

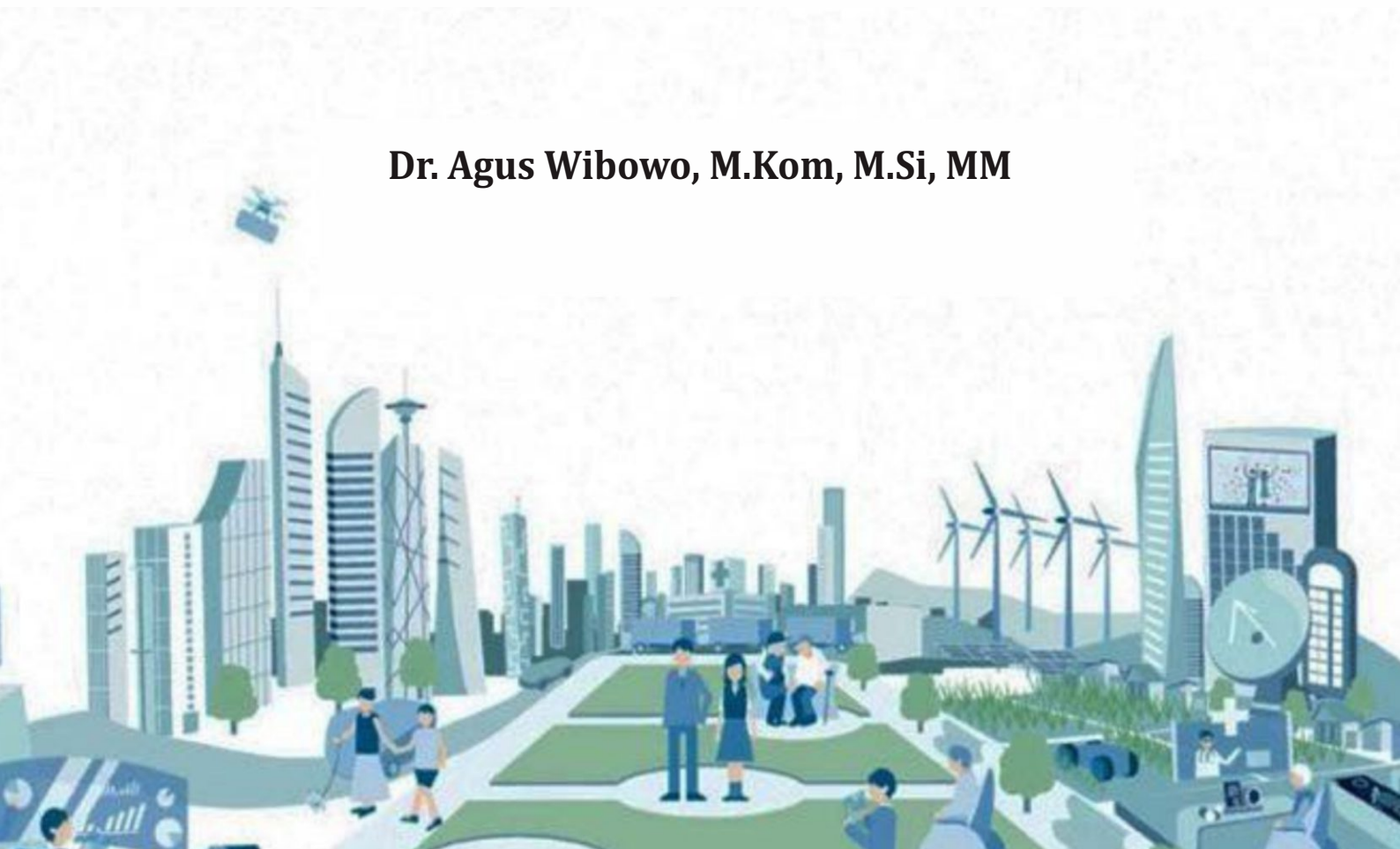
REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DAN SOCIETY 5.0

Dr. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM



REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DAN SOCIETY 5.0

Dr. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

JL. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-623-8120-69-7 (PDF)



Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0

Penulis :

Dr. Agus Wibowo, M.Kom., M.Si., MM.

ISBN : 9 786238 120697

Editor :

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom., M.Kom.

Penyunting :

Dr. Mars Caroline Wibowo. S.T., M.Mm.Tech

Desain Sampul dan Tata Letak :

Irdha Yuniyanto, S.Ds., M.Kom.

Penebit :

Yayasan Prima Agus Teknik Bekerja sama dengan
Universitas Sains & Teknologi Komputer (Universitas STEKOM)

Redaksi :

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

Distributor Tunggal :

Universitas STEKOM

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. (024) 6723456

Fax. 024-6710144

Email : info@stekom.ac.id

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin dari penulis

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Karena atas rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan buku ajar berjudul **“Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0”** dengan lancar. Buku ini ditulis untuk membantu pengajar atau dosen dan mahasiswa yang membutuhkan berbagai materi dan juga pengayaan perkembangan Industri 4.0 dan Society 5.0. Perkembangan Revolusi Industri 4.0 dimulai pada tahun 2016 dengan ditandai dengan adanya digital ekonomi, big data, IoT, robotic, cloud sistem yang semua aktivitasnya berbasis teknologi hingga sekarang. Analisis data besar, kecerdasan buatan, Internet of Things—ini hanyalah beberapa produk penelitian dan pengembangan yang telah menjadi bagian rutin dalam kehidupan kita sehari-hari.

Kehidupan pribadi dan profesional kita dipenuhi dengan data digital dan teknologi informasi yang melaluinya kita mengembangkan dan berbagi ide, yang pada gilirannya menghasilkan bisnis baru demi bisnis baru. Bayangkan saja bagaimana kehidupan kita telah berubah selama 10 tahun terakhir, dengan munculnya ponsel pintar, cara-cara baru dalam berbelanja, cara-cara baru dalam bekerja, dan sejenisnya. Jika kita telah berubah sebanyak itu dalam sepuluh tahun, lalu seberapa jauh kemajuan kita dalam 50 tahun terakhir, atau bahkan 30 tahun terakhir? Tidak ada yang bisa membayangkan perubahan fenomenal ini. Teknologi digital telah membawa kita dari masyarakat industri yang berpusat pada manufaktur menjadi masyarakat dimana informasi adalah rajanya.

Society 5.0 baru saja diresmikan pada 21 Januari 2019 yang dibuat sebagai resolusi atas revolusi industri 4.0. Konsep ini pertama kali digagas oleh Jepang, yang mana masyarakatnya mulai berinteraksi dengan teknologi baru dan mengintegrasikan dalam kehidupan mereka. Buku ini merangkum tantangan yang kita hadapi dalam perjalanan menuju revolusi industri 4.0 dan Society 5.0 serta prospek untuk mencapai visi ini.

Secara keseluruhan, dampak society 5.0 diharapkan mampu memberikan manfaat seperti meningkatkan produktivitas, kualitas, keamanan produksi, serta menciptakan peluang kerja baru dan mengurangi dampak lingkungan yang negatif. Kami berharap buku ini dapat membantu pembaca lebih memahami konsep Society 5.0 dan masyarakat seperti apa yang digambarkannya. Kami juga berharap buku ini akan memicu diskusi antara para insinyur, ilmuwan sosial, dan pakar lainnya mengenai hubungan antara teknologi dan masyarakat, dan bagaimana hubungan ini akan berkembang di masa depan.

Industri 4.0 merupakan paradigma revolusioner dalam dunia manufaktur yang mengintegrasikan teknologi digital, konektivitas, dan kecerdasan buatan ke dalam proses produksi. Konsep ini didasarkan pada transformasi radikal dari sistem produksi konvensional menjadi lingkungan yang sepenuhnya terhubung dan otomatis. Pada intinya, Industri 4.0 menciptakan pabrik pintar yang memanfaatkan Internet of Things (IoT), big data, analisis data, dan otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan inovasi. Dalam konteks Industri 4.0, peralihan dari model produksi sentralistik menjadi desentralisasi memungkinkan

perangkat dan sistem untuk berkomunikasi dan berkolaborasi secara otomatis, membentuk rantai nilai yang lebih responsif dan adaptif terhadap perubahan pasar. Dengan menggabungkan teknologi informasi dan manufaktur, Industri 4.0 tidak hanya membawa perubahan dalam cara barang diproduksi, tetapi juga memperkenalkan paradigma baru dalam manajemen proses, pemeliharaan, dan pengambilan keputusan di seluruh rantai produksi.

Buku ini juga membahas pemikiran dasar masalah-masalah sosial, termasuk masalah-masalah yang berkaitan dengan populasi menua, perlunya menuju bebas karbon, dan perlunya regenerasi masyarakat pedesaan menuju Society 5.0. Akhir kata semoga buku ini berguna bagi para pembaca.

Semarang, November 2023

Penulis

Dr. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

DAFTAR ISI

Halaman judul	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	vi
BAB 1 PENGANTAR INTERNET INDUSTRI 4.0.....	1
1.1. Apa Itu Internet Industri?	3
1.2. Teknologi Iot Industri Utama	4
1.3. Katalis Dan Prekursor IoT Industri	5
1.4. Inovasi Dan IoT Industri	6
1.5. Peluang Dan Manfaat Utama	7
1.6. Tenaga Kerja Digital Dan Manusia	10
BAB 2 APA ITU SOCIETY 5.0?	12
2.1. Skema Dasar Society 5.0	12
2.2. Menggabungkan Ruang Siber Dengan Ruang Fisik	15
2.3. Masyarakat Padat Pengetahuan	19
2.4. Masyarakat Berbasis Data	23
2.5. Industri 4.0 Dan Society 5.0	26
BAB 3 KASUS PENGGUNAAN INTERNET INDUSTRI 4.0.....	33
3.1. Pendahuluan	33
3.2. Logistik Dan Internet Industri	42
3.3. Inovasi IoT Di Ritel	47
3.4. Memperkenalkan Industri 4.0	49
3.5. Mendefinisikan Industri 4.0	51
3.6. Mengapa Industri 4.0 Dan Mengapa Sekarang?	52
3.7. Empat Ciri Utama Industri 4.0	53
3.8. Rantai Nilai	54
3.9. Calon Diferensial	56
3.10. Manfaat Bagi Bisnis	57
3.11. Prinsip Desain Industri 4.0	59
3.12. Blok Bangunan Industri 4.0	60
3.13. Arsitektur Referensi Industri 4.0	62
BAB 4 INOVASI SOCIETY 5.0	67
4.1. Masalah Sosial Yang Dihadapi Jepang	67
4.2. Kerangka Inovasi Habitat	73
4.3. Kerangka Inovasi Habitat Untuk Persoalan Sosial Utama	78
BAB 5 INOVATOR TEKNIS DAN BISNIS INTERNET INDUSTRI 4.0.....	84
5.1. Miniaturisasi	85
5.2. Sistem Fisik Cyber (Cps)	86

5.3.	Teknologi Nirkabel	88
5.4.	Mobilitas IP	90
5.5.	Virtualisasi Fungsi Jaringan (Nfv)	91
5.6.	Virtualisasi Jaringan	93
5.7.	Sdn (Jaringan Buatan Perangkat Lunak)	93
5.8.	Apa Perbedaan Antara SDN Dan NFV?	94
5.9.	Ponsel Pintar	94
5.10.	Awan Dan CloudComputing	96
5.11.	Pembelajaran M2M Dan Kecerdasan Buatan	104
5.12.	Realitas Tertambah	107
5.13.	Manusia Versus Otomatisasi	110
BAB 6	MERANCANG ARSITEKTUR IOT DALAM INDUSTRI 4.0	113
6.1.	Arsitektur Referensi Internet Industri (IIC)	113
6.2.	Kerangka Arsitektur Internet Industri (IIAF)	114
6.3.	Sudut Pandang Internet Industri	115
6.4.	Domain Kontrol	117
6.5.	Domain Operasional	118
6.6.	Domain Informasi	120
6.7.	Domain Aplikasi Dan Bisnis	121
6.8.	Topologi Arsitektur	122
6.9.	Tepi Yang Dimediasi Gerbang	123
6.10.	Fungsi Utama Lapisan Komunikasi	126
6.11.	Manajemen Data	127
6.12.	Penyimpanan, Persistensi, Dan Pengambilan	129
6.13.	Analisis Data Tingkat Lanjut	129
6.14.	Merancang Sistem Internet Industri	131
6.15.	Konsep IOT Industri	132
6.16.	Jaringan Kedekatan	133
6.17.	Teknologi Berdaya Rendah	134
6.18.	Komunikasi Serial Rs232	139
6.19.	Protokol Komunikasi Modern	141
6.20.	Ethernet Standar	143
6.21.	Teknologi Komunikasi Nirkabel	144
6.22.	Protokol Komunikasi Jaringan Kedekatan	150
6.23.	Terjemahan Alamat Jaringan	153
BAB 7	MENUJU KOTA CERDAS UNTUK SOCIETY 5.0	160
7.1.	Menyelaraskan Kepentingan Individu Dan Masyarakat	160
7.2.	Signifikansi Society 5.0 Dan Pandangannya	167
7.3.	Dari Kota Cerdas Ke Society 5.0	177
7.4.	Sistem Manajemen Energi Cerdas	180
7.5.	Komunitas/Kota Cerdas Jepang	182

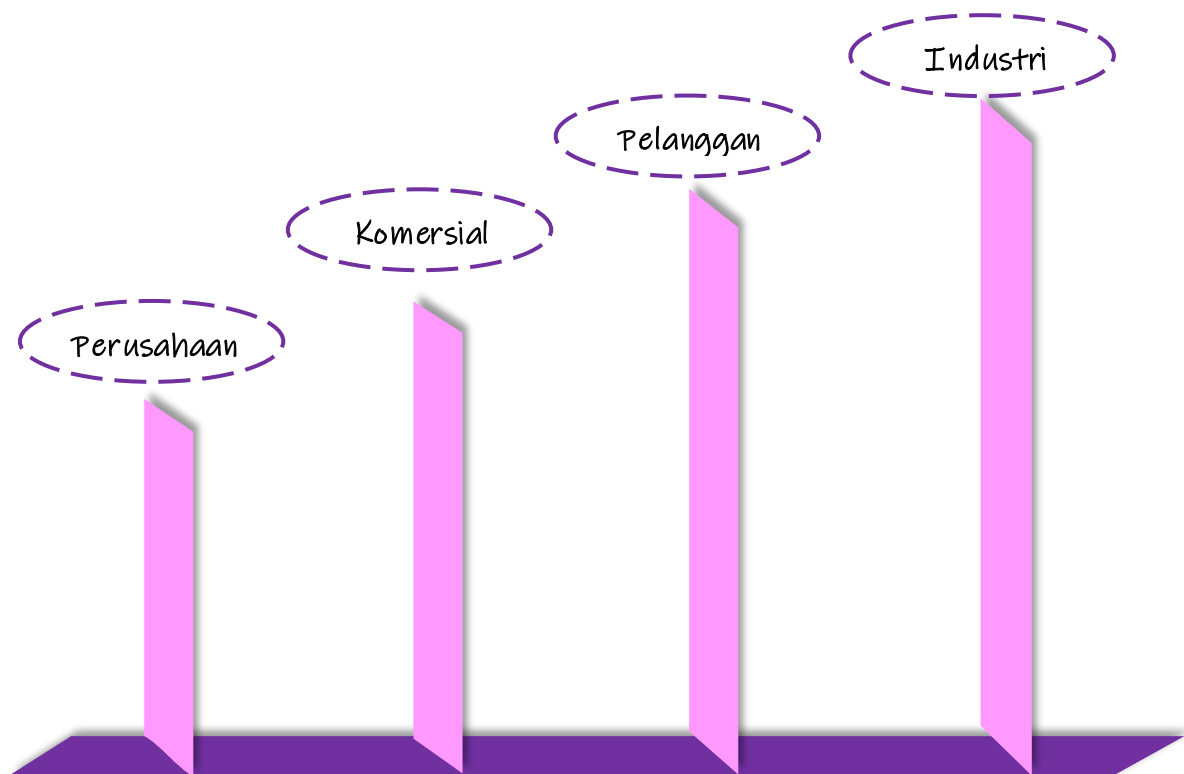
7.6.	Kota Berkelanjutan Dan Kota Cerdas	188
7.7.	Dari Kota Cerdas Yang Dipimpin Masyarakat Menuju Society 5.0	191
BAB 8	TEKNOLOGI PROTOKOLER DAN DESAIN PERANGKAT LUNAK	199
8.1.	API (Antarmuka Pemrograman Aplikasi)	199
8.2.	Analogi API	200
8.3.	Bisnis Membuat Aplikasi Dengan API	201
8.4.	Bisnis Mengandalkan Open API	202
8.5.	Ikhtisar Singkat Soap	203
8.6.	Ikhtisar Singkat Rest	204
8.7.	Soap Versus Rest	204
8.8.	Pengikatan Kata Kerja Http	205
8.9.	Menelaah Teknologi Dan Protokol Jaringan Akses	207
8.10.	Jaringan Akses	207
8.11.	Perutean IP	209
BAB 9	DARI MASYARAKAT MONETER KE MASYARAKAT NONMONETER	213
9.1.	Masyarakat Berbasis Data Dan Nonmoneter	213
9.2.	Platform Digital Di Society 5.0	215
9.3.	Peran Uang Tunai Dalam Masyarakat Berbasis Data	221
9.4.	Kekayaan Dalam Masyarakat Pasca Kapitalis	227
9.5.	Society 5.0 Dan “Human Co-Becoming”	233
BAB 10	PROTOKOL PERANGKAT LUNAK MIDDLEWARE	239
10.1.	TCP/IP	239
10.2.	UDP	241
10.3.	Pola Perangkat Lunak Middleware	242
10.4.	Pola Publikasikan/Berlangganan	244
10.5.	MQTT	246
10.6.	XMPP (Jabber)	247
10.7.	AMQP	248
10.8.	DDS	248
10.9.	Jaringan Toleransi Penundaan (DTN)	250
BAB 11	TEKNOLOGI DAN PROTOKOL IOT INDUSTRI WAN	253
11.1.	Pendahuluan	253
11.2.	Teknologi Wan Yang Ditawarkan Oleh Penyedia Layanan	254
11.3.	SigFox	260
11.4.	LoRaWAN	261
11.5.	nWAVE	261
11.6.	DASH7	262
11.7.	Ingenue RPMA	263
11.8.	Wi-Fi Berdaya Rendah	263
11.9.	Weightless	264
11.10.	Platform Internet Of Things Industri Middleware	266

11.11.	Mengapa Kita Membutuhkan Middleware IIOT?	267
BAB 12	MENGAMANKAN INTERNET INDUSTRI 4.0	273
12.1.	Pendahuluan	273
12.2.	Keamanan Di Manufaktur	276
12.3.	PLC Dan DCS	281
12.4.	Manajemen Akses Identitas	284
BAB 13	INTEGRASI DATA PERKOTAAN DENGAN LAYANAN PERKOTAAN	286
13.1.	Arsitektur Untuk Mengintegrasikan Informasi Perkotaan	286
13.2.	Sistem Desentralisasi Otonomi Simbiosis	291
13.3.	Perlindungan Data Pribadi: Teknologi Analisis Anonim	294
13.4.	Internet Of Things Hingga Internet Manusia	294
BAB 14	MASALAH SOSIAL KOLABORASI INDUSTRI 4.0 DAN AKADEMISI	301
14.1.	Bagaimana Society 5.0 Akan Mengubah Kota?	301
14.2.	Membangun Habitat Untuk Mendukung Kehidupan 100 Tahun	310
14.3.	Masyarakat Bebas Karbon: Pengelolaan “Energi” × “Kehidupan”	317
14.4.	Penciptaan Bersama Lokal Dan Perencanaan Kota Berbasis Data	326
BAB 15	PABRIK CERDAS	331
15.1.	Memperkenalkan Pabrik Cerdas	331
15.2.	Pabrik Cerdas Beraksi	332
15.3.	Mengapa Manufaktur Cerdas Itu Penting	335
15.4.	Pabrik Elektronik Amberg (Ewa) Siemens	337
15.5.	Industri 4.0 Sedang Beraksi	338
15.6.	Industri 4.0: Jalan Ke Depan	340
BAB 16	TRANSFORMASI DIGITAL	343
16.1.	Perjalanan Menuju Digital	343
16.2.	Transformasi Proses Operasional	346
16.3.	Transformasi Model Bisnis	348
16.4.	Meningkatkan Efisiensi Operasional	349
16.5.	Tingkatkan Produktivitas Melalui Otomatisasi	351
16.6.	Mengembangkan Model Bisnis Baru	351
16.7.	Mengadopsi Arsitektur Dan Teknologi Cerdas	352
16.8.	Ekosistem Inovasi Dalam Transformasi Sosial	355
16.9.	Society 5.0 Adalah Tentang Tujuan Bersama	355
16.10.	Menumbuhkan Pola Pikir Untuk Mencoba Sesuatu Yang Baru	357
16.11.	Inovasi Berasal Dari Peleburan Ide	358
16.12.	Industri–Akademisi–Pemerintah Untuk Membangun Ekosistem Inovasi	359
16.13.	Menghubungkan Kegiatan Penelitian Dengan SDGS	360
Daftar Pustaka	363

BAB 1

PENGANTAR INTERNET INDUSTRI 4.0

GE (General Electric) menciptakan nama “Internet Industri” sebagai istilah mereka untuk Industrial Internet of Things, dan pihak lain seperti Cisco mengistilahkannya Internet Segalanya dan pihak lain menyebutnya Internet 4.0 atau varian lainnya. Namun, penting untuk membedakan strategi IoT vertikal (lihat Gambar 1-1), seperti bentuk Internet konsumen, komersial, dan industri dari konsep horizontal Internet of Things (IoT) yang lebih luas, karena keduanya mempunyai dampak yang sangat besar. khalayak sasaran, persyaratan teknis, dan strategi yang berbeda. Misalnya, pasar konsumen memiliki visibilitas pasar tertinggi dengan rumah pintar, konektivitas pribadi melalui monitor kebugaran, perangkat hiburan terintegrasi, serta monitor pribadi di dalam mobil. Demikian pula, pasar komersial memiliki daya jual yang tinggi karena memiliki layanan yang mencakup produk keuangan dan investasi seperti perbankan, asuransi, layanan keuangan, dan e-niaga, yang berfokus pada sejarah, kinerja, dan nilai konsumen. Enterprise IoT di sisi lain adalah vertikal yang mencakup bisnis skala kecil, menengah, dan besar. Namun buku ini berfokus pada vertikal terbesar dari semuanya, Industrial Internet of Things, yang mencakup sejumlah besar disiplin ilmu seperti produksi energi, manufaktur, pertanian, layanan kesehatan, ritel, transportasi, logistik, penerbangan, perjalanan ruang angkasa, dan banyak lagi.



Gambar 1-1. Aspek horizontal dan vertikal dari Internet of Things

Dalam buku ini untuk menghindari kebingungan, kita akan mengikuti arahan GE dan menggunakan nama Industrial Internet of Things (IIoT) sebagai istilah umum kecuali jika kita berhadapan dengan paradigma yang berbeda secara konseptual dan strategis, dalam hal ini istilah tersebut akan secara eksplisit disebut dengan namanya. Seperti Industri 4.0. Banyak pemimpin industri meramalkan bahwa Internet Industri akan memberikan tingkat pertumbuhan dan produktivitas yang belum pernah terjadi sebelumnya pada dekade mendatang. Para pemimpin bisnis, pemerintah, akademisi, dan vendor teknologi dengan giat bekerja sama untuk mencoba memanfaatkan dan mewujudkan potensi besar ini.

Dari sudut pandang keuangan, sebuah laporan riset pasar memperkirakan pertumbuhan sebesar Rp. 151,01 miliar pada tahun 2020, dengan CAGR sebesar 8,03% antara tahun 2015 dan 2020. Namun, dalam praktiknya, dunia usaha juga melihat bahwa pertumbuhan industri dapat diwujudkan melalui pemanfaatan pfab potensi sumber daya alam. Internet. Contohnya adalah produsen dan pemerintah kini melihat peluang untuk melakukan reindustrialisasi dan mengembalikan industri dalam negeri, dan manufaktur, yang sebelumnya telah dikirim ke luar negeri. Dengan mendorong reindustrialisasi, pemerintah berharap dapat meningkatkan nilai tambah dari sektor manufaktur guna meningkatkan PDB mereka.

Potensi pengembangan Internet Industri bukannya tanpa prioritas, karena selama 15 tahun terakhir sektor bisnis-ke-konsumen (B2C) melalui perdagangan Internet di bidang ritel, media, dan jasa keuangan telah mengalami pertumbuhan yang luar biasa. Keberhasilan B2C dibuktikan dengan dominasi raksasa skala web yang lahir di Internet, seperti Amazon, Netflix, eBay, dan PayPal. Harapannya adalah dekade berikutnya akan membawa pertumbuhan dan kesuksesan yang sama pada industri, yang dalam konteks ini meliputi manufaktur, pertanian, energi, penerbangan, transportasi, dan logistik. Pentingnya hal ini tidak dapat disangkal karena industri menghasilkan dua pertiga PDB global, sehingga taruhannya besar.

Namun, Internet Industri masih dalam tahap awal. Meskipun Internet telah tersedia selama 15 tahun terakhir, para pemimpin industri masih ragu-ragu untuk berkomitmen. Keragu-raguan mereka disebabkan karena mereka tidak yakin akan dampaknya terhadap industri, rantai nilai, model bisnis, tenaga kerja, dan pada akhirnya produktivitas dan produk yang ada. Selain itu, dalam survei terhadap para pemimpin bisnis industri, 87% menyatakan pada bulan Januari 2015 bahwa mereka masih belum memiliki pemahaman yang jelas tentang model bisnis atau teknologinya.

Hal ini tentu saja wajar karena Internet Industri sering digambarkan pada tingkat yang tinggi sehingga sering kali memisahkan kompleksitas teknologi yang mendasarinya menjadi tidak relevan. Misalnya, dalam bisnis industri, mereka memiliki sensor dan perangkat yang menghasilkan data untuk mengendalikan operasi selama beberapa dekade. Demikian pula, mereka telah melakukan komunikasi dan kolaborasi mesin-ke-mesin (M2M) setidaknya selama satu dekade sehingga teknologi inti Industrial Internet of Things bukanlah hal baru. Misalnya, industri juga tidak lamban dalam mengumpulkan, menganalisis, dan menimbun sejumlah besar data untuk informasi historis, prediktif, dan preskriptif. Oleh karena itu,

pertanyaan yang sering ditanyakan oleh para pemimpin bisnis industri adalah, “mengapa menghubungkan arsitektur M2M saya ke Internet memberi saya nilai yang lebih besar?”

1.1 APA ITU INTERNET INDUSTRI?

Untuk menjelaskan mengapa bisnis harus mengadopsi Internet Industri, pertama-tama kita perlu mempertimbangkan apa sebenarnya IIoT itu. Internet Industri menyediakan cara untuk mendapatkan visibilitas dan wawasan yang lebih baik mengenai operasi dan aset perusahaan melalui integrasi sensor mesin, middleware, perangkat lunak, serta sistem komputasi dan penyimpanan cloud backend. Oleh karena itu, ia menyediakan metode transformasi proses operasional bisnis dengan menggunakan umpan balik hasil yang diperoleh dari interogasi kumpulan data besar melalui analitik tingkat lanjut. Keuntungan bisnis dicapai melalui peningkatan efisiensi operasional dan percepatan produktivitas, yang menghasilkan pengurangan waktu henti yang tidak direncanakan dan optimalisasi efisiensi, sehingga menghasilkan keuntungan.

Meskipun teknologi dan teknik yang digunakan dalam teknologi mesin-ke-mesin (M2M) yang ada di lingkungan industri saat ini mungkin terlihat mirip dengan IIoT, skala operasinya sangat berbeda. Misalnya, dengan Big Data dalam sistem IIoT, aliran data yang sangat besar dapat dianalisis secara online menggunakan analisis canggih yang dihosting di cloud dengan kecepatan kabel. Selain itu, sejumlah besar data dapat disimpan dalam sistem penyimpanan cloud terdistribusi untuk analisis di masa depan yang dilakukan dalam format batch. Analisis pekerjaan dalam jumlah besar ini dapat mengumpulkan informasi dan statistik, dari data yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan karena kumpulan sampel yang relatif kecil atau hanya karena algoritma yang lebih canggih dan lebih baik. Insinyur proses kemudian dapat menggunakan hasil analisis untuk mengoptimalkan operasi dan memberikan informasi yang dapat diubah oleh para eksekutif menjadi pengetahuan, guna meningkatkan produktivitas dan efisiensi serta mengurangi biaya operasional.

Kekuatan 1%

Namun, hal yang menarik mengenai Internet Industri adalah apa yang disebut dengan kekuatan 1%. Hal ini berkaitan dengan penghematan biaya operasional/inefisiensi di sebagian besar industri hanya memerlukan penghematan Internet Industri sebesar 1% untuk memperoleh keuntungan yang signifikan. Misalnya, dalam bidang penerbangan, penghematan bahan bakar sebesar 1% per tahun setara dengan penghematan Rp. 300 Triliyun. Demikian pula, penghematan bahan bakar sebesar 1% untuk generator berbahan bakar gas di pembangkit listrik menghasilkan penghematan operasional sebesar \$66 miliar. Selain itu, dalam industri Minyak dan Gas, pengurangan belanja modal sebesar 1% untuk peralatan per tahun akan menghasilkan sekitar Rp. 900 Triliyun. Hal serupa juga terjadi di industri pertanian, transportasi, dan layanan kesehatan. Oleh karena itu, kita dapat melihat bahwa di sebagian besar industri, peningkatan sebesar 1% akan memberikan kontribusi yang signifikan terhadap laba atas investasi modal dan biaya operasional yang dikeluarkan dengan menerapkan Internet Industri. Namun, teknologi dan belanja modal apa saja yang diperlukan saat memulai strategi IIoT?

1.2 TEKNOLOGI IINDUSTRI IOT UTAMA

Internet Industri adalah gabungan beberapa teknologi utama untuk menghasilkan suatu sistem yang lebih besar daripada jumlah bagian-bagiannya. Kemajuan terbaru dalam teknologi sensor, misalnya, tidak hanya menghasilkan lebih banyak data yang dihasilkan oleh suatu komponen tetapi juga jenis data yang berbeda, bukan hanya menghasilkan data yang presisi (misalnya, suhunya adalah 37,354 derajat). sensor dapat memiliki kesadaran diri dan bahkan dapat memprediksi sisa masa manfaatnya. Oleh karena itu, sensor dapat menghasilkan data yang tidak sekedar tepat, namun bersifat prediktif. Demikian pula, sensor mesin melalui pengontrolnya dapat menyadari diri sendiri, memprediksi diri sendiri, dan membandingkan diri sendiri. Misalnya, mereka dapat membandingkan konfigurasi dan pengaturan lingkungan saat ini dengan data dan ambang batas optimal yang telah dikonfigurasi sebelumnya. Ini menyediakan diagnosis mandiri.

Teknologi sensor telah berkurang drastis dalam beberapa tahun terakhir dalam hal biaya dan ukuran. Hal ini membuat instrumentasi mesin, proses, dan bahkan manusia menjadi layak secara finansial dan teknis.

Big Data dan analitik tingkat lanjut seperti yang telah kita lihat merupakan pendorong dan pendukung utama IIoT karena menyediakan analisis historis, prediktif, dan preskriptif, yang dapat memberikan wawasan tentang apa yang sebenarnya terjadi di dalam mesin atau proses. Dikombinasikan dengan generasi baru dari analisis komponen yang memiliki kesadaran diri dan prediksi mandiri ini dapat memberikan jadwal perawatan prediktif yang akurat untuk mesin dan aset, menjaga mesin dan aset tetap dalam layanan produktif lebih lama dan mengurangi inefisiensi dan biaya pemeliharaan yang tidak perlu. Hal ini telah dipercepat dengan munculnya komputasi awan selama dekade terakhir di mana penyedia layanan seperti AWS menyediakan kemampuan komputasi, penyimpanan, dan jaringan yang luas yang diperlukan untuk Big Data yang efektif dengan biaya rendah dan berbasis bayar sesuai penggunaan. Namun, beberapa perusahaan yang menghindari risiko mungkin lebih memilih untuk mempertahankan private cloud, baik di pusat data mereka sendiri atau di private cloud.

Mengapa Internet Industri dan Mengapa Sekarang?

Untuk memahami mengapa Internet Industri masih ada saat ini, ketika teknologinya telah ada sejak lama, kita perlu melihat kemampuan dan inefisiensi sistem yang ada.

Salah satu asumsinya adalah kompleksitas sistem industri telah melampaui kemampuan operator manusia untuk mengenali dan mengatasi efisiensi, sehingga mempersulit pencapaian perbaikan melalui cara-cara tradisional. Hal ini dapat mengakibatkan mesin beroperasi jauh di bawah kemampuannya dan faktor-faktor ini saja yang menciptakan insentif operasional untuk menerapkan solusi baru.

Selain itu, sistem TI kini dapat mendukung instrumentasi, pemantauan, dan analitik secara luas karena penurunan biaya komputasi, bandwidth, penyimpanan, dan sensor. Artinya, pemantauan mesin industri dapat dilakukan dalam skala yang lebih besar. Komputasi awan mengatasi masalah penyimpanan data jarak jauh; misalnya, biaya dan kapasitas yang diperlukan untuk menyimpan kumpulan data besar. Selain itu, penyedia cloud menerapkan

dan menyediakan alat analitik yang dapat memproses informasi dalam jumlah besar. Teknologi-teknologi ini semakin matang dan tersedia lebih luas, dan hal ini tampaknya menjadi poin penting. Teknologi ini telah ada sejak lama dan telah diadopsi oleh TI—adaptasi cloud dan SaaS adalah contoh utamanya. Namun, baru-baru ini para pemimpin bisnis industri menyaksikan stabilitas dan kematangan solusi, alat, dan aplikasi dalam sektor TI mencapai tingkat kepercayaan dan mengurangi kekhawatiran.

Demikian pula, kematangan dan pertumbuhan berikutnya dalam jaringan serta berkembangnya solusi jaringan area luas nirkabel radio berdaya rendah (WWAN) telah memungkinkan pemantauan dan pengendalian aset dari jarak jauh, yang sebelumnya tidak cukup ekonomis atau tidak cukup dapat diandalkan. Kini jaringan radio nirkabel ini telah mencapai titik harga dan tingkat kematangan serta keandalan yang berfungsi di lingkungan industri. Perubahan-perubahan ini bersama-sama menciptakan peluang baru yang menarik ketika diterapkan pada bisnis industri, mesin, armada, dan jaringan.

Penurunan biaya komputasi, penyimpanan, dan jaringan merupakan hasil dari model komputasi awan, yang memungkinkan perusahaan mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah yang jauh lebih besar dibandingkan sebelumnya. Hal ini saja menjadikan Internet Industri sebagai alternatif yang menarik terhadap paradigma M2M yang eksklusif.

Namun, Internet Industri mempunyai permasalahannya sendiri, yang mungkin dapat menjadi tindakan penanggulangan yang serius terhadap penerapannya. Hal ini disebut sebagai katalis dan pendahulu keberhasilan penerapan Internet Industri.

1.3 KATALIS DAN PREKURSOR IoT INDUSTRI

Sayangnya, ada beberapa hal yang harus dimiliki oleh calon bisnis IIoT sebelum memulai penerapan yang serius, yang akan dibahas pada bagian berikut.

Staf yang Cukup Terampil dan Terlatih

Hal ini penting jika Anda ingin mendapatkan manfaat dari pekerjaan analitik yang serius karena Anda tentu memerlukan ilmuwan data, insinyur proses, dan insinyur elektromekanis yang terampil. Mendapatkan talenta dengan keterampilan yang tepat terbukti menjadi tugas yang sulit karena perguruan tinggi dan universitas tampaknya tertinggal dan masih mendorong lulusan sekolah untuk berkarir sebagai programmer dibandingkan ilmuwan data. Hal ini tampaknya tidak akan berubah dalam waktu dekat.

Hal ini terjadi meskipun permintaan terhadap data scientist dan insinyur elektromekanis diperkirakan akan sangat besar pada dekade mendatang. Kenyataan finansial yang sulit adalah semakin baik kemampuan analisis data, semakin besar kemungkinan perusahaan dapat menghasilkan algoritma yang diperlukan untuk menyaring informasi dari data lake mereka yang sangat besar. Namun, ini bukan sembarang informasi melainkan informasi yang memberikan nilai sebenarnya, selaras dengan strategi dan tujuan bisnis. Hal ini memerlukan data scientist yang memiliki pengetahuan bisnis ahli mengenai strategi perusahaan dan tujuan jangka pendek-menengah-panjang. Inilah sebabnya ada posisi C-suite baru yang disebut Chief Data Officer.

Komitmen terhadap Inovasi

Perusahaan yang mengadopsi IIOT harus berkomitmen terhadap inovasi, serta mengambil perspektif jangka panjang terhadap laba atas investasi proyek IIoT. Pendanaan akan diperlukan untuk pengeluaran modal untuk sensor, perangkat, mesin, dan sistem. Pendanaan dan kesabaran akan diperlukan karena melakukan pengambilan data dan mengonfigurasi parameter dan algoritme analitik mungkin tidak memberikan hasil langsung; kesuksesan mungkin membutuhkan waktu untuk diwujudkan. Lagi pula, analisis statistik tidak selalu memberikan hasil yang Anda cari. Penting untuk menanyakan pertanyaan yang benar. Ilmuwan data dapat melihat strategi perusahaan dan menyelaraskan analisis pertanyaan tentang kumpulan data untuk memberikan hasil yang selaras dengan tujuan perusahaan.

Tim Keamanan Kuat yang Terampil dalam Mengurangi Kerentanan di Jaringan Industri dan TI

Hal ini penting, karena IIoT merupakan gabungan dari banyak teknologi dan dapat menciptakan kesenjangan keamanan kecuali ada pemahaman mendalam tentang antarmuka dan protokol yang diterapkan. Penilaian risiko harus mengungkapkan aset yang paling penting dan aset dengan risiko tertinggi serta rencana strategis yang dikembangkan untuk memitigasi risiko. Misalnya, di pabrik produksi industri tradisional, mesin yang menghasilkan produk seperti mesin bubut yang beroperasi pada templat yang dapat diprogram berisi semua pengetahuan intelektual dan desain untuk membuat produk. Selain itu, tim keamanan harus menegakkan kebijakan dan prosedur di seluruh rantai pasokan.

1.4 INOVASI DAN IOT INDUSTRI

Para pendukung Internet Industri menyebutnya sebagai gelombang inovasi ketiga. Hal ini berkaitan dengan gelombang inovasi pertama yaitu revolusi industri dan gelombang kedua adalah revolusi Internet. Keyakinan umum adalah bahwa gelombang inovasi ketiga, revolusi Internet Industri, sedang berlangsung. Namun, jika hal ini terjadi, maka kita masih berada pada tahap awal karena potensi penuh dari teknologi Internet digital belum terealisasi secara luas di seluruh sektor teknologi industri. Kita mulai melihat perangkat cerdas dan sistem cerdas berinteraksi dengan mesin, proses, dan cloud industri, namun tidak dalam skala industri yang luas. Tentu saja, tidak ada tingkat standarisasi protokol, antarmuka, dan aplikasi yang diperlukan untuk menciptakan rantai nilai IIoT. Sebagai contohnya, saat ini terdapat banyak sekali protokol dan teknologi komunikasi dan radio, dan hal ini terjadi karena persyaratan yang sangat beragam.

Singkatnya, tidak ada satu protokol atau teknologi pun yang dapat memenuhi semua persyaratan kasus penggunaan. Keberadaan protokol dan teknologi yang beragam membuat integrasi sistem dalam suatu organisasi menjadi rumit, namun dengan mitra bisnis eksternal, tingkat kerumitan tersebut dapat membuat integrasi sistem menjadi tidak praktis. Ingatlah bahwa bahkan perusahaan terbesar di dunia pun tidak memiliki sumber daya untuk menjalankan rantai nilai mereka sendiri. Oleh karena itu, sampai antarmuka, protokol, dan aplikasi berada pada tingkat standarisasi tertentu, interkoneksi dengan mitra akan menjadi pilihan yang berpotensi mahal, tidak efisien, dan mungkin tidak aman.

Perangkat Cerdas

Kita menyaksikan inovasi dengan pengembangan perangkat cerdas, yang bisa berupa produk baru atau mesin yang diperbaiki dan ditingkatkan. Inovasi saat ini diarahkan untuk memungkinkan perangkat cerdas. Ini adalah segala sesuatu yang kita hubungkan dengan instrumentasi, misalnya sensor, aktuator, mesin, mesin, komponen, bahkan tubuh manusia, di antara banyak kemungkinan lainnya. Hal ini karena mudah dan hemat biaya untuk menambahkan instrumentasi ke hampir semua objek yang ingin kita kumpulkan informasinya. Inti dari perangkat cerdas dalam konteks Internet Industri adalah mengumpulkan data mentah dan kemudian mengelola aliran data, dari perangkat ke penyimpanan data, ke sistem analitik, ke ilmuwan data, ke proses, dan kemudian kembali ke perangkat. Ini adalah siklus aliran data, di mana data mengalir dari perangkat cerdas, melalui peralatan pengumpulan dan analisis sebelum mungkin dikembalikan sebagai umpan balik kontrol ke dalam perangkat. Dalam siklus inilah ilmuwan data dapat mengekstraksi nilai utama dari informasi.

1.5 PELUANG DAN MANFAAT UTAMA

Tidak mengherankan, ketika ditanya manfaat utama apa yang diinginkan sebagian besar pengadopsi IIoT dari Internet Industri, mereka menjawab secara berurutan peningkatan keuntungan, peningkatan aliran pendapatan, dan penurunan pengeluaran operasional. Untungnya, menggunakan Big Data untuk mendapatkan manfaat analitik guna meningkatkan proses operasional tampaknya sama saja dengan mengambil keputusan yang mudah; itu mudah didapat. Biasanya, sebagian besar perusahaan industri langsung menggunakan taktik pemeliharaan prediktif karena taktik ini memberikan hasil dan laba atas investasi tercepat.

Beberapa contohnya adalah keberhasilan yang dialami oleh Thames Water, pendaur ulang air minum segar dan limbah air terbesar di Inggris. Ia menggunakan IIoT untuk manajemen aset jarak jauh dan pemeliharaan prediktif. Dengan menggunakan strategi sensor, komunikasi jarak jauh, dan analisis Big Data, Thames Water dapat mengantisipasi kegagalan peralatan dan merespons lebih cepat setiap situasi kritis yang mungkin timbul akibat cuaca buruk.

Namun, industri lain memiliki prioritas taktis lain ketika menerapkan IIoT, salah satunya adalah kesehatan dan keselamatan. Di sini kita telah melihat beberapa proyek inovatif mulai dari penggunaan drone dan kendaraan otonom untuk memeriksa jalur Minyak dan Gas di daerah yang tidak ramah hingga penggunaan peralatan pertambangan otonom. Memang Schlumberger saat ini menggunakan kendaraan bawah air otonom untuk memeriksa kondisi bawah laut. Kendaraan tak berawak ini melakukan perjalanan di sekitar dasar laut dan memantau kondisi apa pun hingga satu tahun hanya dengan menggunakan gerakan gelombang, sehingga memungkinkan penempatan di lokasi laut terpencil, karena keduanya bersifat otonom dan mandiri sehingga tidak memerlukan dukungan tim lokal.

ROV submersible (kendaraan operasional jarak jauh) sebelumnya harus diturunkan dan ditopang melalui tali puser dari kapal induk di permukaan yang menyuplai daya dan sinyal kendali. Namun, dengan ROV yang otonom, kapal pendukung tidak perlu lagi berada di sekitar

karena ROV mempunyai tenaga sendiri. Apalagi tidak ada tali pusing yang rentan tersangkut rintangan di dasar laut.

Bukan hanya industri tradisional yang dapat memperoleh manfaat dari Industrial Internet of Things. Pelayanan kesehatan adalah bidang lain yang memiliki perspektif dan target uniknya sendiri. Dalam pelayanan kesehatan, keinginannya adalah untuk meningkatkan layanan pelanggan dan kualitas layanan. Metrik terbaik untuk dinilai oleh sebuah perusahaan layanan kesehatan adalah berapa lama pasiennya dapat bertahan dalam perawatan yang diberikan, jadi inilah fokus mereka meningkatkan layanan pasien. Hal ini diperlukan karena kesalahan di rumah sakit masih menjadi penyebab utama kematian yang dapat dicegah. Rumah sakit dapat memanfaatkan sensor mini, seperti inisiatif Google dan Dexcoms untuk mengembangkan monitor glukosa mini sekali pakai yang dapat dibaca melalui gelang tangan yang terhubung ke cloud. Rumah sakit dapat meningkatkan pelayanan pasien melalui pengumpulan data yang tidak mengganggu, analisis Big Data, dan sistem cerdas.

Peningkatan layanan kesehatan tidak hanya terjadi melalui staf perawatan medis namun juga inisiatif dari produsen peralatan medis untuk memperkecil dan mengintegrasikan peralatan mereka dengan tujuan mencapai peralatan pemantauan dan analisis yang lebih dapat dipakai, andal, terintegrasi, dan efektif.

Dengan menjadikan peralatan medis lebih kecil, multifungsi, dan dapat digunakan, efisiensi dapat dicapai melalui menghubungkan perangkat cerdas ke rencana perawatan pasien untuk memberikan obat kepada pasien melalui sistem pengiriman obat cerdas, yang lebih akurat dan andal. Demikian pula, mendistribusikan perangkat cerdas melalui jaringan memungkinkan informasi dibagikan antar perangkat. Hal ini memungkinkan data sensor pasien dianalisis dengan lebih cerdas, serta dipantau dan diproses lebih cepat sehingga perangkat hanya memicu alarm jika ada data kolaboratif dari sensor pemantauan lain yang menyatakan bahwa kesehatan pasien dalam bahaya.

Oleh karena itu, bagi pengguna awal Internet Industri, kita dapat melihat bahwa masing-masing pihak telah memanfaatkan manfaatnya masing-masing, dengan menggunakan inovasi dan analisis untuk memecahkan masalah unik dalam industri mereka masing-masing.

Alasan Dibalik Pembelian

IIoT telah menghasilkan strategi baru, yang muncul di industri, khususnya di bidang manufaktur, dan hal ini didasarkan pada produsen yang berfokus pada apa yang sebenarnya diinginkan pelanggan daripada produk yang mereka beli. Contohnya adalah mengapa pelanggan membeli pesawat jet komersial. Apakah karena dia menginginkannya, atau karena dia membutuhkannya untuk mengangkut ratusan pelanggannya ke seluruh dunia?

Secara tradisional, produsen mulai memproduksi produk hemat biaya terbaik yang mereka bisa untuk dijual di pasar terbuka. Tentu saja, hal ini membawa mereka pada konflik dengan produsen lain, yang mengharuskan mereka mencari cara untuk menambah nilai pada produknya. Nilai tambah ini dapat didasarkan pada kualitas, harga, kuantitas, atau nilai uang yang dirasakan. Namun, strategi ini jarang berhasil dalam jangka panjang, karena pesaing yang memiliki hambatan masuk yang rendah hanya mengikuti taktik diferensiasi yang berhasil.

Misalnya, pesaing dapat menyesuaikan kuantitas dan meningkatkan ukuran lahannya agar sesuai atau lebih baik. Yang lebih buruk lagi, jika harga yang menjadi pembeda, maka pesaing dapat menurunkan harga mereka, sehingga mengakibatkan apa yang disebut dengan perlombaan ke bawah (*race to the bottom*).

Jual Lampu, Bukan Bola Lampu

Yang pada akhirnya diinginkan oleh pelanggan dari barang tersebut adalah untuk menyediakan layanan (menyediakan transportasi udara pada contoh sebelumnya), namun bisa juga untuk menghasilkan cahaya seperti bola lampu. Hal ini membuat produsen melihat masalah ini dari sudut pandang yang berbeda; bagaimana jika alih-alih menjual bola lampu, Anda malah menjual lampu?

Pemikiran *out-of-the-box* ini menghasilkan apa yang dikenal sebagai *outcome economy* (ekonomi hasil), dimana produsen sebenarnya mengenakan biaya atas penggunaan produk tersebut, bukan atas produk itu sendiri. Pabrik menjual penggunaan produk yang dapat diukur. Contoh yang lebih praktis adalah ban truk. Perusahaan logistik tidak ingin membeli ban untuk setiap truk di armadanya terlebih dahulu, tidak mengetahui berapa lama ban tersebut akan bertahan, sehingga mereka selalu mencari diskon dan potongan harga. Namun, dalam perekonomian hasil, perusahaan logistik hanya membayar jarak tempuh dan pemakaian ban, yang menunggak setiap bulannya. Ini merupakan kesepakatan yang luar biasa bagi mereka, namun bagaimana cara kerjanya bagi produsen ban? (Kita harus menekankan pembeda di sini ini bukan persewaan.)

Tampaknya ini berfungsi dengan baik karena IIoT. Hal ini dimungkinkan karena setiap ban dilengkapi dengan serangkaian sensor untuk mencatat jarak tempuh dan keausan serta melaporkannya kembali melalui tautan Internet nirkabel ke pabrik. Setiap bulan produsen ban menagih perusahaan logistik atas keausan ban tersebut. Kedua belah pihak merasa bahagia, karena mereka mendapatkan apa yang mereka inginkan, hanya secara tidak langsung. Awalnya, perusahaan logistik tersebut membutuhkan ban namun tidak bersedia membayar berapapun di muka karena mereka menanggung semua risikonya. Namun, kini mereka mendapatkan produk dengan risiko yang lebih kecil, karena mereka menunggak pembayaran dan mendapatkan layanan yang mereka inginkan. Produsen ban sebenarnya mendapatkan lebih banyak untuk ban tersebut, meskipun tersebar selama masa pakai ban, namun mereka juga memiliki layanan tambahan yang kini berpotensi menghasilkan uang. Misalnya, produsen dapat memberikan data kepada pelanggan tentang cara kendaraan dikemudikan, dengan melaporkan kejadian guncangan yang direkam oleh sensor atau kecepatan berlebihan. Layanan ini dapat membantu pelanggan, misalnya dalam kasus perusahaan logistik untuk melatih pengemudinya agar mengemudi dengan lebih hemat, sehingga menghemat uang perusahaan untuk tagihan bahan bakar.

Contoh lain dari ekonomi hasil adalah dengan mesin jet Rolls Royce. Dalam contoh ini, maskapai besar tidak membeli mesin jet; Sebaliknya, ia membeli keandalan dari totalcare Rolls Royce. Pelanggan membayar biaya untuk memastikan mesin jet yang andal tanpa layanan atau kerusakan. Sebagai imbalannya, Rolls Royce memasok mesin dan menerima semua tanggung jawab pemeliharaan dan dukungan. Sekali lagi, dalam skenario ini Rolls Royce

menggunakan ribuan sensor untuk memantau mesin setiap detik dari kehidupan kerja mereka, membangun data prediktif dalam jumlah besar, sehingga ia tahu kapan layanan komponen merendahkan. Dengan mengumpulkan dan menyimpan semua data dalam jumlah besar, Rolls Royce dapat membuat "kembar digital" dari mesin fisik. Baik digital dan kembaran fisiknya adalah klon virtual sehingga insinyur tidak perlu membuka mesin untuk komponen layanan yang kemudian ditemukan baik-baik saja, mereka tahu bahwa sudah tanpa menyentuh atau mengeluarkan mesin dari layanan.

Konsep "kembar digital" ini sangat penting dalam pembuatan dan di internet industri karena memungkinkan analisis data besar untuk menentukan rekomendasi yang dapat diuji pada mesin kembar virtual dan kemudian diproses sebelum dimasukkan ke dalam produksi.

1.6 TENAGA KERJA DIGITAL DAN MANUSIA

Saat ini, robot lingkungan industri adalah hal biasa dan dikerahkan untuk bekerja tanpa lelah pada tugas duniawi atau khususnya kotor, berbahaya, atau lift berat. Manusia di sisi lain digunakan untuk melakukan pekerjaan kognitif, rumit, dan halus yang hanya dapat dicapai oleh ketangkasan tangan manusia yang luar biasa. Contohnya adalah di bidang manufaktur, di pabrik perakitan mobil. Robot di satu stasiun mengangkat barang-barang berat ke tempatnya sementara manusia terlibat dalam tugas-tugas seperti menghubungkan alat tenun kabel listrik ke semua elektronik. Demikian pula, dalam manufaktur ponsel cerdas, manusia melakukan semua pekerjaan, karena menempatkan semua komponen miniatur yang disusun ke papan sirkuit cetak membutuhkan penanganan dan penempatan yang hanya dapat dilakukan manusia (saat ini).

Namun, para peneliti percaya ini akan berubah dalam dekade mendatang, karena robot menjadi lebih cekatan dan cerdas. Memang beberapa peneliti mendukung pandangan masa depan untuk industri di mana manusia belum digantikan oleh robot tetapi manusia yang bekerja dengan robot.

Logikanya adalah suara, karena manusia dan robot saling melengkapi di tempat kerja. Manusia memiliki keterampilan kognitif dan mampu melakukan presisi dan manuver rumit dari barang-barang kecil atau keterampilan melakukan yang membutuhkan ketangkasan dan rasa sentuhan. Robot di sisi lain sangat bagus dalam melakukan tugas berulang dan mual tetapi dengan kecepatan, kekuatan, keandalan, dan efisiensi yang luar biasa. Masalahnya adalah robot industri bukanlah sesuatu yang ingin Anda berdiri terlalu dekat. Memang sebagian besar dilengkapi dengan sensor untuk mendeteksi keberadaan manusia dan memperlambat atau bahkan menjeda apa yang mereka lakukan demi keselamatan.

Namun, masa depan akan menghadirkan robot kelas lain, yang mampu bekerja berdampingan dengan manusia secara harmonis dan yang terpenting dengan aman. Dan mungkin hal ini tidak terlalu mengada-ada jika kita mempertimbangkan solusi augmented reality yang sudah ada saat ini, yang tampak seperti fiksi ilmiah beberapa tahun yang lalu.

Masa depan adalah robot dan manusia bekerja berdampingan berdasarkan penelitian terbaru di IIoT. Misalnya, robot adalah mikrokosmos dari Internet Industri, karena mereka memiliki tiga kualitas penginderaan, pemrosesan data, dan tindakan. Oleh karena itu, robot

pada dasarnya mesin yang dapat diprogram untuk menggantikan tenaga manusia—adalah teknologi yang sangat cocok untuk IIoT. Akibatnya, seiring kemajuan teknologi sensor dan peningkatan perangkat lunak, robot akan menjadi lebih cerdas dan mampu memahami dunia di sekitarnya. Bagaimanapun, hal tersebut tidak akan terjadi lagi karena kita sudah memiliki mobil otonom dan drone. Harapkan robot akan segera muncul di supermarket dan mal di dekat Anda.

BAB 2

APA ITU SOCIETY 5.0?

2.1 SKEMA DASAR SOCIETY 5.0

Skema dasar Society 5.0 adalah data dikumpulkan dari “dunia nyata” dan diproses oleh komputer, dan hasilnya diterapkan di dunia nyata. Skema ini sendiri bukanlah hal baru. Sebagai contoh umum, unit AC secara otomatis menjaga ruangan pada suhu yang diprogram dalam unit tersebut. AC secara teratur mengukur suhu ruangan, dan komputer mikro internal kemudian membandingkan pembacaan suhu dengan pengaturan suhu yang tercatat. Tergantung pada hasilnya, aliran udara diaktifkan atau dinonaktifkan secara otomatis, sehingga ruangan mempertahankan suhu yang diinginkan. Banyak sistem yang kita andalkan di masyarakat menggunakan mekanisme dasar ini. Hal ini mendasari sistem yang bertanggung jawab untuk menjaga agar rumah kita tetap mendapatkan pasokan listrik yang memadai, dan menjaga agar kereta api tetap beroperasi tepat waktu. Mekanisme ini bergantung pada kontrol otomatis yang terkomputerisasi. Ketika orang menggunakan istilah “masyarakat informasi”, yang mereka maksud adalah masyarakat di mana masing-masing sistem mengumpulkan data, memprosesnya, dan kemudian menerapkan hasilnya dalam lingkungan dunia nyata tertentu.

Lalu apa yang membuat Society 5.0 berbeda? Daripada menjalankan setiap sistem dalam lingkup yang terbatas, seperti menjaga kenyamanan ruangan, memasok energi, atau memastikan kereta berjalan tepat waktu, Society 5.0 akan memiliki sistem yang beroperasi di seluruh masyarakat secara terintegrasi. Untuk menjamin kebahagiaan dan kenyamanan, tidak cukup hanya memiliki suhu ruangan yang nyaman. Kita membutuhkan kenyamanan dalam semua aspek kehidupan, termasuk energi, transportasi, perawatan medis, belanja, pendidikan, pekerjaan, dan rekreasi. Untuk mencapai tujuan ini, sistem harus mengumpulkan data dunia nyata yang bervariasi dan banyak. Data ini kemudian harus diproses oleh sistem TI canggih seperti AI, karena hanya sistem TI ini yang dapat menangani data dalam jumlah besar. Informasi yang dihasilkan dari pengolahan tersebut kemudian harus diterapkan di dunia nyata agar hidup kita lebih bahagia dan nyaman. Namun bukankah hal ini sudah terjadi? Bedanya, di Society 5.0, informasi yang dihasilkan tidak hanya memandu pengoperasian AC, generator, atau kereta api; itu secara langsung akan membentuk tindakan dan perilaku kita. Singkatnya, Society 5.0 akan menampilkan siklus berulang di mana data dikumpulkan, dianalisis, dan kemudian diubah menjadi informasi bermakna, yang kemudian diterapkan di dunia nyata; terlebih lagi, siklus ini terjadi pada tingkat masyarakat luas.

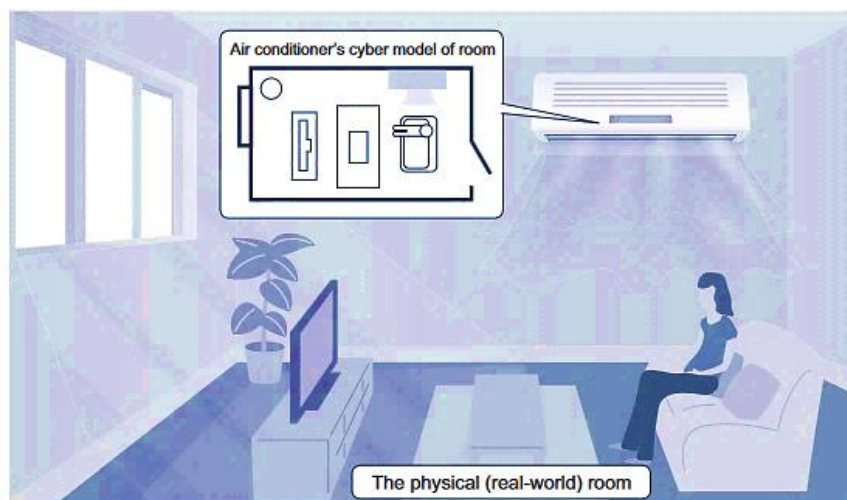
Menggabungkan Ruang Siber Dan Ruang Fisik

Setelah memperjelas skema dasarnya, sekarang kita beralih ke pertanyaan berikutnya: apa yang dimaksud dengan “penggabungan ruang fisik (dunia nyata) dan dunia maya?” Ruang siber mengacu pada ruang digital tempat data dunia nyata dikumpulkan dan dianalisis untuk mendapatkan solusi. Istilah ini diciptakan untuk menggambarkan area imajiner atau virtual, tempat kumpulan data mentah diakses secara bebas dan diubah menjadi informasi berguna,

yang kemudian dapat dibagikan kepada orang lain. Infrastruktur ruang ini adalah beragam jaringan komputer.

Namun, dalam kasus Society 5.0, dunia maya tidak hanya berarti ruang untuk bertukar data dalam jumlah besar. Ini juga berarti ruang yang diciptakan oleh jaringan komputer untuk menganalisis masalah dan membuat model solusi praktis dan nyata. Ketika sistem komputer Society 5.0 menganalisis data mentah dunia nyata, mereka harus melakukannya menggunakan struktur yang mencerminkan dunia fisik nyata. Meski terdengar rumit, prinsipnya sangat sederhana. Untuk menggunakan kembali contoh AC, komputer mikro internal menjalankan program untuk mengukur variabel yang menggambarkan suhu ruangan (mari kita sebut variabel ini “T”). Program ini membandingkan nilai T dengan pengaturan suhu yang terdaftar dan kemudian menentukan apakah akan mengaktifkan atau menghentikan aliran udara. Oleh karena itu, AC tersebut mempunyai model siber diskrit yang menganalisis ruangan dengan parameter tunggal, T. Kita sebut saja “model ruangan”. Sistem pendingin udara modern juga dapat mendeteksi posisi orang di dalam ruangan dan menyesuaikan suhunya. Sistem seperti ini memungkinkan model ruang cyber yang lebih kompleks, yang menggunakan berbagai parameter seperti ukuran ruangan, suhu berbagai bagian ruangan, dan posisi penghuni ruangan. Semakin dekat keinginan seseorang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan kebahagiaan dan kenyamanan, maka model sibernya harus semakin terperinci (atau mendekati dunia nyata) (lihat Gambar 2.1). Tujuan akhir dari Society 5.0 adalah untuk menggabungkan model dunia nyata ke dalam dunia maya sehingga model tersebut dapat memberikan solusi yang sangat berbeda terhadap permasalahan kehidupan nyata.

Lalu, apa yang dimaksud dengan ruang fisik? Ruang fisik mengacu pada dunia nyata, tempat data mentah dikumpulkan dan solusi diterapkan. Beberapa orang mungkin mengartikan “dunia nyata” sebagai segala sesuatu yang nyata, termasuk sistem komputer. Oleh karena itu, literatur pemerintah mengadopsi deskripsi “fisik” untuk membedakan ruang ini dari dunia maya. Buku ini menggunakan ungkapan “ruang fisik (dunia nyata).”



Gambar 2.1 Ruang fisik (ruangan) dan ruang siber (model ruangan ber-AC)

Seperti yang dijelaskan pada bagian selanjutnya, gagasan penggabungan ruang siber dengan ruang fisik (dunia nyata) mengacu pada siklus di mana data mengalir dengan lancar dari ruang fisik (dunia nyata) ke ruang siber dan kemudian mengalir kembali dari ruang siber ke ruang fisik (dunia nyata). dunia) dalam bentuk informasi yang bermakna. Sampai saat ini, kita mengandalkan sistem seperti pasokan energi dan sistem transportasi kereta api, yang masing-masing mengatur sebagian dunia fisik dan dikendalikan secara terpisah. Namun, ketika semua sistem ini saling terhubung melalui dunia maya, mereka akan memungkinkan layanan yang lebih canggih dan menghasilkan nilai yang jauh lebih besar di dunia nyata.

Menuju Masyarakat yang Berpusat pada Masyarakat

Melalui mekanisme yang dijelaskan di atas, Society 5.0 akan menjadi masyarakat yang berpusat pada kerakyatan. Awalnya, tujuan dari AC adalah untuk menjaga ruangan pada suhu yang diinginkan. Masalahnya cukup sederhana jika pengendalian suhu adalah satu-satunya tujuan kita, namun segalanya menjadi lebih rumit ketika tujuan kita adalah masyarakat yang berpusat pada manusia. Strategi komprehensif pemerintah pada tahun 2017 menggambarkan masyarakat yang berpusat pada manusia sebagai masyarakat yang dapat “menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian masalah-masalah sosial ... untuk memastikan bahwa semua warga negara dapat menjalani kehidupan berkualitas tinggi yang penuh kenyamanan dan vitalitas.” Para penulis strategi menggambarkan hal ini karena mereka memahami betapa sulitnya menyeimbangkan pembangunan ekonomi, penyelesaian permasalahan sosial, dan kualitas hidup. Society 5.0 diusulkan sebagai cara untuk mencapai prestasi ini. Pendingin udara memainkan peran yang sangat berharga dalam masyarakat; banyak kantor dan pabrik akan kesulitan berfungsi jika tempat mereka tidak memiliki AC yang nyaman.

Namun AC juga berkontribusi terhadap pemanasan global: AC sering kali menggunakan listrik yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil, yang melepaskan gas rumah kaca. Oleh karena itu, kita tidak bisa hanya mempertimbangkan kebutuhan untuk menjaga bangunan tetap nyaman dan ber-AC; kita juga harus mempertimbangkan dampaknya terhadap masyarakat secara keseluruhan, atau bahkan terhadap keseluruhan ekosistem kita. Seperti yang diilustrasikan dalam contoh ini, menyeimbangkan kedua kepentingan ini bukanlah tugas yang mudah. Jika kita hanya mengejar pertumbuhan ekonomi, kita mungkin akan menjadi masyarakat dengan produksi massal dan konsumsi massal, dan dalam prosesnya akan merugikan planet bumi. Namun, jika kita melupakan kesenangan dan membatasi konsumsi energi seminimal mungkin, hidup menjadi membosankan dan tidak nyaman. Terlebih lagi, jika kita semua hidup sederhana, perekonomian akan terhenti. *Society 5.0* adalah upaya untuk mengatasi dilema yang tampaknya sulit diselesaikan ini. Dalam buku ini, kami menguraikan pendekatan terhadap dilema ini, sebuah pendekatan yang kami sebut “Inovasi Habitat.” Kami juga mengkaji arah perkembangan teknologi yang mendasari Habitat Innovation.

Tugas menyelesaikan permasalahan sosial tanpa mengorbankan kualitas hidup sulit dilakukan karena alasan lain: hal ini mengharuskan kita menyeimbangkan apa yang terbaik bagi masyarakat dan apa yang terbaik bagi individu. Misalkan Anda tinggal sendirian di apartemen satu kamar. Siapa yang menentukan pengaturan suhu AC Anda? Yang jelas, Anda bebas memutuskannya sendiri. Namun, anggap saja Anda hanyalah salah satu penghuninya.

Setiap orang mungkin memiliki preferensi suhunya masing-masing. Bagaimana Anda memastikan bahwa Anda semua bahagia dan nyaman? Haruskah Anda melakukan jajak pendapat mengenai suhu yang disukai masing-masing orang dan kemudian menghitung rata-ratanya? Haruskah Anda berdebat mengenai suhu ideal dan kemudian melakukan pemungutan suara? Haruskah seseorang dalam kelompok Anda mengambil keputusan akhir? Tidak sesederhana itu lagi, bukan? Namun skenario seperti ini berada pada ujung spektrum yang mudah. Bayangkan saja menerapkan hal ini pada skenario sosial yang lebih kompleks, di mana Anda harus mempertimbangkan kebahagiaan banyak individu, dan melakukannya menggunakan serangkaian skala dan metrik yang memusingkan. Bisakah Anda mendamaikan atau menemukan keseimbangan yang dapat diterima antara kepentingan masyarakat dan kepentingan individu di dalamnya? Tantangan ini pada tingkat mendasar terkait dengan pertanyaan tentang apa yang kita maksud dengan “kehidupan berkualitas tinggi yang penuh kenyamanan dan vitalitas.” Ada banyak definisi dan ukuran kesejahteraan yang berbeda. Kesejahteraan tidak seperti suhu ruangan; Anda tidak dapat mengukurnya dalam banyak kasus. Kita memerlukan lebih banyak waktu hingga kita dapat memperoleh solusi yang jelas terhadap masalah ini, namun untuk saat ini, para peneliti humaniora dan ilmu sosial sedang menyelidiki pinggiran materi dan mempertimbangkan cara terbaik untuk mendekati inti materi.

Visi masyarakat yang dideskripsikan oleh Society 5.0 mengharuskan kita memikirkan dua jenis hubungan: hubungan antara teknologi dan masyarakat dan hubungan yang dimediasi teknologi antara individu dan masyarakat.

2.2 MENGGABUNGKAN RUANG SIBER DENGAN RUANG FISIK

Pada bagian sebelumnya, kita telah mempelajari bahwa mekanisme yang mendasari Society 5.0 adalah menyatunya dunia maya dengan ruang fisik (dunia nyata). Bagian ini menjelaskan lebih lanjut apa arti konvergensi dan bagaimana konvergensi dapat memberikan manfaat bagi masyarakat.

Memodelkan Masalah Dunia Nyata

Dunia maya adalah dunia elektronik di dalam komputer. Data dari ruang fisik (dunia nyata) dianalisis di dunia maya untuk mendapatkan solusi untuk mengelola atau memperbaiki masyarakat. Setelah solusi ini diterapkan di ruang fisik (dunia nyata), hasilnya akan dievaluasi, yang kemudian menghasilkan data. Data ini kemudian dimasukkan kembali ke dunia maya untuk dianalisis dan, jika ada masalah, solusi lebih lanjut akan diambil. Siklus ini, dimana masyarakat terus-menerus disesuaikan dan diperbaiki, adalah inti dari Society 5.0.

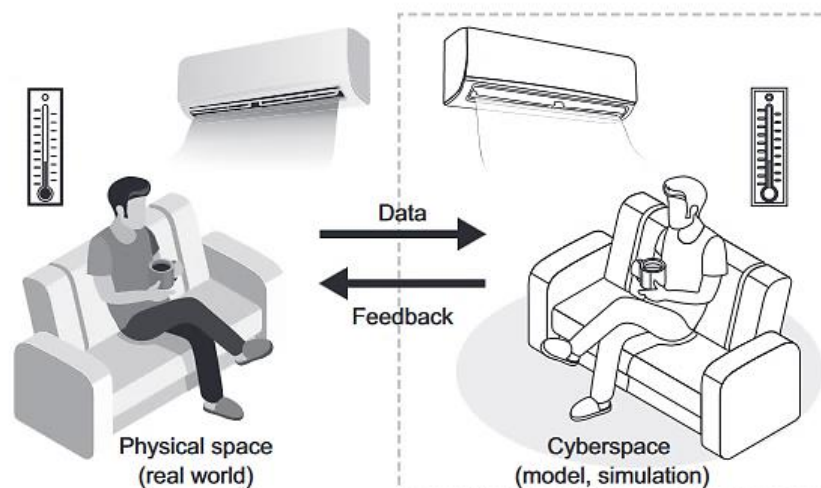
Untuk mendapatkan solusi bagi ruang fisik (dunia nyata), dunia maya harus memiliki struktur yang mencerminkan dunia nyata. Perhatikan sekali lagi contoh AC (lihat Gambar 2.2). Dalam hal ini, model cyber harus memiliki struktur pencerminan dunia nyata yang diperlukan untuk pengkondisian ruangan. Dengan kata lain, sistem harus memodelkan karakteristik fisik ruangan untuk memahami bagaimana ruangan akan berubah jika aliran udara ditambah atau dikurangi. Jika sistem memodelkan fitur ruangan sebagaimana kenyataannya, sistem dapat

menjalankan simulasi dunia maya dan mempelajari strategi untuk menjaga ruangan tetap ber-AC secara optimal.

Dampak tingkat aliran udara tertentu terhadap suhu ruangan akan bergantung pada berbagai faktor, termasuk ukuran ruangan, sifat insulasi panas dinding, jumlah penghuni, dan suhu luar. Bukanlah tugas yang mudah untuk mendapatkan model yang secara akurat mencerminkan kondisi ruangan di kehidupan nyata. Di sinilah Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan (AI) berperan. IoT memungkinkan data yang bervariasi dan banyak (dalam hal ini, ukuran ruangan, suhu di berbagai bagian ruangan, penghuni ruangan, dan distribusi spasialnya, dll) untuk dikumpulkan di dunia maya. AI, di sisi lain, dapat menganalisis sejumlah besar data yang diperoleh dan kemudian membuat model dunia maya dari ruangan yang berperilaku seperti aslinya.

Setelah model siber ini terbentuk, sistem dapat memperkirakan cara terbaik untuk mengkondisikan ruangan dan kemudian menerapkan strategi ini di ruang fisik (dunia nyata). Sistem ini dapat mengukur bagaimana aliran udara mempengaruhi suhu ruangan dan memasukkan informasi ini kembali ke dunia maya. Jika suhu ruangan sebenarnya berbeda dari suhu target, maka model siber ruangan tersebut pasti meleset dari sasaran. AI mencatat kesalahan tersebut dan menyesuaikan kembali modelnya. Melalui siklus kalibrasi ini, model cyber ruangan tersebut pada akhirnya akan cukup menyerupai ruangan sebenarnya. Jadi, ketika literatur menyebutkan “penggabungan” ruang siber dan ruang fisik, itu berarti bahwa kedua ruang ini sudah sangat mirip satu sama lain sehingga tidak bisa dibedakan.

Gagasan menggabungkan dunia maya dan dunia fisik bukanlah hal baru. Pembangkit listrik dan transportasi kereta api, misalnya, kini menggunakan sistem kendali yang memodelkan lingkungan targetnya sehingga dapat menyuplai tingkat energi yang tepat atau menjalankan kereta tepat waktu. Sistem seperti ini dikenal sebagai sistem cyber-fisik (CPS). Namun, konvergensi dunia maya dan fisik yang dibayangkan oleh Society 5.0 tidak melibatkan sistem yang terpisah dan terisolasi. Society 5.0 adalah tentang konvergensi siber-fisik di tingkat masyarakat secara keseluruhan. Konvergensi pada tingkat makro ini mungkin dapat digambarkan sebagai menyatunya ruang dengan ruang.



Gambar 2.2 Memodelkan dunia nyata

Memahami Bagaimana Layanan Saling Terhubung

Ketika konvergensi membuahkan hasil, model-model yang selama ini dihasilkan secara terpisah di setiap sistem akan saling terhubung di dunia maya. Konsekuensinya, kita akan melihat bagaimana berbagai layanan saling terhubung. Apa manfaat wawasan ini bagi masyarakat?

Kami mengandalkan berbagai jenis layanan, termasuk layanan yang terkait dengan energi, transportasi, air, layanan kesehatan, keamanan publik, distribusi, ritel, pendidikan, dan hiburan. Tampaknya masing-masing layanan terpisah, namun sebenarnya saling berhubungan. Untuk membangun masyarakat yang lebih baik, kita harus belajar melihat bagaimana layanan saling terhubung dan merancang solusi yang sesuai.

Ambil contoh kemacetan lalu lintas perkotaan. Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan mengembangkan sistem kereta bawah tanah, namun hal ini membutuhkan waktu dan uang. Sebelum terburu-buru mengambil tindakan, ada baiknya Anda memikirkan dulu penyebab kemacetan itu terjadi. Di beberapa kota, masyarakat lebih memilih bepergian dengan mobil karena keamanan publik yang buruk. Di kota-kota lain, penyebab kemacetan mungkin karena infrastruktur air yang tidak memadai, sehingga menyebabkan jalanan tergenang saat hujan turun. Di beberapa kota, terdapat infrastruktur sungai yang kaya, namun penduduknya menghindari bus sungai karena polusi air akibat urbanisasi yang pesat. Dalam kasus lain, kemacetan disebabkan oleh maraknya parkir liar, yang disebabkan oleh kegagalan dalam membangun fasilitas parkir yang memadai di dekat pasar. Seperti yang diilustrasikan oleh contoh-contoh ini, transportasi saling berhubungan dengan layanan lain. Oleh karena itu, meskipun sistem kereta bawah tanah mungkin merupakan solusi yang efektif untuk mengatasi kemacetan, jika interkoneksi dengan layanan lain dipertimbangkan, maka akan menjadi alternatif yang lebih murah dan cepat, seperti meningkatkan keamanan publik, membangun infrastruktur air yang lebih baik, meningkatkan pemurnian air limbah, atau merelokasi pasar. mungkin ditemukan.

Jika seluruh kota dimodelkan dalam dunia maya, maka akar permasalahannya dapat dianalisis secara menyeluruh, yang dalam hal ini adalah kemacetan lalu lintas. Hal ini juga akan memfasilitasi proses merancang solusi; simulasi dapat dijalankan di dunia maya untuk mengidentifikasi cara terbaik mengalokasikan anggaran yang terbatas untuk menghilangkan kemacetan. Dampak sekunder dari setiap solusi potensial juga dapat diidentifikasi untuk menghindari konsekuensi yang tidak diinginkan.

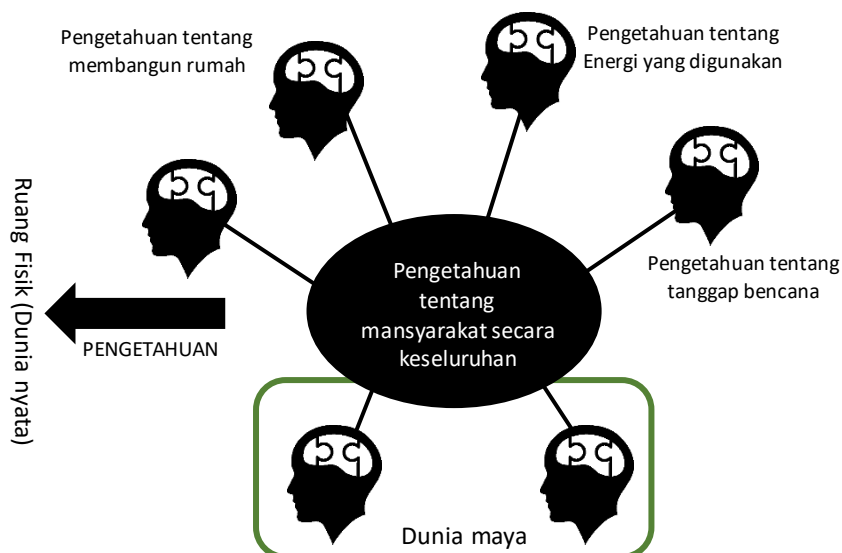
Para perencana kota telah mengkaji hubungan antara berbagai layanan. Perbedaannya adalah konvergensi dunia maya dan ruang fisik (dunia nyata) akan menghasilkan sumber daya data yang sangat besar yang dikumpulkan dari ruang fisik (dunia nyata). Data ini akan membantu perencana kota memahami interaksi antara berbagai layanan dengan lebih akurat. Dengan kata lain, AI dapat menemukan hubungan yang mungkin diabaikan oleh manusia. Dengan AI seperti itu, kita akan mempelajari bagaimana berbagai layanan di suatu area berinteraksi dalam jangka pendek, dan bagaimana layanan tertentu akan membentuk layanan lain dalam rentang waktu yang lebih lama. Selain itu, wawasan yang diperoleh dari AI mengenai dinamika antarlayanan dapat menghasilkan layanan baru. Di tahun-tahun

mendatang, semua kemungkinan ini akan mendapatkan perhatian yang lebih serius dibandingkan yang telah diterima selama ini.

Dengan demikian, dengan menggabungkan dan menghubungkan layanan-layanan dunia maya, yang selama ini dikelola dan dikelola secara terpisah, akan dimungkinkan untuk mengintegrasikan layanan-layanan tersebut, dan dengan demikian memperoleh nilai baru dalam ruang fisik (dunia nyata). Inilah nilai yang dapat kita peroleh dari menghubungkan layanan melalui dunia maya.

Mengumpulkan dan Berbagi Pengetahuan

Layanan bukanlah satu-satunya hal yang dapat dihubungkan di dunia maya. Kota dapat dihubungkan dengan kota lain, dan masyarakat dengan masyarakat lain. Dengan memodelkan sebuah kota atau masyarakat di dunia maya dan menghubungkannya dengan kota atau masyarakat lain, pengetahuan yang ada dapat diekstrapolasi.



Gambar 2.3 Mengumpulkan dan berbagi pengetahuan

Mari kita perhatikan sebuah contoh. Bayangkan Anda telah menganalisis beberapa data yang berkaitan dengan suatu kota dengan menggunakan metode tertentu. Cara ini mungkin bisa diterapkan di kota lain. Karena kedua kota tersebut memiliki lingkungan yang berbeda, hasil analisis Anda di kota kedua mungkin memiliki kegunaan yang terbatas dalam bentuk mentahnya, namun metode analisisnya sendiri dapat diterapkan pada kedua kota tersebut. Sekarang katakanlah Anda menerapkan strategi di satu kota dan mencatat hasilnya. Terlepas dari keberhasilan atau kegagalan strategi ini, pembelajaran yang diperoleh dapat diterapkan di kota-kota lain dalam banyak kasus. Demikian pula, data kasus mengenai solusi permasalahan di Jepang mungkin dapat diterapkan di negara-negara berkembang, sehingga dapat mengatasi hambatan fisik dan temporal.

Seperti disebutkan sebelumnya, “ruang siber” awalnya berarti ruang imajiner atau virtual di mana sejumlah besar data mentah diakses secara bebas dan luas serta diubah menjadi informasi bermakna, yang kemudian dibagikan atau dilihat oleh pengguna yang berbeda. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, infrastruktur di mana dunia maya berada

adalah jaringan komputer yang sangat beragam. Jaringan komputer ini memungkinkan informasi dan pengetahuan untuk dibagikan tanpa batasan waktu dan ruang. Akumulasi dan berbagi pengetahuan adalah tujuan awal dari dunia maya (lihat Gambar 1.3).

Ada banyak cara di mana dunia maya dapat memfasilitasi akumulasi dan berbagi pengetahuan, selain memodelkan dan menganalisis fenomena di ruang fisik (dunia nyata). Misalnya, jika sebuah kota berhasil menjadi masyarakat super cerdas, pengetahuan di balik keberhasilan ini dapat diterapkan pada hari berikutnya di kota lain yang letaknya jauh. Kemudian, beberapa dekade kemudian, pengetahuan tersebut dapat digunakan di luar negeri, di negara yang perekonomiannya kurang berkembang.

Pada bagian ini, kita membahas apa yang dimaksud dengan “penggabungan ruang siber dan ruang fisik (dunia nyata)” dalam konteks Society 5.0. Kami juga membahas bagaimana dunia maya dapat membantu kita menghubungkan fenomena dunia nyata sehingga menciptakan nilai baru. “Penggabungan” mengacu pada proses pengumpulan data mentah dari ruang fisik (dunia nyata), menggunakan data tersebut untuk mendapatkan model di dunia maya, dan terus menyempurnakan model tersebut. Proses ini menciptakan nilai dimana model menghasilkan pengetahuan baru, yang kemudian dapat diakumulasi dan dibagikan. Hal ini berbeda dengan proses yang ada saat ini, yaitu pengumpulan data yang lebih luas, dan dikumpulkan pada volume yang jauh lebih besar dan frekuensi yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan. Perbedaan lainnya adalah AI dan inovasi modern lainnya dapat memproses lautan data yang luas untuk memperoleh pengetahuan baru.

Sejauh kita fokus pada aspek produksi pengetahuan, kita bisa menyebut Society 5.0 sebagai masyarakat yang intensif pengetahuan. Jika kita lebih fokus pada aspek produksi data, kita mungkin bisa menyebutnya sebagai masyarakat berbasis data. Sejauh ini, kita belum secara jelas mendefinisikan istilah “data”, “informasi”, dan “pengetahuan”. Namun, bagian berikut ini akan memperjelas penggunaan masing-masing istilah tersebut dan kemudian membahas apa yang kami maksud dengan masyarakat yang padat pengetahuan dan masyarakat yang didorong oleh data.

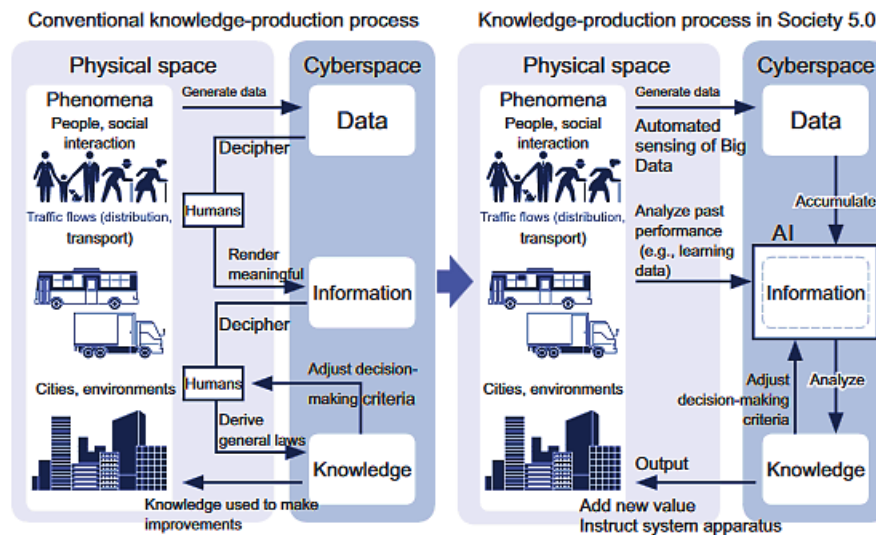
2.3 MASYARAKAT PADAT PENGETAHUAN

Society 5.0 mengidentifikasi tiga elemen yang mendorong inovasi sosial: data, informasi, dan pengetahuan. Pada bagian ini, kami memperjelas arti ketiga istilah tersebut dan menjelaskan bagaimana Society 5.0 merupakan masyarakat yang padat pengetahuan (lihat Gambar 2.4).

Data, Informasi, dan Pengetahuan

Pertama, apa itu data? Secara umum, data mengacu pada fenomena berwujud dan tidak berwujud dalam ruang fisik (dunia nyata) yang direpresentasikan sebagai nilai numerik, keadaan, nama, atau angka biner (0 atau 1) yang memberi tahu kita apakah suatu benda ada atau tidak. Untuk mengilustrasikan definisi ini, kita akan mengacu pada populasi kotamadya hipotetis (sebut saja Kota A). Di Jepang, jumlah penduduk suatu kota dapat dihitung dengan mengacu pada entri yang relevan dalam daftar penduduk nasional (“Daftar Penduduk Dasar”). Dari sumber tersebut dapat diketahui atribut penduduk Kota A, antara lain jenis kelamin,

komposisi rumah tangga, dan alamat. Fakta-fakta ini mewakili data Kota A. Data merupakan elemen paling mendasar dari tiga elemen (data, informasi, dan pengetahuan) yang terakumulasi di dunia maya.



Gambar 2.4 Data, informasi, dan pengetahuan

Jika ini data, apa itu informasi? Informasi adalah data yang telah dijadikan bermakna dengan memilih dan memrosesnya untuk tujuan tertentu atau sebagai bagian dari suatu tindakan. Untuk kembali ke Kota A, setelah Anda memiliki data populasi mentah, data tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan kelompok umur untuk melihat tren demografi selama 10 tahun terakhir atau tingkat penuaan. Perincian umur juga dapat digunakan untuk membuat grafik yang menunjukkan piramida penduduk. Hasil analisis tersebut mewakili informasi Kota A. Dengan menganalisis tren demografi, Anda dapat menentukan apakah Kota A berada pada jalur pertumbuhan (populasinya terus bertambah) atau sedang mengalami penurunan (populasinya menyusut). Penambahan indikasi bermakna itulah yang mengubah data menjadi informasi.

Misalkan informasi tersebut memberitahu Anda bahwa populasi Kota A menyusut. Untuk mengatasi masalah ini, Anda harus menganalisis penyebab penurunan populasi. Mungkin penurunan ini disebabkan oleh menurunnya angka kelahiran dan penuaan populasi. Atau mungkin ada net outflow (jumlah penduduk yang pindah dari kota melebihi jumlah penduduk yang datang). Keputusan tentang apa yang harus dilakukan dapat dilakukan dengan membandingkan tren populasi Kota A dengan kota-kota lain dan mengacu pada model praktik terbaik yang dikembangkan oleh para ahli. Pengetahuan, kemudian, adalah apa yang memungkinkan Anda membuat keputusan. Informasi menjadi pengetahuan ketika dipahami, dianalisis, dan dikaitkan dengan hukum umum, termasuk praktik terbaik dan preseden. Pengetahuan juga dapat digambarkan sebagai pengamatan umum yang diambil dari kasus-kasus individual. Pengetahuan memungkinkan Anda menduga penyebab suatu masalah, dan juga membantu Anda mendapatkan solusi untuk mengatasi faktor-faktor penyebab tersebut.

Semakin banyak pengetahuan yang Anda miliki, semakin siap Anda untuk mengambil keputusan berdasarkan informasi yang bijaksana.

Apa Itu Masyarakat yang Intensif Pengetahuan?

Data menjadi berguna bagi kita setelah kita mengubahnya menjadi informasi, dan kemudian menjadi pengetahuan. Sampai sekarang, proses konversi ini didorong oleh interaksi manusia-komputer. Dalam Society 5.0, prosesnya akan berjalan tanpa campur tangan manusia; dari ketiga elemen tersebut, manusia hanya akan memperoleh peluang lebih besar untuk mengakses pengetahuan yang diturunkan dari AI, yang merupakan hasil akhir dari proses konversi.

Bagaimana perubahan ini akan berdampak pada masyarakat? Seperti negara-negara maju lainnya, Jepang berevolusi dari masyarakat padat karya, yang produksinya bergantung pada upaya tenaga kerja dalam jumlah besar, menjadi masyarakat padat modal, yang berfokus pada barang-barang berwujud dan didasarkan pada produksi massal dan konsumsi massal (keduanya yang sebagian besar diakibatkan oleh revolusi industri). Dalam masyarakat padat modal, kota-kota berkembang di sekitar pelabuhan dan bandara dimana barang-barang berwujud dikumpulkan. Namun, dalam cara berpikir Society 5.0, nilai dihasilkan bukan dari kelompok aset berwujud, melainkan dari ruang pengetahuan ruang di mana data dan informasi dikumpulkan, lalu diuraikan dan disebarluaskan melalui pengetahuan (Gonokami 2017). Dalam hal ini, masyarakat yang padat pengetahuan merupakan aspek kunci dari Society 5.0.

Pengetahuan baru akan muncul ketika data dan informasi disebarluaskan secara saling berhubungan. Pengetahuan baru dapat memicu inovasi di industri tersier seperti jasa, namun hal ini juga akan terjadi di industri primer dan sekunder yang lebih tradisional seperti pertanian dan manufaktur. Sektor pertanian Jepang agak tidak efisien karena lahan pertanian tersebar secara sporadis. Namun, Jepang yang kaya akan pengetahuan dapat memicu kebangkitan pertanian dengan memanfaatkan informasi spasial yang terperinci dan pengetahuan prediktif cuaca serta teknologi drone dan robot. Masyarakat yang padat pengetahuan juga dapat melahirkan industri-industri baru dan mengubah struktur industri.

Untuk mencapai perubahan paradigma ini, universitas dan dunia usaha, yang selama ini memainkan peran penting dalam pengembangan teknologi, perlu memainkan peran baru. Peran teknologi sejauh ini adalah untuk memberikan nilai tambah pada barang-barang berwujud, namun dalam masyarakat yang padat pengetahuan, universitas dan dunia usaha perlu membantu mengembangkan industri-industri baru, yang pada gilirannya akan menghasilkan nilai baru melalui pengelompokan dan penggabungan pengetahuan.

Aturan dan Norma dalam Masyarakat Padat Pengetahuan

Dalam masyarakat yang padat pengetahuan di masa depan, teknologi akan memainkan peran penting dalam membangun arsitektur integrasi informasi arsitektur yang memungkinkan data dikumpulkan, disintesis, dan kemudian diintegrasikan dengan informasi di berbagai bidang. Namun, pada saat yang sama, kita harus menetapkan aturan dan norma yang mengatur cara kita mendekati data. Produsen data harus menjunjung aturan dan standar perilaku tertentu, dan pihak yang menganalisis atau menggunakan data harus cukup melekat data.

Mari kita pertimbangkan situasi yang dihadapi produsen data. Teknologi memfasilitasi proses perolehan pengetahuan, namun betapapun canggihnya proses ini, jika data tidak sesuai untuk dianalisis, Anda akan gagal memperoleh pengetahuan yang akurat. Meskipun proses otomatis dapat menangkap beberapa kesalahan data, saat ini sulit untuk menangkap setiap kesalahan karena kurangnya sistem yang terkoordinasi. Dengan kata lain, setiap produsen data mengikuti metode produksi datanya masing-masing. Untuk mengilustrasikan hal ini, kita akan menggunakan contoh yang lazim: pariwisata. Hingga tahun 2009, ketika Badan Pariwisata Jepang mengeluarkan Standar Umum untuk Memperkirakan Kedatangan Wisatawan (Japan Tourism Agency 2019), setiap kota menerapkan metodenya sendiri dalam mensurvei dan mengumpulkan data wisatawan. Praktik ini membuat data tidak berguna; meskipun tren wisatawan dapat dianalisis di setiap kota, tren antar kota tidak dapat dibandingkan. Masalah lainnya adalah meskipun datanya tidak dapat dibandingkan, pihak ketiga mungkin saja akan mencoba melakukan perbandingan, sehingga akan menghasilkan pengetahuan yang salah. Jika seseorang dapat menghitung jumlah pengunjung dengan perangkat sederhana dan kemudian mempublikasikan datanya secara online, maka yang lebih penting adalah menetapkan standar dan prosedur umum, sehingga produsen data mendekati data tersebut dengan bijaksana, dan memahami bagaimana data tersebut akan digunakan.

Literasi Informasi

Bagaimana dengan orang-orang yang menganalisis dan menggunakan data tersebut? Salah satu tugas utama dalam kaitannya dengan Society 5.0 adalah memastikan bahwa individu-individu tersebut melek data dan informasi pribadi. Mari kita perhatikan sebuah contoh. Sebagai bagian dari program Horizon 2020 Uni Eropa (Komisi Eropa 2019), Barcelona mengorganisir proyek “warga negara cerdas”, di mana warga mengembangkan papan sensor yang dapat dipasang di balkon untuk memantau polusi udara dan suara. Data yang direkam oleh sensor dipublikasikan sebagai data sumber terbuka (Smart Citizens 2019), dan masyarakat dapat menggunakan data sumber terbuka ini dalam kampanye mereka untuk kebijakan lingkungan yang lebih baik. Dalam proyek ini, warga Barcelona adalah produsen data, dan sejauh mereka memperoleh informasi yang berarti dari data, mereka juga merupakan pengguna data. Sebaliknya, masyarakat Jepang biasanya menganggap penggunaan data sebagai hak milik pegawai negeri dan dunia usaha, dan hanya sedikit yang melihat data sebagai sesuatu yang dapat mereka gunakan sendiri, seperti yang dilakukan oleh “warga negara cerdas” di Barcelona. Yang penting adalah mendorong diskusi dan tindakan publik terkait penggunaan data di seluruh masyarakat.

Manfaat Society 5.0 harus dinikmati semua orang. Sebagaimana dinyatakan dalam literatur pemerintah Jepang, Society 5.0 harus menjadi masyarakat yang, “melalui tingginya tingkat penggabungan antara dunia maya dan ruang fisik, akan mampu menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian masalah sosial dengan menyediakan barang dan jasa yang secara terperinci menjawab berbagai kebutuhan laten tanpa memandang lokasi, usia, jenis kelamin, atau bahasa.” Tapi bisakah Anda mendapatkan terlalu banyak hal yang baik? Jika setiap layanan dan bisnis sangat didorong oleh data, bukankah hal ini akan mendorong masyarakat untuk kehilangan hak pilihan mereka di masyarakat dan secara pasif mengikuti

rekomendasi yang dihasilkan oleh AI mengenai barang apa yang harus dibeli atau layanan apa yang akan digunakan? Kedengarannya bukan kehidupan yang menarik. Jika barang dan jasa masyarakat ingin tersedia bagi semua orang, kita harus memastikan bahwa masyarakat masih menjalani kehidupan yang kreatif dan berorientasi pada tujuan. Untuk mencapai tujuan ini, universitas dan dunia usaha akan mempunyai peran yang semakin penting. Seiring kita bergerak menuju kehidupan yang benar-benar berpusat pada masyarakat, kemajuan teknologi informasi harus dibarengi dengan upaya untuk melatih inovator industri dan meningkatkan literasi informasi setiap warga negara. Perguruan tinggi, selain memacu kemajuan teknologi seperti sebelumnya, juga harus bertanggung jawab untuk menumbuhkan literasi di kalangan pengguna informasi melalui kurikulum umum dan pendidikan berulang, sehingga dapat mendorong masyarakat sipil yang mewujudkan Society 5.0.

2.4 MASYARAKAT BERBASIS DATA

Society 5.0 digambarkan sebagai masyarakat yang didorong oleh data. Apa yang dimaksud dengan masyarakat berbasis data? Kita hidup dalam masyarakat yang disebut masyarakat informasi, lalu apa bedanya dengan masyarakat berbasis data? Bagian sebelumnya mendefinisikan informasi sebagai data yang telah diproses dan dijadikan bermakna, sedangkan pengetahuan didefinisikan sebagai hukum empiris umum yang diambil dari informasi tersebut. Dibandingkan dengan informasi dan pengetahuan, data ada pada tingkat yang lebih mendasar. Lalu, apa artinya suatu masyarakat didorong oleh ketiga elemen yang paling primitif ini? Masyarakat berbasis data sangat penting untuk memahami Society 5.0, sebuah poin yang diilustrasikan dengan tepat oleh fakta bahwa kedua istilah tersebut muncul dalam “Strategi Pertumbuhan 2018” Pemerintah Jepang (Dewan Strategi Pertumbuhan 2018). Oleh karena itu, bagian ini mengeksplorasi pertanyaan tersebut secara rinci.

Apa Itu Masyarakat Berbasis Data?

Pertama, mari kita lihat bagaimana masyarakat berbasis data didefinisikan dalam literatur pemerintah. Istilah ini muncul dalam literatur bahkan sebelum Society 5.0 diusulkan. Misalnya, hal ini muncul dalam laporan Dewan Struktur Industri Kementerian Ekonomi, Perdagangan dan Industri (METI) pada tahun 2015 (Kementerian Perekonomian 2015). Laporan ini mendefinisikan masyarakat berbasis data sebagai masyarakat “di mana CPS yang disebutkan di atas diterapkan pada berbagai masyarakat industri melalui digitalisasi dan jaringan berbagai hal menggunakan IoT, dan data digital diubah menjadi kecerdasan dan diterapkan ke dunia nyata, dan kemudian data memperoleh nilai tambah dan menggerakkan dunia nyata.” Dalam kutipan ini, “kecerdasan” disamakan dengan informasi dan pengetahuan yang dibahas pada bagian sebelumnya.

Sederhananya, masyarakat berbasis data adalah masyarakat di mana data (yang dikumpulkan oleh jaringan IoT) diubah menjadi informasi dan pengetahuan, yang kemudian “mendorong” (atau seperti yang dikatakan dalam literatur, “menggerakkan”) dunia nyata. Meskipun definisi ini akurat, namun mungkin masih membuat pembaca bingung. Bagian sebelumnya menjelaskan hubungan antara data, informasi, dan pengetahuan, namun hal ini

tidak memberi kita gambaran yang jelas tentang bagaimana data menggerakkan dunia nyata. Jadi, bagaimana sebenarnya data menggerakkan dunia nyata? Ini menggerakkan dunia dengan dua cara berbeda. Pertama, data menggerakkan dunia secara tidak langsung melalui manusia. Artinya, sumber daya data yang sangat besar memberikan informasi dan memandu pengambilan keputusan oleh manusia, yang kemudian berdampak pada perubahan di dunia. Kedua, data menggerakkan dunia secara langsung (tanpa mediasi manusia) melalui proses otomatis. Mari kita perhatikan contoh keduanya.

Mengenai hal pertama, misalkan Anda sedang merancang sistem transportasi perkotaan; dalam pendekatan konvensional, Anda akan berkonsultasi dengan data dan kemudian mengambil keputusan berdasarkan data tersebut. Anda akan mengandalkan banyak peneliti untuk mengumpulkan data volume lalu lintas menggunakan head counter yang dioperasikan secara manual, dan temuan ini akan menginformasikan rancangan Anda untuk lalu lintas jalan raya, layanan bus, sistem metro, dan sejenisnya. Namun, karena pengumpulan data lalu lintas ini memerlukan biaya yang besar, maka hanya tersedia dalam jumlah terbatas (hanya ada data untuk sejumlah lokasi tertentu di kota dan data ini bertanggal beberapa tahun).

Namun, dalam masyarakat yang berbasis data, data yang tersedia akan sangat beragam baik volume maupun luasnya, serta merupakan data real-time. Teknologi memungkinkan Anda memantau arus lalu lintas di seluruh kota secara real-time. Misalnya, untuk memantau arus orang, Anda dapat merujuk pada data ponsel cerdas atau mengakses data kartu transportasi prabayar (dikenal sebagai kartu IC di Jepang). Untuk memantau volume lalu lintas pejalan kaki dan kendaraan, Anda dapat menganalisis rekaman kamera CCTV yang dipasang di sepanjang jalan dan di gedung. Anda juga dapat menggabungkan data ini dengan data belanja untuk mendapatkan wawasan tentang motif pergerakan masyarakat. Dengan memodelkan semua data perkotaan secara real-time secara visual, Anda akan memahami keseluruhan cara kerja dan dinamika kota.

Sebelum melakukan perubahan apa pun di kota ini, Anda harus mengadakan proses konsultasi di mana banyak pemangku kepentingan berbagi pemahaman mereka tentang status quo dan bagaimana hal itu harus diubah, jika memang ada. Model visual kota yang didasarkan pada data yang banyak, beragam, dan real-time akan secara radikal membentuk proses konsultasi dan pengambilan keputusan. Inilah yang dimaksud dengan data yang menggerakkan masyarakat secara tidak langsung, melalui manusia.

Sekarang mengenai arti terakhir sebuah masyarakat yang digerakkan langsung oleh sistem otomatis. Salah satu contoh sistem kendali otomatis adalah sinyal lalu lintas. Lampu lalu lintas berubah antara merah, kuning, dan hijau, berkat pengoperasian program komputer internal, yang dirancang manusia. Namun, jika kita menginginkan masyarakat yang berpusat pada masyarakat seperti yang digambarkan oleh Society 5.0, kita harus mempertimbangkan banyak variabel dan kebutuhan, bahkan jika kita membatasi fokus kita pada sistem pengendalian lalu lintas. Pengemudi mungkin menginginkan kemacetan yang minimal, warga mungkin menginginkan arus lalu lintas yang minimal sehingga dapat membatasi asap knalpot, dan pejalan kaki mungkin ingin memiliki waktu tunggu yang minimal di penyeberangan.

Perlindungan kereta api dapat menjadi sumber kemacetan lalu lintas, sehingga jadwal kereta api juga harus dipertimbangkan. Secara keseluruhan, sistem pengendalian lalu lintas adalah masalah yang sangat kompleks.

Mustahil bagi manusia untuk merancang suatu program yang dapat mengendalikan sinyal lalu lintas secara optimal, dengan mempertimbangkan semua variabel dan kebutuhan di atas. Oleh karena itu, kita harus melihat ke AI. Manusia dapat menentukan kondisi lalu lintas yang optimal dan kemudian membiarkan AI mengoordinasikan sinyal lalu lintas. Jika kita memasukkan data secara teratur, seperti volume lalu lintas, volume gas buang, dan waktu tunggu pejalan kaki, AI akan mulai mempelajari hasil yang diharapkan dari pola pengendalian lalu lintas tertentu. Dengan cara ini, AI akan secara progresif menghasilkan hukum umum tentang cara terbaik mengendalikan lalu lintas. Seiring berjalannya waktu, AI akan mempelajari bagaimana transportasi dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti acara publik dan kondisi cuaca serta memahami respons optimal terhadap fenomena tersebut.

Oleh karena itu, di masa depan, AI akan mengubah data menjadi pengetahuan (hukum empiris umum) melalui proses otomatis, dan kemudian menggunakan pengetahuan ini untuk mengontrol lalu lintas secara otomatis. Alih-alih sinyal lalu lintas dikendalikan oleh program komputer buatan manusia, sinyal lalu lintas akan dikontrol oleh algoritma optimal yang dihasilkan AI. Proses ini dimediasi oleh data, namun tidak oleh manusia: itulah makna kedua dari masyarakat berbasis data.

Dari Masyarakat Informasi ke Masyarakat Berbasis Data

Sejauh ini, kita telah mempelajari bahwa masyarakat berbasis data adalah masyarakat di mana data yang dikumpulkan oleh IoT diubah menjadi informasi dan pengetahuan, yang kemudian menggerakkan dunia nyata baik secara tidak langsung (melalui mediasi manusia) atau secara langsung (melalui otomatisasi). Apa bedanya dengan masyarakat informasi? Masyarakat informasi memperoleh nilai dari informasi. Masyarakat berbasis data (dalam kedua hal) memperoleh nilai dari data. Strategi Pertumbuhan Pemerintah tahun 2018 (Dewan Strategi Pertumbuhan tahun 2018) menggambarkan gagasan ini secara gamblang:

“...dalam masyarakat yang didorong oleh data di abad ke-21, hal yang paling penting dalam aktivitas ekonomi adalah ‘data nyata’ yang berkualitas tinggi, terkini, dan berlimpah. Data telah menjadi sangat berharga sehingga mengatakan bahwa keberhasilan atau kegagalan suatu bisnis bergantung pada aksesnya terhadap data bukanlah hal yang berlebihan.”

Beberapa orang mungkin berpendapat bahwa kita harus mempersingkat istilah “masyarakat berbasis data” menjadi “masyarakat data”, agar lebih mudah membandingkan dan membedakannya dengan “masyarakat informasi.” Namun, pemerintah memutuskan untuk menambahkan “-driven” untuk menggarisbawahi bagaimana kemajuan teknologi di masa depan akan menghasilkan otomatisasi yang ekstensif (proses yang tidak dimediasi oleh manusia).

Pada bagian ini, kita mempelajari tentang dua cara masyarakat didorong oleh data. Dari keduanya, masyarakat otomatis mungkin tampak lebih futuristik. Namun, salah jika kita menganggap masyarakat yang dimediasi manusia sebagai kondisi transisi antara masyarakat saat ini dan kondisi akhir yang sepenuhnya terotomasi. Sebaliknya, mediasi manusia dan

otomatisasi akan berjalan berdampingan. Dalam hal sinyal lalu lintas, AI bertanggung jawab untuk mewujudkan kondisi optimal, namun manusialah yang menentukan kondisi tersebut. Proses yang dimediasi oleh manusia, seperti konsultasi yang pesertanya mengacu pada data visual perkotaan, akan memainkan peran yang semakin besar dalam membangun masyarakat yang berpusat pada masyarakat. Kitalah yang memutuskan bagaimana menyeimbangkan kebutuhan kenyamanan yang berbeda-beda, seperti antara keinginan pengemudi untuk bepergian dengan lancar tanpa harus terus-menerus berhenti di lampu merah dan keinginan pejalan kaki untuk menyeberang jalan dengan cepat. Begitu pula manusialah yang menentukan kriteria pengukuran kenyamanan dan kebahagiaan. Standar kebahagiaan bervariasi antar budaya dan periode waktu. Untuk menemukan keseimbangan yang tepat, proses konsultasi harus melibatkan sebanyak mungkin pemangku kepentingan, tidak terkecuali warga masyarakat yang merupakan aktor utama dalam komunitas lokal. Setelah konsultasi penuh telah dilakukan dan konsensus tercapai, konsensus ini kemudian dapat diterapkan melalui teknologi otomatis. Aspek-aspek paralel dari masyarakat berbasis data ini, jika dijalankan bersama-sama dengan cara ini, akan mendukung Society 5.0 yang berpusat pada masyarakat dan memberikan fleksibilitas yang diperlukan untuk memastikan bahwa arsitektur yang mendasarinya dapat diterapkan di banyak negara dan budaya yang berbeda. Dengan demikian, solusi yang dihasilkan dalam Society 5.0 dapat berkontribusi terhadap permasalahan sosial lainnya di berbagai belahan dunia.

2.5 INDUSTRI 4.0 DAN SOCIETY 5.0

Pada bulan November 2011, Pemerintah Federal Jerman merilis “Rencana Aksi Strategi Teknologi Tinggi 2020 untuk Jerman” (Kelompok Kerja Industri 4.0 2013), yang menguraikan inisiatif strategis teknologi tinggi yang disebut Industri (Industri) 4.0. Visi ini mendahului Society 5.0, sebagaimana diusulkan dalam Rencana Dasar Sains dan Teknologi tahun 2016, selama 5 tahun. Mengapa Jerman melakukan kampanye nasional untuk mempromosikan ilmu pengetahuan dan teknologi di sektor manufakturnya? Bagian ini menguraikan visi industri baru yang dikemas dalam Industri 4.0. Laporan ini juga membandingkan Industri 4.0 dengan Society 5.0 sebagai cara untuk memperjelas Society 5.0 lebih lanjut.

Apa Itu Industri 4.0?

Industri 4.0 merupakan inisiatif strategis nasional yang dipimpin oleh Kementerian Pendidikan dan Penelitian (BMBF) dan Kementerian Perekonomian dan Energi (BMWI). Untuk membahas inisiatif ini, sebuah kelompok kerja dibentuk yang terdiri dari aktor-aktor dari pemerintah serta dunia usaha dan universitas. Kelompok kerja ini dipimpin oleh Henning Kagermann, mantan ketua SAP SE dan presiden Akademi Sains dan Teknik Jerman (acatech). Pada bulan April 2013, kelompok kerja tersebut mengeluarkan rekomendasinya dalam laporan berjudul “Rekomendasi implementasi inisiatif strategis INDUSTRI 4.0” (Kelompok Kerja Industri 4.0 2013).

Laporan tersebut berfokus pada penerapan IoT di bidang manufaktur sehingga memungkinkan sistem siber-fisik (CPS) yang dapat menambah nilai pada aktivitas produksi. Hal ini juga berfokus pada promosi “pabrik pintar”, yaitu pabrik yang mampu menghemat

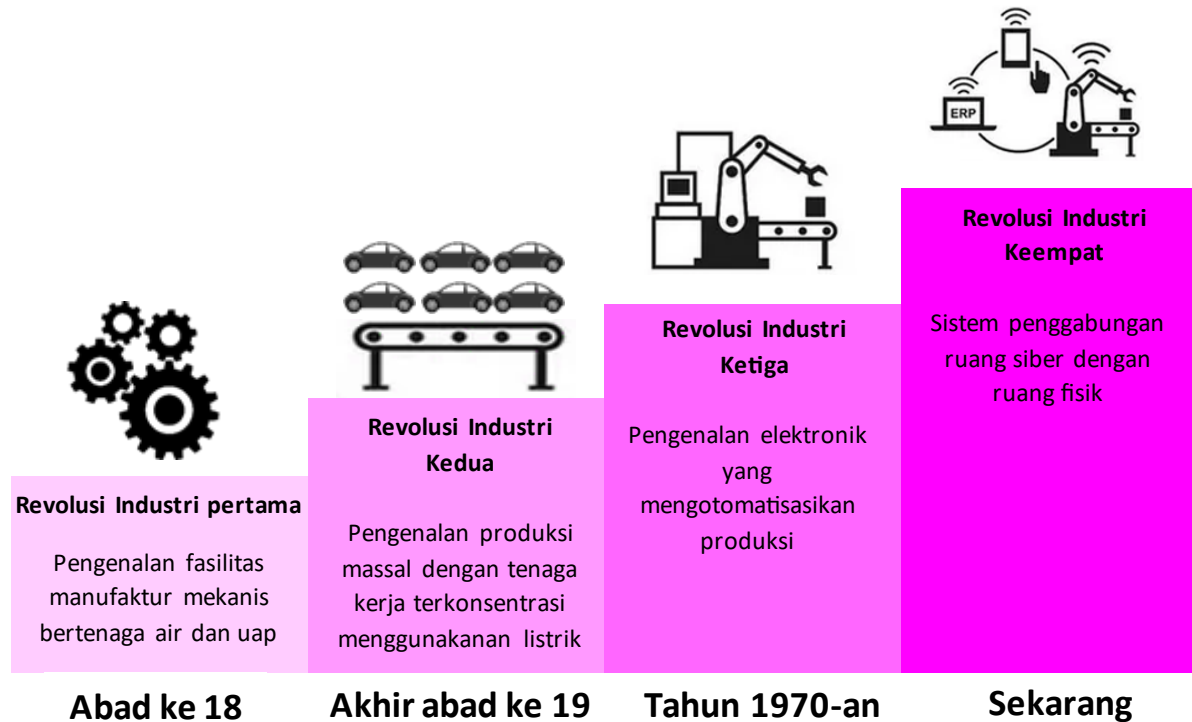
biaya produksi secara signifikan. Menurut laporan tersebut, pabrik pintar harus menggunakan perangkat IoT dan Internet untuk mengumpulkan data tentang semua tahapan proses produksi di ruang fisik (dunia nyata), dan kemudian membuat ulang data tersebut di dunia maya. AI kemudian menganalisis data siber ini, atau menjalankan simulasi untuk mendapatkan solusi optimal. Temuan AI akan secara otomatis dimasukkan kembali ke dalam sistem kendali pabrik di dunia nyata. Sederhananya, pabrik cerdas adalah pabrik yang berpikir sendiri.

Pabrik pintar memungkinkan otomatisasi dan optimalisasi di seluruh aspek manufaktur. Selain mengelola proses produksi secara umum, mereka juga dapat menangani pembayaran suku cadang; mereka bahkan dapat mendeteksi kelainan atau kekurangan apa pun pada peralatan produksi dan kemudian secara otomatis memperbaiki masalah tersebut atau mengkalibrasi ulang suatu proses. Aktor utama dalam pabrik pintar adalah sensor dan AI. Sebagai sebuah kata benda, Industri 4.0 menunjukkan inisiatif unik Jerman, namun konsep dasarnya untuk menerapkan IoT di bidang manufaktur telah mendapatkan daya tarik global. Konsep ini secara umum digambarkan sebagai “revolusi industri keempat”, dan menggambarkan kecenderungan luas untuk membalikkan produksi industri.

Tapi kenapa empat? Untuk memahami hal ini, kita perlu merangkum sejarah industrialisasi (lihat Gambar 2.5).

Revolusi industri pertama dimulai di Inggris pada abad kedelapan belas, dan didorong oleh mekanisasi peralatan manufaktur. Mesin bertenaga air dan uap memungkinkan lompatan produktivitas di industri tekstil dan industri lainnya. Revolusi industri kedua dimulai sekitar pergantian abad kedua puluh, dan melibatkan produksi massal berdasarkan pembagian kerja. Produsen beralih ke tenaga listrik yang dihasilkan dari bahan bakar fosil, dan pabrik menjadi jauh lebih besar. Revolusi industri kedua ini dicontohkan oleh produksi mobil Ford Motor Company. Revolusi industri ketiga, yang dimulai pada tahun 1970an, melibatkan elektronik. Produsen menggunakan teknologi robotik untuk mengotomatisasi beberapa proses manufaktur, dan akibatnya mencapai lompatan signifikan dalam produktivitas. Pada masa inilah manufaktur Jepang menjadi terkenal di seluruh dunia.

Industri 4.0 menandai tahap industrialisasi berikutnya. Seperti yang diketahui banyak pembaca, pabrikan Jepang sudah menggunakan teknologi robotika dan sensor, dan banyak prosesnya dilakukan secara otomatis. Banyak dari pembaca mungkin merasa bahwa manufaktur Jepang telah mencapai kemajuan besar dalam hal produktivitas. Namun Industri 4.0 bukan hanya tentang menjadikan pabrik lebih efisien. Seperti pendapat Taro Yamada, Industri 4.0 adalah tentang menciptakan siklus data-informasi–pengetahuan, yang mana segala jenis data terkait manufaktur, termasuk data terkait desain, klien, dan pemasok, dikumpulkan dan dibagikan ke berbagai bidang dan organisasi (Yamada 2016).



Gambar 2.5 Kronologi Revolusi Industri dan Posisi Revolusi Industri Keempat

Perbedaan utama antara revolusi industri ketiga dan keempat adalah revolusi industri keempat menggunakan data dengan cara yang melampaui kerangka manufaktur tradisional. Di masa lalu, data terkait penggunaan produk, misalnya, akan ditinggalkan saat produk dijual; namun pada tahap keempat industrialisasi, produsen terus mengumpulkan data ini setelah produknya dijual. Praktik ini memungkinkan produsen untuk mengidentifikasi kebutuhan laten dari Big Data klien dan memperkuat jaringan nilai mereka, sehingga menciptakan peluang bisnis baru. Perbedaan lainnya dengan Industri 4.0 adalah nilai tambah diciptakan melalui kustomisasi massal. Dengan kata lain, AI mendorong keluaran yang disesuaikan, secara fleksibel mengakomodasi beragam permintaan. Meskipun Industri 4.0 berfokus terutama pada manufaktur, cakupan proyeknya lebih luas. Visi tersebut memerlukan penetapan standar dan peraturan terkait data (serta lingkungan kelembagaan yang diperlukan untuk hal tersebut), yang memerlukan proses kolaboratif yang tidak hanya melibatkan industri manufaktur inti, seperti industri otomotif dan elektronik, namun juga TI dan industri, industri komunikasi, akademisi, dan pemerintah. Industri 4.0 bukanlah proyek pertama yang mengusulkan integrasi informasi. Pada tahun 1984, Ken Sakamura dari Universitas Tokyo meluncurkan desain kernel sistem operasi real-time arsitektur terbuka yang disebut Proyek TRON (The Real-time Operating System Nucleus). Dalam proses Proyek TRON tahun 1987 dan 1988, konsep “sistem terdistribusi yang sangat fungsional” (HFDS) diusulkan (Sakamura 1988). Demikian pula, frasa “Internet of Things” sudah ada sebelum Industri 4.0. Kevin Ashton, pendiri Auto-ID Center di Massachusetts Institute of Technology, menulis, “Saya cukup yakin ungkapan 'Internet of Things' dimulai sebagai judul presentasi yang saya buat di Procter & Gamble (P&G) pada tahun 1999.” Ashton juga mengklarifikasi bahwa dia menggunakan istilah tersebut untuk menggarisbawahi pentingnya menghubungkan informasi tak berwujud dengan

“benda” fisik (Ashton 2009). Oleh karena itu, gagasan arsitektur integrasi informasi sudah ada sebelum diluncurkannya Industri 4.0 pada tahun 2011, dan dunia usaha serta akademisi sudah menjalankan proyek penelitian mereka sendiri di bidang ini. Peran yang dimainkan oleh inisiatif Industri 4.0 adalah untuk menegaskan kembali pentingnya inovasi tersebut. Industri 4.0 diusulkan sebagai strategi nasional top-down yang melibatkan kolaborasi antara industri, akademisi, dan pemerintah. Pendekatan seperti ini diperlukan karena tugas membangun arsitektur integrasi informasi antara industri, akademisi, dan pemerintah merupakan inti dari “revolusi industri keempat,” yang merupakan kunci bagi inovasi di bidang manufaktur dan industri secara umum. Jepang telah mengambil pendekatan serupa. Pada bulan Maret 2017, Hiroshige Seko, Menteri Ekonomi, Perdagangan dan Industri, menghadiri pameran komputer Jerman CeBIT di Hannover dan mendeklarasikan visi pemerintah mengenai “industri yang terhubung” (Kementerian Perekonomian 2017).

Apa Tujuan Industri 4.0 dan Society 5.0?

Tujuan Industri 4.0 diuraikan dalam Rencana Aksi Strategi Teknologi Tinggi 2020 Pemerintah Federal Jerman, yang setara dengan Rencana Dasar Sains dan Teknologi Jepang. Jadi bagaimana Industri 4.0, yang dituangkan dalam Rencana Aksi Strategi Teknologi Tinggi 2020 untuk Jerman, dibandingkan dengan Society 5.0, sebagaimana diuraikan dalam Rencana Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi yang kelima? Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.6, terdapat beberapa kesamaan. Kedua visi tersebut menekankan penggunaan teknologi, termasuk teknologi terkait IoT, AI, dan analisis Big Data. Demikian pula, keduanya memerlukan pendekatan top-down yang dipimpin oleh negara dengan kolaborasi antara industri, akademisi, dan sektor pemerintah.

Namun ada beberapa perbedaan. Industri 4.0 mendukung pabrik-pabrik cerdas, sementara Society 5.0 menyerukan masyarakat supersmart. Selain itu, meskipun kedua visi mendukung penerapan sistem siber-fisik, cakupan penerapannya berbeda; di Industri 4.0, CPS akan diterapkan di lingkungan manufaktur, sedangkan di Society 5.0, CPS akan diterapkan di seluruh masyarakat secara keseluruhan.

Kedua visi tersebut juga berbeda dalam hal pengukuran hasil. Industri 4.0 bercita-cita untuk menciptakan nilai baru dan meminimalkan biaya produksi. Hasil yang sederhana ini memungkinkan pengukuran kinerja yang relatif sederhana dan jelas. Sebaliknya, Society 5.0 bercita-cita menciptakan masyarakat supersmart. Metrik dalam hal ini jauh lebih kompleks. Menurut Strategi Komprehensif Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Inovasi tahun 2017, kesuksesan diukur dari seberapa jauh masyarakat dapat “menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian permasalahan sosial dengan menyediakan barang dan jasa yang secara terperinci memenuhi berbagai kebutuhan laten di mana pun lokasinya. , usia, jenis kelamin, atau bahasa untuk memastikan bahwa semua warga negara dapat menjalani kehidupan berkualitas tinggi, penuh kenyamanan dan vitalitas” (Cabinet Office 2017).

Ada juga perbedaan besar dalam cakupan dampak inovasi teknologi di masa depan. Industri 4.0 menyerukan revolusi industri yang berpusat pada manufaktur, namun tidak menjelaskan apa pun mengenai dampak revolusi tersebut terhadap masyarakat. Sebaliknya, sebagaimana tergambar dari konsep masyarakat yang berpusat pada rakyat, Society 5.0

sangat berfokus pada dampak teknologi terhadap masyarakat dan kebutuhan untuk menciptakan masyarakat yang lebih baik. Yang termasuk dalam cakupan visi Society 5.0 adalah serangkaian reformasi yang dimaksudkan untuk menciptakan masyarakat inklusif yang memenuhi beragam kebutuhan dan preferensi. Aspek pembeda yang penting dari Society 5.0 ini disebutkan dalam pidato yang disampaikan oleh Perdana Menteri Shinzo Abe kepada Kanselir Angela Merkel pada konferensi CeBIT di Hannover. Setelah mendengar pernyataan Abe tentang Society 5.0, Merkel menyatakan dukungan kuatnya terhadap visi tersebut (Kantor Perdana Menteri Jepang 2017; JETRO 2017a, b).

Judul	Industri 4.0	Society 5.0
Desain	<ul style="list-style-type: none"> • Rencana aksi strategi teknologi tinggi 2020 untuk Jerman (BMBF, 2011) • Rekomendasi implementasi inisiatif strategis INDUSTRI 4.0 (Pokja Industri 4.0, 2013) 	<ul style="list-style-type: none"> • Rencana dasar sains dan teknologi ke-5 (tahun 2016) • Strategi komprehensif Ilmu pengetahuan, Teknologi dan Inovasi tahun 2017
Tujuan, ruang lingkup	<ul style="list-style-type: none"> • Pabrik Cerdas • Berfokus pada manufaktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Masyarakat super cerdas • Masyarakat secara keseluruhan
Frase Kunci	<ul style="list-style-type: none"> • Sistem siber-fisik (CPS) • IoT • Penyesuaian massal 	<ul style="list-style-type: none"> • Konvergensi tingkat tinggi antara dunia maya dan ruang fisik. • Menyeimbangkan pembangunan ekonomi dengan penyelesaian permasalahan social • Masyarakat yang berpusat pada manusia

Gambar 2.6 Industri 4.0 vs. Society 5.0. Sumber: Diproduksi oleh penulis

Permasalahan Umum pada Industri 4.0 dan Society 5.0

Jepang terkadang dikatakan sebagai negara dunia pertama yang dilanda masalah. Permasalahan yang dihadapi Jepang saling terkait secara rumit sehingga perbaikan di satu bidang sering kali mengorbankan bidang lain. Sebagai contoh, membatasi belanja kesejahteraan mungkin berdampak baik bagi kesehatan fiskal suatu negara, namun hal ini akan menimbulkan masalah serius dalam bidang medis dan layanan kesehatan. Demikian pula, kita semua memahami perlunya mengurangi emisi karbon, namun jika kita harus menjalani kehidupan hemat untuk meminimalkan jejak karbon, hal ini akan bertentangan dengan tujuan untuk memastikan bahwa “semua warga negara dapat menjalani kehidupan berkualitas tinggi yang penuh kenyamanan dan vitalitas.”

Oleh karena itu, untuk memastikan bahwa Society 5.0 dapat memecahkan dilema-dilema ini dan menciptakan masyarakat yang berpusat pada masyarakat, maka perlu untuk memperjelas ukuran target masyarakat tersebut serta peran yang harus dimainkan oleh kebijakan dan teknologi dalam mencapainya. Bab keempat buku ini membahas secara lebih rinci metrik berbagai permasalahan sosial, termasuk yang terkait dengan masyarakat bebas karbon dan kesehatan lansia. Industri 4.0 dengan visi smart factory menekankan sektor

manufaktur sebagai ruang fisik utama (dunia nyata); Sedangkan untuk dunia maya, mereka membayangkan arsitektur cyber yang berpusat pada CPS dimana informasi diintegrasikan secara horizontal antara berbagai industri dan secara vertikal dalam sistem manufaktur. Di sisi lain, Society 5.0 dengan visi masyarakat supersmart menekankan masyarakat sebagai ruang fisik utama (dunia nyata); Sedangkan untuk dunia maya, negara tersebut harus mengupayakan arsitektur siber yang berpusat pada CPS di mana informasi diintegrasikan secara horizontal antara berbagai sektor jasa (misalnya energi, transportasi) dan secara vertikal dalam sistem yang melacak riwayat dan atribut setiap pengguna layanan (seperti informasi medis mereka), perilaku konsumsi, dan riwayat pendidikan). Hal ini juga harus mencapai keamanan informasi yang solid untuk memungkinkan penggunaan informasi.

Society 5.0 dan Industri 4.0 mencerminkan tanggapan Jepang dan Jerman terhadap inisiatif global, dan keduanya merupakan pernyataan kepada komunitas internasional. Kedua visi tersebut mengupayakan integrasi informasi antar industri atau sektor yang berbeda, dan keduanya menghadapi tantangan yang sama untuk mencapai tujuan tersebut: kebutuhan untuk mengatasi hambatan peraturan dan teknis yang menghalangi pembangunan arsitektur siber yang diperlukan, dan perlu menetapkan standar internasional bergaya ISO dan lembaga keamanan informasi internasional, yang diperlukan untuk membangun arsitektur seperti itu. Banyak komentator mencatat bahwa negara-negara Barat memimpin dalam hal ini, sehingga Jepang harus terus maju dalam membangun arsitektur integrasi informasi, sambil tetap memperhatikan tren global. Industri 4.0 dan Society 5.0 berupaya membangun arsitektur siber global yang dapat berfungsi sebagai lingkungan yang aman untuk aktivitas kreatif. Faktor kunci yang akan menentukan keberhasilan mereka dalam mencapai tujuan ini adalah seberapa baik mereka bekerja dengan negara-negara Barat, Tiongkok, dan komunitas internasional pada umumnya.

Dalam kasus Society 5.0, salah satu tantangan utamanya adalah bagaimana menyeimbangkan kebutuhan masyarakat dan kebutuhan individu secara optimal. Kita tidak dapat mencapai kemajuan sampai kita menyelesaikan masalah ini. Para aktor yang terlibat dalam kebijakan dan teknologi harus berkoordinasi satu sama lain sehingga semua orang memahami bagaimana setiap usulan kebijakan atau pengembangan teknologi cocok dan berkontribusi terhadap Society 5.0. Jika tidak, para pelaku ini akan menerapkan teknologi atau kebijakan mereka sendiri secara tidak terkoordinasi tanpa memahami bagaimana teknologi atau kebijakan tersebut sesuai dengan gambaran Society 5.0 yang lebih luas.

Sehubungan dengan tantangan ini, Chap. Gambar 2 memperjelas permasalahan sosial utama yang dihadapi Jepang dan menguraikan kerangka kerja untuk mengatasinya yaitu, Inovasi Habitat. Jika Industri 4.0 di Jerman berfokus pada industri, Society 5.0 membayangkan masyarakat masa depan. Dengan kata lain, selain merevolusi industri melalui integrasi TI, Society 5.0 berupaya merevolusi ruang hidup atau kebiasaan masyarakat. Kemajuan lebih lanjut harus dicapai dalam mempromosikan inisiatif kota pintar yang diterapkan. Selain itu, kebijakan-kebijakan yang diperlukan untuk mengoptimalkan masyarakat (untuk menyelesaikan masalah-masalah sosial) harus dikaitkan secara baik dengan teknologi yang diperlukan untuk memberikan layanan sosial berkualitas tinggi (yang memungkinkan

masyarakat untuk hidup bahagia dan nyaman). Dengan mengingat hal ini, kami telah menyajikan saran sementara untuk menyeimbangkan kepentingan masyarakat dan kepentingan individu.

BAB 3

KASUS PENGGUNAAN INTERNET INDUSTRI 4.0

3.1 PENDAHULUAN

Potensi Internet Industri sangat besar dengan peluang yang tersebar di berbagai bidang produktivitas, seperti logistik, penerbangan, transportasi, layanan kesehatan, produksi energi, produksi minyak dan gas, serta manufaktur. Akibatnya, banyak kasus penggunaan yang akan membuat para eksekutif industri sadar dan mempertimbangkan kemungkinan IIoT. Bagaimanapun, industri hanya membutuhkan sedikit perubahan produktivitas untuk menghasilkan pendapatan yang besar, contohnya adalah peningkatan produktivitas sebesar 1% saja dapat menghasilkan manfaat pendapatan yang besar seperti penghematan bahan bakar penerbangan. Untuk mewujudkan potensi keuntungan ini, industri harus mengadopsi dan menyesuaikan diri dengan Industrial Internet of Things.

Namun, menemukan, mengidentifikasi, dan kemudian secara strategis menargetkan peluang IIoT tidaklah semudah yang terlihat. Oleh karena itu, penting untuk menciptakan kasus penggunaan yang sesuai dengan bisnis vertikal. Misalnya, persyaratan manufaktur berbeda dari logistik, yang juga berbeda dengan layanan kesehatan. Demikian pula, inovasi, keahlian, dan anggaran keuangan yang tersedia untuk melaksanakan aplikasi industri tertentu akan mempunyai banyak kendala yang beragam. Misalnya, layanan kesehatan akan menghabiskan banyak pengeluaran dengan sedikit atau tanpa keuntungan finansial; Sebaliknya, industri minyak dan gas juga memerlukan biaya operasional dan modal yang besar, namun kemungkinan besar akan menghasilkan keuntungan yang besar. Demikian pula, logistik yang sangat bergantung pada rantai pasokan, pelacakan produk, dan transportasi akan memiliki persyaratan operasional yang berbeda. Namun, apa yang ditawarkan IIoT merupakan solusi potensial untuk semua industri vertikal, dengan memanfaatkan kemajuan teknologi sensor, komunikasi nirkabel, jaringan, komputasi awan, dan analisis Big Data. Bisnis dapat, terlepas dari ukuran dan disiplin mereka, memanfaatkan teknologi ini untuk mendapatkan manfaat dari IIoT.

Untuk mengilustrasikan manfaat dan keuntungan potensial bagi masing-masing disiplin industri, pertimbangkan kasus penggunaan berikut.

Kesehatan

Dalam contoh ini, kami akan berusaha menjelaskan bagaimana pemanfaatan teknologi IIoT dapat membuka dan memberikan nilai bagi industri layanan kesehatan. Dalam layanan kesehatan, dan belum lama berselang, dokter melakukan kunjungan rumah kepada mereka yang terlalu sakit atau tidak mampu karena cedera untuk pergi ke kantor dokter. Namun, hal ini memakan waktu dan biaya. Oleh karena itu, dokter membatasi kunjungan rumah hanya kepada mereka yang menurut pengalaman dokter dianggap tidak mampu karena sakit atau cedera, dan semua orang harus hadir dan mengambil tempat di antrean dokter. Kebijakan ini, meskipun dapat dimengerti, sangat merepotkan baik pasien maupun dokter, terutama pasien di daerah pedesaan yang mungkin harus berkendara jarak jauh sambil menderita dampak

penyakit atau cedera fisik yang melemahkan. Oleh karena itu, pengaturan alternatif selalu diinginkan.

Itulah sebabnya Guy's dan St. Thomas's Nation Health Service Foundation Trust di Inggris merintis penggunaan ponsel pintar sebagai pemantau kesehatan. Perlengkapan pasien terdiri dari ponsel pintar, timbangan, sensor oksigen darah, dan manset tekanan darah. Idanya adalah pasien akan melakukan pembacaan harian mengenai berat badan, detak jantung, tekanan darah, dan kadar oksigen, kemudian mengunggah data tersebut ke ponsel cerdas melalui Bluetooth untuk dikirim ke layanan telehealth BT.

Perawat di tempat pelayanan kemudian menganalisis datanya. Jika ada kelainan pada data, perawat akan mendiskusikan masalahnya dengan pasien. Dengan menggunakan peralatan perawatan di rumah ini, pasien memiliki kontrol lebih besar terhadap kondisi mereka sendiri dan dapat menangani kondisi medis kronis mereka sendiri di rumah mereka. Proyek percontohan yang sedang diuji pada 50 pasien gagal jantung ini diharapkan dapat menyelamatkan nyawa.

Contoh lain dari proyek IIoT yang canggih di lingkungan layanan kesehatan saat ini adalah inisiatif yang diadopsi oleh para kepala kesehatan Skotlandia untuk menyediakan sarana otomatisasi, pengawasan, dan komunikasi bagi pasien rawat jalan jarak jauh.

Robot tersebut yang dikenal sebagai Giraff digunakan di rumah para pasien, khususnya mereka yang menderita demensia di Western Isles dan Shetland agar mereka dapat terus hidup mandiri. Robot-robot tersebut dirancang untuk memberikan jaminan kepada teman dan keluarga, dengan memungkinkan kerabat atau pengasuh memanggil Giraff dari komputer jarak jauh atau ponsel pintar dari lokasi mana pun. Saluran audio/video 3G menampilkan wajah perawat di layar video Giraff, memungkinkan mereka mengobrol dengan pasien melalui panggilan video mirip Skype.

Giraff diluncurkan pada tahun 2013 sebagai uji coba. Robot Giraff tingginya kurang dari lima kaki, dilengkapi roda dan layar video, bukan kepala. Mereka dilengkapi dengan kamera definisi tinggi untuk memantau rumah dan melakukan pengawasan jarak jauh. Giraff memungkinkan kerabat dan perawat untuk mengawasi pasien, memastikan mereka meminum obat dan makan, sekaligus menyediakan metode pertukaran sosial yang berpotensi dilakukan dari jarak ratusan mil. Pengasuh juga dapat memanipulasi robot dan mengemudikan robot di sekitar rumah untuk memeriksa masalah kesehatan atau keselamatan.

Penggunaan teknologi bantu kadang-kadang ditargetkan pada pasien tertentu, dan dengan demikian, Giraff akan memiliki aplikasi yang spesifik dan bukan generik. Awalnya pasien lanjut usia yang menderita demensia dikhawatirkan akan bereaksi buruk terhadap kehadiran robot. Sebaliknya, tampaknya mereka menganggap robot tersebut sebagai teman yang baik, meskipun robot tersebut tidak dapat melakukan percakapan (walaupun Siri dapat mengatasi masalah langsung tersebut dan begitu pula anjing atau kucing). Selain itu, uji coba sebelumnya di Australia menunjukkan bahwa penderita demensia tidak takut dengan mesin. Mereka berharap robot ini akan membantu orang-orang yang tinggal sendirian di daerah terpencil agar tidak merasa terlalu kesepian.

Robot perawatan kesehatan pribadi lainnya adalah Baymax, yang merupakan robot dengan kulit sintetis lembut yang dapat mendeteksi kondisi medis (ini adalah inisiatif yang didasarkan pada karakter fiksi Disney di Big Hero 6 namun mungkin tidak lama lagi akan menjadi kenyataan). Versi awal robot boneka beruang, yang dikembangkan oleh MIT Media Lab, kini sedang diuji di rumah sakit anak-anak di Amerika Serikat. Versi terbaru dari beruang ini telah dilengkapi dengan sensor tekanan pada dua cakarnya dan beberapa sensor sentuh di seluruh bagian tubuhnya. Layar perangkat smartphone di kepala robot menampilkan animasi mata. Robot tersebut dapat menggunakan speaker internal ponsel, mikrofon, dan kamera untuk merasakan perubahan pada kesejahteraan anak.

Industri Minyak dan Gas Bumi

Industri Minyak dan Gas Bumi bergantung pada perkembangan teknologi tinggi serta kecerdasan ilmiah dalam upaya penemuan reservoir baru. Eksplorasi dan pengembangan sumber daya minyak dan gas yang baru ditemukan memerlukan sensor modern, analitik, dan sistem kontrol umpan balik yang memiliki proses konektivitas, pemantauan, kontrol, dan otomatisasi yang ditingkatkan.

Selain itu, industri minyak dan gas memperoleh sejumlah besar data untuk diproses sehubungan dengan status alat pengeboran dan kondisi mesin serta proses di seluruh instalasi lapangan. Sebelumnya, teknologi hanya menargetkan produksi minyak dan gas, namun ahli geologi memiliki keterbatasan dalam kemampuan memproses sejumlah besar data yang dihasilkan oleh rig pengeboran, karena jumlah data yang sangat banyak dan penyimpanan yang mahal serta tidak layak dilakukan. Memang, dengan banyaknya data yang dikumpulkan, hingga 90% akan dibuang, karena tidak ada tempat untuk menyimpan data apalagi memiliki kekuatan komputasi untuk menganalisisnya pada waktu yang tepat.

Namun, Industrial Internet of Things (IIoT) telah mengubah praktik boros tersebut dan kini rig pengeboran dan stasiun penelitian dapat mengirimkan kembali sejumlah besar data mentah yang diambil dari sensor pengeboran dan produksi untuk disimpan dan dianalisis selanjutnya di cloud. Misalnya, pengeboran dan eksplorasi dulunya mahal dan tidak dapat diprediksi karena didasarkan pada analisis ahli geologi terhadap pemetaan dasar laut. Hal ini terbukti tidak dapat diprediksi dan, sebagai hasilnya, perusahaan-perusahaan eksplorasi dan produsen minyak dan gas mengubah infrastruktur mereka untuk memanfaatkan teknologi baru yang mendorong Internet Industri. Kemajuan teknologi ini, seperti komunikasi bandwidth tinggi, teknologi sensor nirkabel, penyimpanan data cloud dengan alat analisis canggih, dan jaringan cerdas canggih memungkinkan sistem yang meningkatkan prediktabilitas penelitian lapangan, menjadikan penelitian lebih dapat diprediksi, mengurangi biaya eksplorasi, dan juga pada akhirnya menurunkan biaya operasi lapangan.

Peraturan industri baru untuk pemantauan sumur dan pengelolaan reservoir, selain tuntutan teknis lainnya, telah mendorong operator lapangan untuk menemukan cara yang efisien untuk mengatasi kendala operasional yang ada. Misalnya, pada tahun 1990an dan 2000an, merupakan hal yang lumrah bagi operator lapangan untuk membuang hampir semua data yang mereka kumpulkan selama pengeboran karena kurangnya kemampuan pemrosesan dan komunikasi; jumlah datanya terlalu besar untuk dapat ditampung. Dalam mitigasi,

sebagian besar data hanya relevan pada waktu pembuatannya misalnya, suhu mata bor, atau putaran per detik sehingga hanya berguna pada waktu tertentu.

Namun, dengan kemajuan teknologi, khususnya pada sensor lubang bawah dan masuknya data secara besar-besaran dari alat pengeboran lubang bawah, yang memerlukan analisis tingkat lanjut baik dalam streaming data waktu nyata maupun analisis historis dan prediktif, maka diperlukan untuk solusi yang lebih inovatif telah meningkat. Untungnya, seiring dengan meningkatnya permintaan akan analisis data yang begitu besar dalam industri minyak dan gas, teknologi lain telah muncul yang menyediakan komputasi, penyimpanan data, dan skalabilitas industri yang diperlukan untuk menghasilkan analisis data secara real-time. Selain itu, teknologi cloud mampu melakukan pemrosesan batch penambangan Big Data, untuk pemahaman historis dan perkiraan prediktif.

Komputasi awan dan Internet Industri kini menyediakan teknologi yang membuat pengumpulan, penyimpanan, dan analisis data dalam jumlah besar menjadi layak secara ekonomi. Namun, kemunculan Internet Industri telah memberikan lebih dari sekedar layanan cloud yang ekonomis dan terukur dalam bidang komputasi, penyimpanan, dan analisis data; ini telah mengubah industri secara mendalam. Misalnya, industri kini memiliki kemampuan melalui interkoneksi untuk menghubungkan objek-objek cerdas mesin, perangkat, sensor, aktuator, dan bahkan manusia ke dalam jaringan yang berkolaborasi, sebuah Internet of Things. Pada saat yang sama, para perancang benda cerdas dan cerdas ini telah membangun diagnosis mandiri dan konfigurasi mandiri, yang sangat meningkatkan keandalan dan kegunaan. Selain itu, konektivitas perangkat, kebutuhan akan kabel dan daya, yang dulunya merupakan masalah nyata, telah diatasi dengan komunikasi nirkabel. Teknologi dan protokol nirkabel baru, bersama dengan teknologi berdaya rendah dan miniaturisasi komponen, memungkinkan sensor ditempatkan di mana saja, terlepas dari ukuran, tidak dapat diaksesnya, atau batasan kabel.

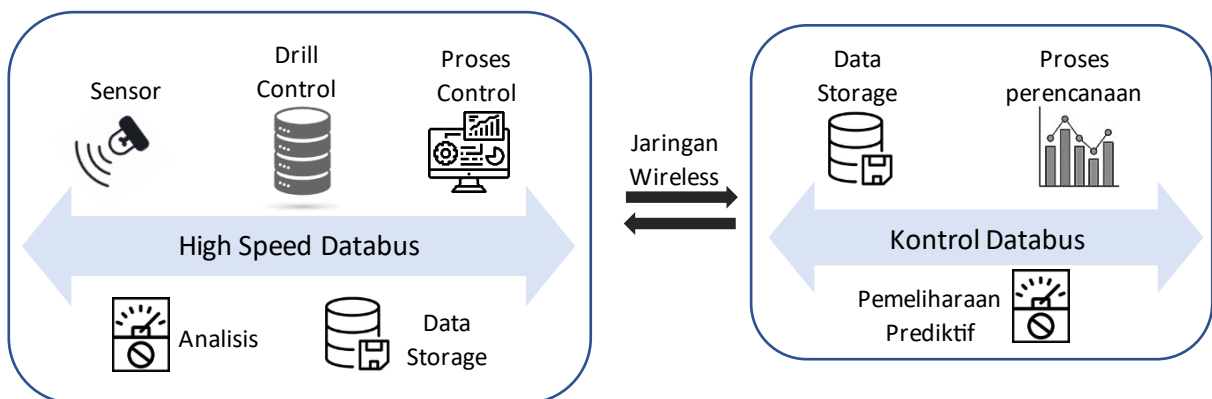
Konektivitas adalah inti dari Internet Industri; lagi pula, hal ini memerlukan komunikasi melalui Internet dan interaksi dengan cloud. Oleh karena itu, semua protokol komunikasi sangatlah penting dan hal ini telah menghasilkan protokol baru seperti 6LoWLAN dan CoAP, yang akan kita bahas pada bab berikutnya pada tingkat teknis nanti. Ini mungkin berfungsi dengan baik untuk beberapa kasus penggunaan industri yang memiliki perangkat berkemampuan rendah yang diterapkan dalam konektivitas ujung ke ujung.

Namun, untuk semua sistem hanya ada dua cara untuk mendeteksi status node jarak jauh sensor mengirimkan data kembali ke pengontrol, misalnya sebagai suatu peristiwa atau pengontrol melakukan polling pada node pada interval yang dapat diprogram untuk mendapatkan status node. Kedua hal ini tidak efisien, namun ada cara yang lebih baik (dibahas secara rinci nanti), yaitu pola perangkat lunak terbitkan/berlangganan. Ini adalah teknik yang lebih disukai karena dapat langsung memberi tahu pelanggan di bus perangkat lunak umum tentang adanya perubahan jika pelanggan tersebut menyatakan minatnya. Hal ini lebih baik dilakukan oleh pelanggan yang melakukan polling kepada penerbit untuk mengetahui pembaruan apa pun, karena jauh lebih efisien dan cepat. Namun, tidak semua model publikasi/langganan bekerja dengan cara yang sama. MQPP dan XMPP sangat populer karena

didukung dengan baik; namun, mereka tidak mendukung operasi real-time, sehingga tidak cocok untuk skenario industri.

Sistem distribusi data memang mendukung operasi waktu nyata dan mampu mengirimkan data dengan kecepatan fisik ke ribuan penerima, secara bersamaan, dengan kontrol ketat terhadap waktu, keandalan, dan terjemahan OS. Ini adalah kualitas yang sangat penting ketika diterapkan di lingkungan industri, seperti industri minyak dan gas. Protokol dan teknologi IoT baru inilah yang telah menyediakan sarana untuk mengubah eksplorasi minyak dan gas serta produksi lapangan melebihi apa yang sebelumnya dapat dilakukan.

Sebagai contoh bagaimana industri minyak dan gas menggunakan DDS sebagai protokol publikasi/berlangganan, mari kita lihat bagaimana mereka mengintegrasikannya ke dalam proses operasional mereka. Contoh pertama menunjukkan bagaimana IoT memungkinkan pengoperasian rig pengeboran jarak jauh melalui otomatisasi. Hal ini tidak hanya hemat biaya pada saat tenaga ahli lapangan semakin langka, namun juga bermanfaat dalam hal efisiensi lapangan, keselamatan, dan kualitas sumur. Hal ini juga dapat menyebabkan—melalui teknologi sensor canggih yang dapat melakukan diagnostik mandiri dan dapat dikonfigurasi sendiri—menurunkan waktu henti operasional dan kegagalan peralatan secara signifikan. Gambar 2-1 menunjukkan ilustrasi blok topologi kendali jarak jauh otomatis, dimana bus data DDS berkecepatan tinggi menghubungkan semua sensor dan aktuator dengan pengontrol proses, yang mengotomatiskan proses pengeboran dan penyelesaian.



Gambar 2.1. Bus Data Dds

Selain otomatisasi, desain ini juga memfasilitasi pengumpulan dan analisis data operasional, kesehatan peralatan, aktivitas proses, dan streaming data log peralatan secara real-time. Konektivitas berkecepatan tinggi yang disediakan oleh kabel nirkabel atau serat optik menghubungkan lapangan dengan baik dengan stasiun kendali jarak jauh dan pada akhirnya dengan sistem perusahaan. Data yang dikumpulkan dari stasiun lapangan, melalui bus DDS, dapat disimpan untuk analisis historis dan prediktif di masa depan. Hal ini akan memungkinkan analisis darat dan perencanaan proses untuk menyesuaikan dan mengendalikan operasi sumur dengan mengirimkan umpan balik perbaikan ke sistem sumur.

Peluang lain yang diberikan oleh IIoT adalah memungkinkan pengumpulan data secara besar-besaran dan analisis selanjutnya. Sebelum adanya kemajuan dan akses publik terhadap sumber daya komputasi awan yang sangat besar, sangatlah tidak layak dan ekonomis bagi perusahaan minyak dan gas yang kaya akan uang untuk menimbun data dalam jumlah besar. Bagaimanapun, jumlah data yang dihasilkan oleh pengeboran operasional atau produksi sumur minyak bisa sangat banyak. Namun, kini hal tersebut telah berubah dengan teknologi Internet Industri yang mampu mengakomodasi penyimpanan dan komputasi kekuatan untuk menganalisis kumpulan data yang sangat besar ini. Penggunaan umum teknologi tersebut adalah dalam pemantauan sumur cerdas, dimana seluruh bidang sensor dipantau dan data dikumpulkan untuk memberikan data ke pusat kendali jarak jauh untuk analisis historis dan prediktif.

Selain itu, penggunaan tambahan IIoT pada industri minyak dan gas adalah penerapan manajemen reservoir real-time yang cerdas. Untuk mendapatkan manfaat dari analitik, baik yang bersifat historis maupun prediktif, semua sistem dalam ekosistem harus terhubung dan berkontribusi pada kumpulan data. Semakin besar kumpulan data, semakin dapat diandalkan hasil algoritmanya, karena dapat memitigasi risiko pola data yang tidak teratur yang tidak mencerminkan sifat sebenarnya dari proses tersebut. Sebagai contoh sederhana, pertimbangkan untuk melempar koin sepuluh kali dan kemudian sepuluh juta kali ketika mempertimbangkan kemungkinan kepala atau ekor. Oleh karena itu, konektivitas sistem menjadi lebih penting ketika berhadapan dengan analisis waktu nyata pada data streaming, yang memerlukan analisis dan umpan balik waktu nyata. Namun, topologi jaringan analitik berskala besar bukanlah hal yang sepele, dengan sistem yang dihubungkan dan data didorong melalui bus data ke cloud atau ke alat analisis streaming. Dengan DDS, seorang desainer dapat memisahkan kompleksitas koneksi fisik antara komputer, mesin, sistem, dan situs dengan penyediaan bus data logis tunggal.

Terakhir, contoh kasus penggunaan terakhir menunjukkan bagaimana penerapan protokol dan teknologi IIoT dapat memudahkan produksi dan penerapan platform industri karena hal ini memisahkan perangkat lunak dari sistem operasi, sehingga membuat pengembangan aplikasi menjadi lebih tangkas, cepat, dan murah.

Potensi nyata dari IIoT adalah menciptakan cara kerja yang baru dan cerdas, melalui otomatisasi, mesin cerdas, dan analitik tingkat lanjut. Di industri minyak dan gas, metode dan teknologi IIoT telah diadopsi untuk mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan pada akhirnya keuntungan. Namun, masa depan IIoT harus berintegrasi dengan cloud, yang kemudian memiliki potensi untuk menggabungkan aplikasi lokal ke dalam sistem regional atau global yang lebih besar, untuk menjadi jaringan sistem yang memberikan potensi penuh dari analisis Big Data ke industri.

Kantor Cerdas

Bangunan merupakan sistem yang sangat penting dan bertanggung jawab atas sekitar 40% total konsumsi energi Uni Eropa. Yang lebih buruk lagi adalah bangunan juga menjadi penyebab 36% emisi gas rumah kaca. Namun mengendalikan atau menurunkan angka tersebut tidaklah mudah. Bahkan dengan strategi tiga cabang, seperti meningkatkan insulasi

bangunan dan efisiensi energi serta menyediakan sistem pengendalian bangunan yang lebih baik, kemajuannya masih sangat lambat. Biasanya, hal ini disebabkan oleh beberapa kondisi. Strategi pertama meningkatkan isolasi merupakan insentif penghematan biaya yang besar bagi bangunan mana pun karena mengurangi biaya pemanasan atau pendinginan bagi penghuninya. Selain itu, hal ini mengurangi biaya energi dan mengurangi emisi CO₂ serta mudah diterapkan ke dalam desain dan pemasangan bangunan baru, namun sangat mahal dan sulit diterapkan pada bangunan yang sudah ada. Alasannya adalah sebagian besar bangunan tua tidak dirancang untuk hemat energi.

Strategi kedua untuk meningkatkan efisiensi energi gedung, misalnya, dengan mengganti bola lampu dan strip lighting dengan lampu LED, mulai mendapat perhatian namun masih kurang dieksploitasi. Hal ini mungkin disebabkan oleh kegagalan dalam menyampaikan pesan tersebut kepada pemilik properti dan pelaku usaha. Namun, strategi ketiga, meningkatkan manajemen gedung melalui sistem kendali otomatis, dapat memberikan potensi untuk meningkatkan efisiensi energi gedung dan mengurangi emisi rumah kaca.

Sayangnya, seperti memasang isolasi pada bangunan yang sudah ada, terutama bangunan yang sudah tua, menerapkan sistem manajemen pengendalian bangunan adalah tugas yang sulit, baik dari segi biaya finansial maupun gangguan bisnis. Sebelumnya, pemasangan sensor dan aktuator (seperti pada radiator atau unit AC) memerlukan perbaikan besar-besaran. Namun, dengan kemajuan teknologi terkini dan khususnya IoT, sensor dan aktuator kini menjadi “pintar” dan dapat menggunakan komunikasi nirkabel, yang sangat mengurangi gangguan dan banyak biaya.

Integrasi dan pengembangan sensor, perangkat, dan protokol berbasis IoT merupakan pendukung penting penerapan, baik bagi industri maupun masyarakat umum, dengan membantu mewujudkan bangunan pintar menjadi kenyataan. Teknologi IoT memungkinkan terjadinya interaksi antara benda pintar dan dunia nyata, menyediakan metode untuk mengumpulkan data dari dunia analog dan menghasilkan informasi dan pengetahuan di dunia digital.

Misalnya, ponsel cerdas memiliki kemampuan penginderaan dan komunikasi bawaan, seperti sensor untuk akselerasi, lokasi, serta protokol komunikasi yang mendukung Wi-Fi, SMS, dan seluler. Mereka juga memiliki NFC (komunikasi jarak dekat) dan RFID (identifikasi frekuensi radio), keduanya dapat digunakan untuk identifikasi. Akibatnya, ponsel pintar menyediakan sarana untuk menangkap data dan mengkomunikasikan informasi. Selain itu, keberadaan ponsel pintar yang ada di mana-mana dan diterima oleh pengguna menjadikannya HMI (antarmuka mesin manusia) yang ideal untuk bangunan pintar, di mana pengguna perlu mengendalikan kondisi lingkungan mereka sendiri.

Namun demikian, IoT mempunyai permasalahannya sendiri, seperti pengelolaan sejumlah besar data yang disediakan secara real-time oleh sejumlah besar perangkat IoT yang ditempatkan di seluruh gedung. Selain itu, terdapat masalah terkait interoperabilitas perangkat, dan lebih jauh lagi, integrasi banyak protokol kepemilikan dan standar komunikasi yang ada di pasar. Protokol yang berlaku untuk bangunan (seperti mesin pemanas, pendingin,

dan pendingin udara) mungkin tidak tersedia pada perangkat yang tersedia saat ini. Hal ini perlu diatasi sebelum adopsi skala besar dapat dilakukan.

Salah satu masalah utama dalam memasang sistem manajemen bangunan tradisional (BMS) pada bangunan yang sudah ada dan terutama bangunan tua adalah bahwa metode tradisional sering kali didasarkan pada protokol khusus, yang akan kita bahas nanti, seperti BACnet, KNX, dan LON. Selain itu, solusi WSN (jaringan sensor nirkabel) alternatif didasarkan pada tumpukan protokol khusus yang biasanya digunakan dalam membangun sistem kontrol, seperti ZigBee, Z-Wave, atau EnOcean. Penerapannya jauh lebih mudah dibandingkan dengan bus kabel BACnet, namun mereka masih memiliki masalah dengan integrasi ke sistem lain.

Untuk mencapai tujuan ini, pada tahun 2014, IOT6 (kelompok kerja Uni Eropa) menyiapkan uji coba kantor cerdas guna meneliti potensi IPv6 dan standar terkait dalam mendukung desain konseptual IIoT. Tujuannya adalah untuk meneliti dan menguji IPv6 untuk melihat apakah IPv6 dapat mengurangi banyak interkoneksi dan fragmentasi yang saat ini mengganggu proyek implementasi IoT. Metode yang diputuskan oleh kelompok IOT6 adalah membangun kantor pengujian menggunakan sensor, perangkat, dan protokol standar yang tersedia. IPv6 lebih disukai tetapi tidak selalu menjadi pilihan karena kurangnya ketersediaan. Perangkat-perangkat tersebut dihubungkan melalui arsitektur berorientasi layanan (SOA) untuk menyediakan layanan Internet, interoperabilitas, integrasi cloud, mobilitas, dan distribusi intelijen. Konsep awal dari IOT6 Smart Office adalah untuk menyelidiki potensi IPv6 sebagai protokol umum, yang dapat menyediakan integrasi yang diperlukan antara manusia dan layanan informasi, termasuk Internet dan layanan berbasis cloud, gedung, dan sistem gedung.

Tim IOT6 berharap dapat menunjukkan bahwa dengan kontrol yang lebih baik terhadap teknik otomasi bangunan tradisional, mereka dapat mengurangi konsumsi energi setidaknya sebesar 25%. Selain itu, mereka berharap dapat memudahkan penerapan dan integrasi sistem otomasi gedung, sesuatu yang biasanya mahal dan memerlukan perbaikan serta pemasangan yang mahal. Mereka juga berupaya meningkatkan pengelolaan kontrol akses dan keamanan dengan memanfaatkan ponsel pintar sebagai HMI.

Sehubungan dengan integrasi manusia dan layanan informasi gedung, testbed akan menyediakan lokasi, kantor pintar yang lengkap dan beroperasi. Ini akan menyediakan ruang pertemuan dan konferensi, dan mereka juga akan menyediakan antarmuka inovatif di dalam gedung (asisten virtual, dll.) yang akan memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan mereka dan menyesuaikan tindakan sensor yang mengendalikan hal-hal seperti suhu, lampu, dan tirai. Selain itu, kantor tersebut akan memiliki informasi dan layanan lengkap, seperti komputer untuk akses Internet dan tampilan untuk memberikan informasi real-time mengenai keadaan dunia. Selain itu, kantor pintar akan menyediakan mesin kopi profesional mesin yang menyediakan air panas 24/7.

Salah satu tujuan pengujian IOT6 adalah untuk menyediakan platform untuk menguji dan memvalidasi interoperabilitas antara berbagai sensor dan protokol yang tersedia serta arsitektur konseptual Industrial Internet of Things. Mereka bertekad untuk melakukan interkoneksi dan menguji sedapat mungkin interoperabilitas multi-protokol dengan perangkat

nyata melalui semua kemungkinan penggabungan protokol yang berbeda (di antara standar yang dipilih). Selain itu, mereka ingin menguji dan mendemonstrasikan berbagai skenario aplikasi inovatif berbasis Internet terkait Internet of Things, termasuk skenario terkait proses bisnis. Selain itu, mereka berencana untuk menguji dan mendemonstrasikan potensi kartu multi-protokol, proxy IPv6 untuk perangkat non-IP, dan memperkirakan potensi skalabilitas sistem. Selain itu, mereka akan menerapkan dan memvalidasi sistem di lingkungan pengujian nyata dengan pengguna akhir nyata untuk menguji berbagai skenario.

Empat skenario yang diuji adalah:

- Skenario pertama melibatkan proses pemeliharaan gedung, yaitu proses mengintegrasikan IPv6 dengan perangkat kontrol gedung IoT standar, telepon seluler, layanan cloud, dan aplikasi manajemen gedung.
- Skenario kedua membahas kenyamanan pengguna di kantor cerdas dan di sinilah kantor menjadi cerdas atau “pintar”. Dalam skenario ini, pengguna diidentifikasi melalui ponselnya, NFC, atau RFID, dan sistem manajemen kontrol akan menyesuaikan lingkungan dengan preferensi pengguna yang telah ditentukan sebelumnya atau yang dipelajari mesin, seperti suhu atau tingkat cahaya yang disediakan pengguna. dengan suasana yang ramah. Ketika pengunjung datang, terdeteksi kembali oleh RFID di ponsel mereka, CMS dapat menyalakan lampu di area resepsionis dan memutar musik dan video, sekali lagi untuk memberikan suasana yang ramah. Ketika orang terakhir meninggalkan kantor pintar, terdeteksi oleh detektor kehadiran, CMS akan mematikan lampu dan menurunkan HVAC ke kondisi siaga.
- Skenario ketiga berkaitan dengan penghematan dan kesadaran energi. Dalam skenario ini, tujuannya adalah untuk mendemonstrasikan penggunaan IPv6, dengan fokus pada manajemen energi dan kesadaran pengguna. Tujuannya adalah untuk memungkinkan pengguna, ketika memasuki kantor, menyesuaikan lingkungan menggunakan aplikasi ponsel mereka. Aplikasi seluler akan menampilkan pengaturan saat ini dan ketika pengguna memilih untuk mengubah pengaturan, aplikasi seluler akan menampilkan implikasi konsumsi energi dari modifikasi tersebut. Setelah pengguna meninggalkan ruangan, sistem mengembalikan pengaturan ke konfigurasi energi paling ekonomis.
- Skenario keempat mencakup keselamatan dan keamanan dan berfokus pada deteksi intrusi dan deteksi kebakaran. Dalam skenario ini, sistem mempelajari masalah keamanan karena detektor kehadiran, yang memberi tahu sistem tentang seseorang yang berada di ruangan yang seharusnya kosong, atau sakelar magnetis di jendela atau pintu yang memicu alarm. Demikian pula, sensor suhu atau detektor asap dapat memicu detektor kebakaran. Dalam kedua kasus tersebut, sistem akan mencari alamat IP server keamanan terdekat dan kemungkinan cadangannya. Sistem menghubungi server data lokal dengan mengirimkan data melalui any-cast dengan QoS dan routing prioritas. Jika tidak menerima balasan, ia mengirimkan data duplikat ke grup server keamanan lain. Sistem juga menghubungi agen keamanan terdekat, yang kemudian dapat mengakses lokasi melalui video jarak jauh menggunakan aplikasi ponsel mereka.

Grup IOT6 menemukan melalui analisis teknis mereka terhadap Smart Office bahwa ada banyak perbaikan signifikan ketika menerapkan sistem manajemen kontrol gedung menggunakan perangkat IoT berdasarkan protokol sadar IPv6 seperti 6LoWPAN dan CoAP pada jaringan IPv6 asli (akan dibahas nanti di bagian bab teknis). Mereka melaporkan peningkatan dalam kemudahan penerapan, skalabilitas, fleksibilitas/modularitas, keamanan, keandalan, dan total biaya penerapan. Laporan teknis menunjukkan indikator kinerja utama yang berfokus pada penghematan energi dan peningkatan efisiensi energi.

3.2 LOGISTIK DAN INTERNET INDUSTRI

Logistik selalu menjadi yang terdepan dalam IIoT, karena banyak peluang dan teknik yang sangat cocok untuk industri logistik. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika industri logistik telah menggunakan banyak sensor dan teknologi terkait dengan IIoT selama bertahun-tahun. Misalnya, bidang logistik telah menggunakan teknologi barcode dalam pengemasan, palet, dan kontainer selama bertahun-tahun sebagai cara untuk memantau pengiriman masuk dan keluar dari gudang. Ini merupakan kemajuan besar dari metode sebelumnya yang membuka setiap catatan pengiriman terlampir dan memeriksa barang secara fisik. Namun, penggunaan pemindai kode batang manual masih memerlukan banyak tenaga kerja dan meskipun akurat jika dilakukan dengan tekun, masih ada palet yang terlewatkan atau produk tidak terdeteksi. Untuk mengatasi proses pengendalian inventaris ini, perusahaan logistik mencari solusi otomatis menggunakan teknik IIoT dan teknologi nirkabel.

Solusinya adalah dengan menggunakan tag RFID tertanam dan pembaca RFID terkait, yang dapat memindai seluruh baris atau tumpukan palet yang mengantri di gerbang masuk secara bersamaan. Ini adalah sesuatu yang harus dilakukan oleh pembaca kode batang satu per satu, yaitu peningkatan kecepatan dan keakuratan karena setiap tag RFID dalam jangkauan radio di setiap palet, baik terlihat atau tidak, dibaca oleh sistem. Pembaca RFID secara otomatis mencatat informasi tag RFID seperti ID pesanan, produsen, model produk, jenis, dan jumlah, serta kondisi barang sebelum secara otomatis mencatat pengiriman dalam sistem ERP.

Setelah pengiriman masuk dicatat dan barang dipindahkan ke lokasi stok yang benar, tag dapat diperbarui untuk menampilkan rincian stok yang relevan, seperti nomor komponen dan lokasi. Mereka juga dapat mengkomunikasikan informasi lain menggunakan sensor suhu dan kelembaban serta mengirimkan informasi mengenai kondisi penyimpanan lingkungan. Hal ini memungkinkan staf gudang untuk mengambil tindakan sebelum stok menjadi rusak.

Manfaat utama lainnya menggunakan tag RFID adalah memungkinkan audit stok yang cepat dan akurat. Tingkat stok dikelola melalui aplikasi ERP yang berinteraksi dengan pembaca RFID, sehingga perubahan pada tingkat stok diperbarui secara otomatis dan tingkat stok terus diperbarui dan ketidaksesuaian segera diberitahukan. Demikian pula, untuk pengendalian stok keluar ketika pesanan dikirim, pembaca tag RFID dapat membaca semua tag palet saat melewati gerbang keluar dan secara otomatis menyesuaikan penyimpanan stok untuk setiap item secara bersamaan, sekaligus memperbarui tiket pengiriman ERP setiap pesanan sebagai lengkap dan dalam kondisi baik.

Mengotomatiskan tugas pengendalian stok seperti pengiriman dan penerimaan telah meningkatkan efisiensi operasi dan akurasi pengendalian stok karena pemesanan masuk dan keluar produk ke gudang kini menjadi proses yang sepele. Begitulah keunggulan kompetitif yang diperoleh dengan mengadopsi teknologi sensor dalam meningkatkan efisiensi operasional, misalnya manajemen gudang yang lebih cepat, akurat, dan hemat biaya, perusahaan logistik selalu tertarik untuk mengeksplorasi inisiatif IIoT baru. Area yang terbukti menarik bagi perusahaan logistik adalah pemanfaatan aset yang optimal, dimana sistem terpusat dapat memantau kondisi, status, dan pemanfaatan mesin dan kendaraan. Hal ini penting bagi manajer gudang karena mereka sering kali secara tidak sengaja memanfaatkan beberapa aset secara berlebihan dan kurang memanfaatkan aset lainnya. Misalnya, truk forklift mungkin mengganggu di area lain gudang, ketika forklift dan pengemudi lain bekerja terus menerus.

Masalah operasional lainnya adalah di gudang besar, produktivitas forklift dapat menjadi masalah. Masalah ini muncul karena pengemudi harus mencari lokasi stok dan menavigasi gang serta barisan untuk mencari produk yang tepat. Dengan menggunakan kombinasi sensor lokasi, barcode, tag RFID, dan data stok ERP, dimungkinkan untuk menginstruksikan pengemudi ke lokasi stok barang dan memberikan petunjuk cara menuju ke sana dari lokasi pengemudi saat ini. Ini adalah metode yang diadopsi oleh teknologi SmartLIFT Swisslog, yang menggunakan barcode terarah pada langit-langit dan lorong, selain sensor forklift dan data lokasi stok gudang untuk membuat visualisasi setiap lokasi stok dalam kaitannya dengan posisi forklift saat ini. Dengan cara kerja yang mirip dengan GPS, sistem memberi tahu pengemudi tentang rute terbaik menuju tempat tersebut. Teknologi SmartLIFT meningkatkan pemanfaatan forklift dan mengurangi kesalahan penanganan stok secara signifikan.

Forklift merupakan penyebab lebih dari 100.000 kecelakaan setiap tahunnya di Amerika Serikat saja, dan hampir 80% melibatkan pejalan kaki. Oleh karena itu, industri logistik tertarik untuk memanfaatkan IIoT untuk mencegah banyak kecelakaan ini. Ada beberapa cara yang bisa dilakukan IIoT, misalnya dengan menggunakan sensor, kamera, dan radar pada forklift untuk memperingatkan pengemudi akan keberadaan pejalan kaki dan forklift lainnya. Idealnya, sebuah forklift akan berkomunikasi dengan forklift lain, memastikan mereka sadar satu sama lain untuk mengambil tindakan menghindari, seperti memperlambat atau berhenti di persimpangan buta jika forklift lain terdeteksi di sekitar.

Namun, di negara maju, pick-by-paper masih jauh lebih umum, yaitu istilah yang digunakan untuk pengambilan barang secara manual dari rak. Forklift, kendaraan otonom, dan robot sangat bagus untuk mengangkat palet besar secara berat, namun tidak banyak digunakan untuk mengambil barang-barang kecil yang rumit dari tempat penyimpanan. Di sinilah peran pekerja manusia. Ingatkah semua pejalan kaki yang terluka di gudang karena forklift? Para pejalan kaki tersebut kemungkinan besar adalah tenaga kerja yang bertugas mengambil kertas. Ini adalah pekerja yang dipekerjakan untuk mengumpulkan item stok individual dari daftar. Hal ini sangat tidak efisien dan mereka mempunyai masalah yang sama dengan pengemudi forklift, yaitu mencari jalan di sekitar gudang dan menemukan lokasi stok.

Namun, bantuan sudah dekat melalui augmented reality. Perangkat augmented reality yang paling umum dikenal adalah Google Glass; namun, produsen lain memproduksi produk dengan kemampuan AR. Augmented reality atau, demi penjelasan, Google Glass, masuk ke dalam bidang logistik karena sangat bermanfaat bagi manusia yang memilih saham. Google Glass dapat menampilkan daftar pilihan secara langsung dan bebas genggam, namun juga dapat menampilkan informasi tambahan seperti lokasi item dan memberikan petunjuk arah menuju ke sana. Selain itu, ia dapat mengambil gambar item tersebut untuk memverifikasi bahwa item tersebut adalah stok item yang benar. Apabila barang-barang praktis identik dengan mata, misalnya chip komputer, atau sirkuit terpadu, pemindaian kode batang otomatis bebas genggam memastikan identifikasi barang yang benar. Selain itu, augmented reality mempercepat pelatihan, dan karena para pemetik saham seringkali merupakan pekerja sementara musiman, hal ini sangat penting. Teknologi ini juga memungkinkan penggunaan hands-free, sehingga meningkatkan produktivitas, karena pekerja dapat menemukan barang jauh lebih cepat, sehingga sangat meningkatkan efisiensi sekaligus menghilangkan kesalahan pengambilan.

Kacamata augmented reality juga cocok untuk pemuatan barang sehingga pengemudi forklift dapat menghapus lembar muatan ketakutan, yang memberi tahu mereka urutan setiap palet harus dimuat ke truk. Dengan cara yang sama seperti pada stock picker, pengemudi forklift akan melihat informasi relevan yang ditampilkan pada kaca, sehingga meningkatkan waktu muat karena pengemudi memiliki informasi hands-free sehingga tidak perlu berhenti terus-menerus untuk melihat daftar yang dicetak.

Kasus penggunaan lain yang sangat menjanjikan untuk IoT dan augmented reality adalah penggunaan pemindaian dan verifikasi dokumen. Dalam kasus penggunaan yang paling sederhana, pengemudi pengiriman dapat memeriksa apakah muatan sudah lengkap dengan setiap paket atau palet dicatat dan dimuat. Dalam kasus penggunaan yang lebih canggih, kacamata tersebut dapat digunakan untuk memindai dokumentasi asing, jenis yang digunakan dalam perdagangan internasional untuk mematuhi undang-undang ekspor impor. Integrasi IoT pada perangkat augmented reality dapat memungkinkan pengemudi memindai dokumen sementara perangkat lunak mencari kata kunci, frasa, dan kode yang diperlukan agar dokumen tersebut valid. Hal ini dapat menghemat banyak waktu yang terbuang di pelabuhan dan perbatasan dalam memperbaiki dokumen yang tidak lengkap atau tidak akurat.

Potensi penggunaan IIoT untuk logistik tidak hanya mencakup pergudangan dan memiliki aplikasi menarik dalam transportasi barang. Saat ini, perusahaan logistik melakukan track and trace dan dapat memantau lokasi palet di pesawat yang sedang terbang atau kontainer di kapal di tengah lautan. Terlepas dari kemampuan ini, industri ini menantikan generasi baru pelacakan dan penelusuran, yang akan membawa peningkatan dalam kecepatan, keselamatan, akurasi, dan keamanan. Misalnya, pencurian barang angkutan masih menjadi masalah besar dan dengan penerapan solusi IIoT yang lebih kuat, hal ini akan memungkinkan barang angkutan dilacak meter demi meter mulai dari pengiriman hingga kedatangan. Sensor telemetrik canggih pada truk dan tag RFID pada barang akan memungkinkan pemantauan lokasi dan kondisi secara akurat dan prediktif. Beberapa sensor

pada barang angkutan akan memantau kondisi seperti suhu, kelembapan, guncangan, atau bahkan jika paket telah dibuka, yang mungkin mengindikasikan potensi pencurian.

Truk-truk itu sendiri dapat menggunakan sensor telemetri canggih untuk memprediksi kapan dan bagaimana kendaraan memerlukan perawatan dan secara otomatis memperingatkan pengemudi dan kru pemeliharaan dan bahkan menjadwalkan waktu servis yang diperlukan. Namun, bukan hanya truk saja yang memerlukan pemantauan; pengemudi harus bekerja berjam-jam, terkadang dalam kondisi berbahaya, dan kelelahan dapat menjadi masalah kesehatan dan keselamatan bagi diri mereka sendiri dan pengguna jalan lainnya. Sudah ada teknologi yang digunakan yang membantu mendeteksi kelelahan pengemudi. Misalnya, Caterpillar menggunakan kamera inframerah untuk memantau mata pengemudi, dan komputer memantau kecepatan kedipan dan ukuran pupil. Jika mendeteksi pengemudi mengantuk, ia akan memperingatkan mereka menggunakan alarm audio dan getaran kursi.

Kasus penggunaan lain yang mungkin terjadi adalah dalam manajemen rantai pasokan di mana teknik analisis prediktif Big Data dapat ikut berperan. Perusahaan logistik terbesar di dunia perlu mengetahui kejadian terkini dalam skala global, seperti iklim politik serta kondisi cuaca lokal yang mempengaruhi jalur perdagangan tradisional. Mereka perlu mengetahui adanya aksi mogok yang akan dilakukan oleh pengawas lalu lintas atau pengemudi derek di pelabuhan pelayaran, karena hal ini dapat menyebabkan gangguan besar dan berdampak langsung pada tingkat persediaan stok pelanggan. Namun, dengan adanya truk dan barang yang dilengkapi dengan sensor, hal tersebut kini dapat dilakukan untuk mengumpulkan data ini pada tingkat global. Jika digabungkan dengan data mengenai kejadian terkini, bencana alam, kerusuhan sosial ekonomi, dan ancaman serupa terhadap jalur perdagangan tradisional. Ancaman dapat dikelola secara proaktif dengan memindahkan kargo dari udara ke laut atau sebaliknya untuk memitigasi ancaman aksi mogok.

Demikian pula, rute kargo yang mendesak dapat diubah secara real-time jika analisis prediktif dari seluruh data global menunjukkan tingginya risiko kerusuhan sipil atau cuaca buruk di rute tersebut, yang dapat sangat menunda pengiriman. Analisis prediktif melalui Big Data menjadi alat yang diperlukan untuk analisis intelijen bisnis; diyakini bahwa lebih dari 80% bisnis akan mengadopsinya dalam satu atau lain bentuk pada tahun 2016. Analisis prediktif menjanjikan bagi logistik global bahwa mereka akan mampu mengambil tindakan proaktif untuk memitigasi potensi ancaman terhadap operasi mereka dan menjaga pengiriman barang mereka. bergerak ke tempat tujuan.

Pengecer

Pengecer, seperti kebanyakan bisnis, menanggung biaya TI dan overhead, yang secara langsung mempengaruhi keuntungan mereka, karena mereka harus membebankan biaya ini kepada pelanggan sebagai bagian dari harga pokok barang. Oleh karena itu, pengecer berkepentingan untuk mengurangi, mengelola, atau setidaknya memanfaatkan nilai dari biaya TI tersebut.

Biaya TI yang dikeluarkan oleh pengecer biasanya berupa sistem TI yang diperlukan untuk menjalankan bisnis dan biaya lanjutan untuk mendukung sistem tersebut. Untuk mengurangi biaya TI, pengecer harus menemukan cara untuk memenuhi kebutuhan mereka

dengan menggunakan teknologi yang lebih murah dan efisien. Tingginya biaya TI di ritel disebabkan oleh replikasi lisensi perangkat keras dan perangkat lunak, dukungan TI seperti pemeliharaan lokasi, dan info perbaikan kerusakan. Solusi apa pun yang mengurangi biaya overhead variabel yang tinggi dan mengubahnya menjadi biaya tetap yang lebih rendah adalah alternatif yang menguntungkan.

Pengecer memerlukan sarana untuk mengumpulkan pembayaran, mengamankan sementara penerimaan kas dan kredit, mencatat transaksi penjualan, pengembalian uang, pembayaran sebagian, saldo kas berjalan, dan yang terpenting menghasilkan laporan penjualan akhir hari. Semua informasi ini diperlukan bagi pengecer untuk merekonsiliasi laporan penjualan akhir hari dengan uang tunai di tangan. Hal ini mungkin tidak terlihat banyak, namun bagi pengecer yang memiliki 1.000 toko, merekonsiliasi total penjualan pada akhir hari, baik secara individu maupun kolektif dapat menjadi tugas yang berat.

Secara tradisional, pengecer menyelesaikan rekonsiliasi penjualan akhir hari dengan menggunakan mesin kasir yang diawasi oleh manajer toko. Mesin kasir berevolusi menjadi mesin point of sales (POS), berdasarkan teknologi PC dengan periferal khusus, seperti kotak uang dan pemindai kode batang. Oleh karena itu, karena ini pada tingkat teknologi hanyalah sebuah komputer dengan perangkat lunak POS yang direplikasi di setiap toko, kita dapat mengoptimalkannya dengan mengalihkan kecerdasan dan sebagian besar beban TI dari masing-masing toko ke lokasi terpusat cloud.

Dengan mengalihkan beban TI dari toko ke lingkungan jaringan, kantor pusat, dan ke cloud, kami sangat mengurangi biaya modal (Capex) dan operasional (Opex). Kami mengurangi biaya peralatan untuk toko karena sekarang perangkat POS hanya perlu menjalankan browser web karena aplikasi POS berjalan di cloud. Oleh karena itu, asisten penjualan dapat menggunakan perangkat seluler seperti tablet atau ponsel cerdas, sehingga membebaskan mereka dari titik penjualan tetap, dan ini dapat mengurangi beban staf di toko yang sibuk. Penghematan ini saja dapat mengubah toko yang berada di ambang batas menjadi toko yang layak.

Namun menjalankan aplikasi POS memiliki nilai operasional yang lebih besar, seperti administrasi dan manajemen pusat. Sebelumnya, dengan solusi POS lama, setiap toko menyelesaikan laporan akhir harinya sendiri dan mengirimkannya ke kantor pusat ritel, yang harus menyusun semua laporan menjadi satu laporan terpadu. Hal ini dapat memakan waktu hingga keesokan harinya sebelum manajer/pemilik memiliki gambaran yang jelas tentang kinerja penjualan secara keseluruhan. Namun, dengan aplikasi cloud POS, laporan individu dan kolektif tersedia kapan saja dan dari mana saja dan akurat.

Memiliki pandangan langsung terhadap kinerja penjualan individu dan keseluruhan akan mengoptimalkan area bisnis lainnya, seperti pengendalian stok (persediaan). Lagi pula, setiap penjualan memerlukan penambahan stok atau setidaknya menjalankan prosesnya. Dengan menyimpan semua data toko individu dalam database multi-penyewa pusat, yang memisahkan penjualan dan stok setiap toko, aplikasi cloud dapat secara otomatis menangani manajemen penjualan dan stok baik dari sudut pandang individu maupun kolektif, dan melakukannya secara real time. tidak terlambat keesokan harinya.

Manajemen pusat adalah fitur yang sangat penting dari POS cloud karena memungkinkan manajemen menerapkan kebijakan pusat ke setiap toko dan perangkat POS hanya dengan mengklik sebuah tombol. Hal ini juga memungkinkan otomatisasi proses, prosedur, dan alur kerja, yang mengelola pengisian stok.

Pelaporan dan visibilitas real-time juga merupakan layanan cloud utama yang mempersingkat proses pengambilan keputusan. Memiliki akses langsung ke laporan dan laporan status langsung memungkinkan kontrol yang lebih besar dan pengelolaan yang lebih tepat waktu. Misalnya, selama promosi penjualan, kinerja masing-masing toko dilacak saat hal tersebut terjadi, taktik diubah, dan keputusan dibuat untuk segera mengisi kembali stok yang semakin berkurang, seiring dengan perkembangan peristiwa dan bukan berdasarkan data yang sudah usang kemarin.

Seperti yang telah kita lihat, pengecer dapat mengurangi biaya dengan menerapkan strategi cloud POS ke TI dan sisa biaya dikelola dan dimanfaatkan untuk memberikan nilai bagi bisnis. Penghematan biaya TI secara langsung terjadi melalui pengurangan perangkat keras/perangkat lunak dan dukungan/pemeliharaan. Solusi cloud POS menghilangkan biaya-biaya ini dan menggantinya dengan satu biaya bulanan tetap. Ini saja mengurangi harga pokok barang dan meningkatkan keuntungan. Selain itu, cloud POS menyediakan layanan untuk menciptakan nilai melalui efisiensi dan kontrol, serta kemampuan mengelola bisnis secara real time.

3.3 INOVASI IOT DI RITEL

Inovasi dalam industri ritel tidak hanya sekedar efisiensi operasional; industri ritel telah menerima IIoT secara positif. Berikut beberapa contoh perubahan pola pikir. IIoT akan menyediakan sarana inovasi bagi pengecer yang sebelumnya tidak terbayangkan, misalnya, memfasilitasi komunikasi langsung dengan pelanggan melalui saluran omni, seperti iklan interaktif di dalam toko, promosi web, media sosial, video, dan augmented reality. Jangan sampai kita meninggalkan media tradisional, seperti surat kabar, majalah, dan TV/radio, karena media-media tersebut masih memiliki jangkauan konsumen yang sangat luas. Namun, agar tetap relevan, pengecer harus menyampaikan pesan yang tepat melalui saluran populer yang berfokus pada preferensi pelanggan mereka, dan yang terpenting adalah berharap pesan mereka dapat disampaikan kepada pelanggan generasi berikutnya.

Pendekatan ini memerlukan transformasi dalam cara pengecer mengadopsi IoT karena hal tersebut merupakan inti dari transformasi ini. Potensi jangkauan omni-channel IoT adalah menghubungkan manusia, mesin, barang, dan layanan, jauh melampaui saluran komunikasi apa pun, seperti TV. Oleh karena itu, pengecer, untuk memperlancar arus informasi, harus memastikan bahwa strategi periklanan mereka disampaikan melalui saluran omni. Penting juga bagi pengecer untuk menargetkan keputusan pelanggan secara real-time dan meningkatkan pengalaman konsumen, karena hal ini sangat penting di era Internet.

Pengecer fesyen terkemuka yang menysasar konsumen muda yang sadar fesyen sudah berinvestasi miliaran dolar di IoT pikirkan tentang toko ponsel dan toko fesyen kelas atas. Penerapan periklanan berteknologi tinggi dan penyediaan pengalaman pelanggan virtual di

dalam toko yang disediakan oleh penerapan IoT telah mewujudkan keuntungan finansial yang melebihi ekspektasi. Manfaat operasional dan finansial yang diperoleh pengecer berkisar dari manajemen inventaris yang efisien hingga promosi yang ditargetkan secara real-time kepada pelanggan, dan hiburan di dalam toko yang meningkatkan pengunjung, mengembangkan merek, dan pada akhirnya meningkatkan penjualan. Para pionir IoT ini telah mengidentifikasi sejak awal bahwa mereka perlu mengembangkan dan mentransformasikan praktik bisnis mereka agar sesuai dengan perubahan gaya hidup pelanggan mereka. Mereka juga mengidentifikasi bahwa, pada waktunya, IoT akan menyentuh hampir setiap area operasi ritel dan keterlibatan pelanggan.

Para retailer yang berhasil menavigasi transformasi ini, dari yang tradisional menjadi yang tercanggih, tidak hanya menerima inovasi namun juga menyadari potensi IIoT. Pengecer mungkin memahami konsep IIoT, serta potensi bisnis dan pemasarannya. Sayangnya, mereka jarang menemukan bukti nyata mengenai keunggulan kompetitif tertentu. Lebih sering daripada tidak, IIoT digambarkan sebagai penerapan teknologi tinggi, seperti augmented reality, pelacakan pelanggan RFID dengan iklan yang dipersonalisasi, dan konsep pemasaran serupa yang tidak mudah diterima oleh sebagian besar pelanggan pengecer saat ini atau bahkan di masa depan.

Keunggulan IoT tidak hanya diberikan melalui pengalaman pelanggan yang lebih baik kebanyakan manfaatnya datang dari penyimpanan belakang, pengendalian stok, manajemen inventaris, manajemen rantai yang mudah rusak dan dingin, dan untuk operasi yang lebih besar, papan reklame digital, manajemen armada, dan pemenuhan yang cerdas pusat. Sebagai contoh, tiga supermarket terbesar di Inggris melaporkan penghematan sebesar 50% setelah penerapan IIoT.

Bagi beberapa pengecer yang menerapkan solusi IIoT, hal ini berarti memasang berbagai macam teknologi yang membingungkan, termasuk perangkat keras, sensor, perangkat, aplikasi, telematika, data, dan konektivitas ke cloud. Meski begitu, manfaat operasionalnya jelas, dan selain itu, ada keuntungan lebih lanjut yang bisa diperoleh dari iklan interaktif. Bentuk periklanan inovatif ini bekerja dengan menyematkan tag NFC atau RFID pada produk, yang memberikan informasi tambahan kepada pelanggan ketika mereka berada dalam jarak dekat. Contohnya adalah ketika calon pelanggan berhenti di depan suatu produk di rak supermarket, tanda digital yang terletak di bawah produk diaktifkan untuk memberikan informasi lebih lanjut, seperti data gizi atau dalam hal pakaian, peringkat media sosial. dan mungkin diskon saat ini. Hal ini mungkin mempengaruhi keputusan pembelian pelanggan.

Namun masalahnya, semua ini bisa sangat merugikan pelanggan. Tidak semua orang ingin pemasaran yang mengganggu dilakukan pada mereka. Akibatnya, pengecer berupaya merancang pengalaman pelanggan, yang kini mereka sadari bisa menjadi sama pentingnya dengan mengiklankan produk. Dengan pengalaman berbelanja yang semakin dihargai pelanggan dibandingkan barang material, masuk akal untuk mulai merencanakan produk dan layanan baru dengan mempertimbangkan pengalaman pelanggan.

Apa yang disadari oleh pengecer yang beroperasi dengan model bisnis-ke-konsumen atau bisnis-ke-bisnis adalah bahwa mengadopsi konsep dan teknologi IoT akan

menyederhanakan kehidupan audiens target dan menawarkan pengalaman pelanggan yang memuaskan. Tujuannya adalah bahwa inisiatif dan teknologi IoT yang diterapkan tidak hanya akan mendorong produk, pemasaran, dan layanan, namun akan berkontribusi pada peningkatan pengalaman pelanggan secara keseluruhan, yang menghasilkan penjualan individu yang lebih tinggi dan laba kotor yang lebih besar.

Tentu saja, tidak semua pelanggan sama. Beberapa orang benar-benar menyukai teknologi tinggi seperti yang dapat dilihat dari keberhasilan toko-toko yang menerapkan augmented reality. Di toko-toko ini, pengecer telah melangkah melampaui kontrol inventaris dan pengecer pembayaran kartu NFC dan telah menyediakan cermin ajaib virtual.

Augmented reality adalah tren baru dalam ritel karena menyediakan cara bagi pelanggan untuk mengevaluasi produk secara interaktif dan membandingkannya dengan produk serupa lainnya atau mempertimbangkan kesesuaiannya dengan lingkungan tempat mereka berada. Contoh augmented reality adalah katalog IKEA terbaru, sebuah aplikasi seluler yang memungkinkan pelanggan melakukan simulasi virtual mengenai item furnitur di ruang tamu mereka yang sebenarnya. Pelanggan dapat mengatur furnitur virtual di lokasi berbeda dengan memeriksa dimensi, skema warna, dan mengubah pilihan mereka agar sesuai. Demikian pula, perusahaan mode yang berbasis di LA, cermin ajaib Uniquo, telah menciptakan kehebohan, karena memungkinkan pelanggan untuk mencoba satu item pakaian, kemudian cermin AV yang mengenali ukuran, gaya, dan produk dapat mengubah warna untuk menunjukkan alternatif yang tersedia, tanpa pelanggan harus berubah setiap saat.

Namun, IoT dan augmented reality tidak berhenti di situ. Antarmuka virtual dapat melangkah lebih jauh seperti yang ditunjukkan oleh Yihaodian, e-retailer makanan terbesar di Tiongkok. Perusahaan baru-baru ini mengumumkan bahwa mereka akan membuka jaringan supermarket AR pertama di dunia. Masing-masing supermarket virtual ini memiliki ruang yang benar-benar kosong dan terletak di dekat area pejalan kaki yang tinggi (misalnya, stasiun kereta api atau kereta bawah tanah, taman, dan universitas). Hal yang menarik adalah meskipun dengan mata telanjang hanya akan melihat lantai dan dinding kosong, orang yang menggunakan perangkat berkemampuan AR, misalnya Google Glass, akan melihat rak-rak berisi sayur-sayuran, buah-buahan, daging, ikan, bir, dan segala macam barang asli. -produk dunia. Untuk membeli produk virtual ini, pelanggan memindai setiap produk virtual dengan perangkat seluler mereka sendiri, menambahkannya ke keranjang belanja online mereka. Mereka kemudian menerima pengiriman produk ke rumah mereka.

3.4 MEMPERKENALKAN INDUSTRI 4.0

Asal usul Industri 4.0 terletak pada kekuatan manufaktur Jerman. Namun gagasan konseptual tersebut telah diadopsi secara luas oleh negara-negara industri lain di Uni Eropa, dan lebih jauh lagi di Tiongkok, India, dan negara-negara Asia lainnya. Nama Industri 4.0 mengacu pada revolusi industri keempat, dengan tiga revolusi pertama terjadi melalui mekanisasi, listrik, dan TI.

Revolusi industri keempat, dan 4.0, akan terwujud melalui Internet of Things dan Internet layanan yang terintegrasi dengan lingkungan manufaktur. Namun, semua manfaat

dari revolusi industri sebelumnya muncul setelah terjadinya revolusi, sedangkan dengan revolusi keempat kita mempunyai kesempatan untuk secara proaktif memandu cara revolusi ini mengubah dunia kita.

Visi Industri 4.0 adalah di masa depan, bisnis industri akan membangun jaringan global untuk menghubungkan mesin, pabrik, dan fasilitas pergudangan mereka sebagai sistem cyber-fisik, yang akan terhubung dan mengontrol satu sama lain secara cerdas dengan berbagi informasi yang memicu tindakan. Sistem cyber-fisik ini akan berbentuk pabrik pintar, mesin pintar, fasilitas penyimpanan pintar, dan rantai pasokan pintar. Hal ini akan menghasilkan perbaikan dalam proses industri di bidang manufaktur secara keseluruhan, melalui teknik, penggunaan material, rantai pasokan, dan manajemen siklus hidup produk. Inilah yang kami sebut rantai nilai horizontal, dan visinya adalah Industri 4.0 akan berintegrasi secara mendalam dengan setiap tahapan dalam rantai nilai horizontal untuk memberikan perbaikan luar biasa dalam proses industri.

Inti dari visi ini adalah pabrik pintar, yang akan mengubah cara produksi dilakukan, tidak hanya berdasarkan mesin pintar, tetapi juga produk pintar. Bukan hanya sistem siber-fisik seperti mesin pintar saja yang akan cerdas; produk yang dirakit juga akan memiliki kecerdasan yang tertanam sehingga dapat diidentifikasi dan ditempatkan setiap saat selama proses produksi. Miniaturisasi tag RFID memungkinkan produk menjadi cerdas dan mengetahui produknya, kapan diproduksi, dan yang terpenting, kondisinya saat ini dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mencapai kondisi yang diinginkan.

Hal ini mengharuskan produk pintar mengetahui sejarahnya sendiri dan proses masa depan yang diperlukan untuk mengubahnya menjadi produk yang lengkap. Pengetahuan tentang proses manufaktur industri ini tertanam dalam produk dan ini akan memungkinkan mereka memberikan jalur alternatif dalam proses produksi. Misalnya, produk pintar akan mampu memberi instruksi pada ban berjalan, jalur produksi mana yang harus diikuti karena produk tersebut mengetahui kondisinya saat ini, dan proses produksi selanjutnya yang perlu dilakukan hingga selesai. Nanti, kita akan melihat cara kerjanya dalam praktik.

Namun, untuk saat ini, kita perlu melihat elemen kunci lain dalam visi Industri 4.0, yaitu integrasi proses manufaktur vertikal dalam rantai nilai. Visi yang dipegang adalah bahwa sistem horizontal tertanam terintegrasi dengan proses bisnis vertikal, (antara lain penjualan, logistik, dan keuangan) dan sistem TI terkait. Hal ini akan memungkinkan pabrik-pabrik cerdas untuk mengontrol manajemen end-to-end seluruh proses manufaktur mulai dari rantai pasokan hingga layanan dan manajemen siklus hidup. Penggabungan Teknologi Operasional (OT) dengan Teknologi Informasi (TI) bukannya tanpa masalah, seperti yang telah kita lihat sebelumnya ketika membahas Internet Industri. Namun dalam sistem Industri 4.0, entitas-entitas tersebut akan bertindak sebagai satu kesatuan.

Pabrik pintar tidak hanya berhubungan dengan perusahaan besar, namun juga ideal untuk usaha kecil dan menengah karena fleksibilitas yang mereka berikan. Misalnya, kendali atas proses manufaktur horizontal dan produk cerdas memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik dan kendali proses yang dinamis, seperti dalam kemampuan dan fleksibilitas untuk memenuhi perubahan desain pada menit-menit terakhir atau untuk mengubah

produksi guna memenuhi preferensi pelanggan dalam desain produk. Selain itu, kontrol proses dinamis ini memungkinkan ukuran lot kecil, yang tetap menguntungkan dan mengakomodasi pesanan khusus individu. Proses bisnis dan rekayasa yang dinamis ini memungkinkan cara-cara baru untuk menciptakan nilai dan model bisnis yang inovatif. Singkatnya, Industri 4.0 akan memerlukan integrasi CPS di bidang manufaktur dan logistik sambil memperkenalkan Internet of Things dan layanan dalam proses manufaktur. Hal ini akan membawa cara-cara baru untuk menciptakan nilai, model bisnis, dan layanan hilir bagi UKM (usaha kecil menengah).

3.5 MENDEFINISIKAN INDUSTRI 4.0

Jika kita mencari definisi yang jelas tentang Industri 4.0, hal ini mungkin sulit dipahami. Sebagai contoh, berikut tiga definisi:

- “Istilah Industri 4.0 berarti revolusi industri keempat. Paling baik dipahami sebagai tingkat organisasi dan kendali baru atas seluruh rantai nilai siklus hidup produk, hal ini diarahkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang semakin individual. Siklus ini dimulai dari ide produk, mencakup penempatan pesanan dan meluas hingga pengembangan dan manufaktur, hingga pengiriman produk ke konsumen akhir, dan diakhiri dengan daur ulang, yang mencakup semua layanan yang dihasilkan. Landasan revolusi industri keempat adalah tersedianya seluruh informasi relevan secara real time dengan menghubungkan seluruh instansi yang terlibat dalam rantai nilai. Kemampuan untuk memperoleh nilai tambah rendah yang optimal kapan saja dari data juga sangat penting. Keterhubungan antara manusia, benda, dan sistem menciptakan hubungan nilai tambah yang dinamis, terorganisir secara mandiri, dan dioptimalkan secara real-time di dalam dan antar perusahaan. Hal ini dapat dioptimalkan berdasarkan kriteria yang berbeda seperti biaya, ketersediaan dan konsumsi sumber daya.” (PWC.DE)
- “Kerangka kerja untuk Industri 4.0 bergantung pada 1) digitalisasi dan integrasi rantai nilai horizontal dan vertikal. 2) Digitalisasi produk dan layanan dan 3) pengenalan model bisnis yang inovatif.”
- “Industri 4.0 adalah istilah kolektif untuk teknologi dan konsep organisasi rantai nilai. Dalam pabrik pintar berstruktur modular di Industri 4.0, CPS memantau proses fisik, membuat salinan virtual dunia fisik, dan membuat keputusan terdesentralisasi. Melalui IoT, CPS berkomunikasi dan bekerja sama satu sama lain dan manusia secara real time. Melalui IoS, layanan internal dan lintas organisasi ditawarkan dan dimanfaatkan oleh para peserta rantai nilai.”

Jika definisi dari sumber terpercaya ini tidak menjelaskan apa yang dimaksud dengan Industri 4.0, mungkin kita bisa melihat contoh praktisnya. Definisi Industri 4.0 mungkin agak membingungkan; beberapa pihak akan mengklaim bahwa hal ini “membuat industri manufaktur sepenuhnya terkomputerisasi”. Sedangkan pihak lain mungkin mengatakan ini adalah cara untuk “membuat produksi industri menjadi tervirtualisasi”. Namun, konsensus yang muncul adalah “bahwa hal ini mengintegrasikan saluran horizontal dan vertikal”. Apa

pun yang terjadi, hal ini merupakan insentif besar bagi dunia usaha dan produsen untuk mengikuti laju perubahan yang cepat yang didorong oleh evolusi berbagai teknologi pendukung.

Industri 4.0, seperti banyak teknologi baru lainnya di abad ke-21, bukanlah sebuah konsep baru; ini lebih merupakan kelahiran kembali konsep lama yang memanfaatkan teknologi baru yang dikembangkan. Tepatnya, Industri 4.0 pada dasarnya adalah pendekatan manufaktur yang direvisi yang memanfaatkan penemuan dan inovasi teknologi terkini, khususnya dalam menggabungkan teknologi operasional dan teknologi informasi dan komunikasi.

Industri 4.0 menerapkan alat-alat yang disediakan oleh kemajuan teknologi operasional, komunikasi, dan informasi untuk meningkatkan tingkat otomatisasi dan digitalisasi produksi, dalam proses manufaktur dan industri. Tujuannya adalah untuk mengelola seluruh proses rantai nilai, dengan meningkatkan efisiensi dalam proses produksi dan menghasilkan produk dan layanan dengan kualitas unggul. Visi ini mengikuti prinsip kualitas yang lebih tinggi, bukan mengorbankan harga yang lebih rendah. Filosofi ini telah menghasilkan pabrik cerdas masa depan, dimana efisiensi dan biaya meningkat serta keuntungan meningkat. Pabrik masa depan ini sudah ada seperti yang akan kita lihat nanti menjadi pabrik yang beroperasi dengan efisiensi yang tenang, di mana semua proses, yang digerakkan oleh CPS dan manusia, tidak seperti pabrik tradisional mana pun, karena mereka bekerja di lingkungan yang hampir steril, dengan bersih, aman, andal, dan efisien.

3.6 MENGAPA INDUSTRI 4.0 DAN MENGAPA SEKARANG?

Munculnya mesin, yang digembar-gemborkan pada tahun 70an dan 80an sebagai masa depan manufaktur dan solusi bagi manusia yang tidak menentu di lini produksi, menimbulkan kekhawatiran yang besar. Kekhawatirannya adalah bahwa mesin robot akan menjalankan produksi kita, dan, karena awalnya berhasil dalam industri berat, hal ini mengakibatkan munculnya otomatisasi dalam industri. Otomasi berakar pada tahun 80-an, ketika keinginan untuk efisiensi di bidang manufaktur mengakibatkan hilangnya banyak pekerjaan berupah rendah bagi pekerja manual, yang dianggap sebagai akhir bagi manusia di lini produksi. Hal tersebut tidak terjadi, meskipun banyak pekerja yang kehilangan pekerjaan dan mata pencahariannya.

Munculnya mesin dan robot muncul melalui komputer, IT, dan robot semi-cerdas yang menggantikan banyak pekerja. Namun, revolusi industri keempat ini merupakan transisi menuju transformasi digital pada industri manufaktur penggabungan dunia fisik dan digital yang memiliki kemungkinan lain dan tidak berarti perampingan.

Industri 4.0 terwujud melalui beberapa kemajuan teknologi:

- Peningkatan pesat selama dekade terakhir dalam volume data, penyimpanan cloud, daya komputasi sewa, dan konektivitas jaringan di mana-mana telah memungkinkan analisis data operasional yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan. Transformasi ini terutama terlihat pada jaringan area luas baru dengan pemanfaatan daya rendah. Industri

menghadapi kemungkinan harus menggunakan data baru dalam operasi manufaktur mereka.

- Kemajuan kemampuan analitik. Pengembangan produk memerlukan analisis agar berhasil, dan semakin kuat dan solid analisisnya, semakin tinggi pula kualitas produk akhirnya. Banyak analisis juga diperlukan untuk meningkatkan efisiensi operasi bisnis.
- Pengenalan bentuk baru interaksi manusia dan mesin. Hal ini mencakup pengembangan sistem augmented reality, dan sistem yang memanfaatkan sepenuhnya antarmuka sentuh dan sistem operasi hands-free lainnya.
- Inovasi dalam kemudahan transfer data digital ke sesuatu yang dapat digunakan secara fisik. Contohnya termasuk peningkatan dalam robotika canggih dan permulaan teknologi pencetakan 3D serta pembuatan prototipe cepat.

Dengan adanya faktor-faktor pendorong ini, industri merasa semakin penting mengikuti perkembangan zaman, terutama jika mereka berencana untuk tetap kompetitif.

3.7 EMPAT CIRI UTAMA INDUSTRI 4.0

Para pendukung Industri 4.0 menyebutkan empat karakteristik utama dan berbeda:

1. Integrasi vertikal sistem produksi cerdas

Pabrik pintar, yang pada dasarnya merupakan inti dari Industri 4.0, tidak dapat bekerja secara mandiri. Terdapat kebutuhan akan jaringan pabrik pintar, produk pintar, dan sistem produksi pintar lainnya. Inti dari jaringan vertikal berasal dari penggunaan sistem produksi cyber-fisik (CPPS), yang memungkinkan pabrik dan pabrik bereaksi dengan cepat dan tepat terhadap berbagai variabel, seperti tingkat permintaan, tingkat stok, kerusakan mesin, dan penundaan yang tidak terduga. Demikian pula, jaringan dan integrasi juga melibatkan logistik cerdas dan layanan pemasaran suatu organisasi, serta layanan cerdasnya, karena produksi disesuaikan sedemikian rupa sehingga bersifat individual dan ditargetkan secara khusus kepada pelanggan.

2. Integrasi Horizontal Melalui Jaringan Rantai Nilai Global

Integrasi akan memfasilitasi pembentukan dan pemeliharaan jaringan yang menciptakan dan menambah nilai. Hubungan pertama yang terlintas ketika kita berbicara tentang integrasi horizontal adalah hubungan antara mitra bisnis dan pelanggan. Namun, hal ini juga bisa berarti integrasi model bisnis baru antar negara dan bahkan antar benua, sehingga menghasilkan jaringan global.

3. Rekayasa Menyeluruh Di Seluruh Rantai Nilai

Seluruh rantai nilai dalam industri tunduk pada apa yang disebut rekayasa menyeluruh (through-engineering), yaitu siklus hidup produk secara keseluruhan ditelusuri mulai dari produksi hingga penghentian produksi. Dalam disiplin manufaktur lain, misalnya pakaian, fokusnya adalah pada proses manufaktur saja, membuat produk, menjual produk, kemudian mengirimkannya dan melupakannya. Misalnya, tidak ada kekhawatiran mengenai apa yang terjadi pada kemeja yang diproduksi dengan buruk, apalagi apa yang terjadi pada tren penjualan di masa depan, setelah pelanggan membuangnya ke tempat sampah. Namun, ketika berhadapan dengan komponen industri, kualitas adalah rajanya.

Konsekuensinya, harus ada fokus pada kualitas dan kepuasan pelanggan sehingga produsen harus membangun produk untuk memenuhi harapan pelanggan. Misalnya, pemilik Mercedes Benz mengharapkan komponen diproduksi dengan kualitas terbaik dan mendapat dukungan purna servis. Industri 4.0 mencakup proses produksi dan seluruh siklus hidup produk.

4. Percepatan Manufaktur

Operasi bisnis, khususnya yang terlibat dalam manufaktur, menggunakan banyak teknologi, sebagian besar tidak inovatif atau mahal, dan sebagian besar sudah ada. Seperti yang dapat dilihat dari keempat karakteristik Industri 4.0 ini, terdapat fokus yang besar pada konsep rantai nilai ini, namun apa itu rantai nilai?

3.8 RANTAI NILAI

Semua perusahaan berusaha untuk mengoptimalkan rantai nilai mereka, berapa pun ukurannya, karena mereka membutuhkan mitra, mungkin dalam desain dan pengembangan, pemasaran, atau rantai pasokan. Sasaran pabrikan adalah, seperti di perusahaan, untuk fokus pada disiplin inti yang menghasilkan keuntungan dan melakukan outsourcing pasokan, logistik, pemasaran, dan penjualan. Perspektif mereka adalah mengurangi pengeluaran sekaligus memaksimalkan keuntungan. Bagaimanapun, perusahaan besar menjadi menguntungkan dan sukses karena mereka melakukan sesuatu lebih baik daripada pesaing mereka, namun terkadang bahkan perusahaan kecil melakukan satu tugas dengan lebih baik, karena mereka fokus pada tugas tertentu dan dapat melakukannya dengan lebih efisien. Oleh karena itu, rantai nilai mengharuskan produsen besar bekerja sama dengan mitra yang memiliki keterampilan dalam disiplin tertentu untuk mengurangi biaya.

Contoh dari skenario ini adalah sebuah perusahaan eksplorasi minyak dan gas, yang mungkin kaya akan uang namun tidak mau berinvestasi dan belajar merancang dan memproduksi pipa. Sebaliknya, mereka membeli pipa dari produsen pipa minyak spesialis, sebuah perusahaan yang ukuran dan kekayaannya hanya sebagian kecil dari mereka.

Namun, hal ini tidak semudah kelihatannya pada awalnya. Dalam bidang manufaktur, menjadi dan mempertahankan keuntungan berkaitan dengan pembelian bahan mentah dengan biaya optimal untuk mengubah bahan tersebut menjadi produk yang dapat dijual. Setiap minggu pesaing mengubah produk mereka berdasarkan harga, kualitas, atau ketersediaan. Akibatnya, tujuan bisnis besar adalah mengidentifikasi aktivitas bisnis inti, aktivitas yang menghasilkan aktivitas bisnis paling menguntungkan untuk memastikan keuntungan maksimal, dan kemudian melakukan outsourcing sisanya.

Oleh karena itu, rantai nilai, berdasarkan praktik manufaktur dan industri terbaik, adalah wajib bagi setiap produsen barang atau jasa. Hanya sedikit perusahaan skala industri, jika ada, yang dapat mendukung rantai nilai mereka, berapapun kekayaan mereka. Ambil contoh Shell. Mereka membutuhkan material dalam jumlah besar, baik itu pipa, tenaga terampil, peralatan minyak, anjungan minyak, helikopter, dan bahkan bangunan, yang tidak mungkin mereka produksi sendiri. Ada dua komponen rantai nilai bisnis aktivitas horizontal dan aktivitas pendukung vertikal. Aktivitas horizontal berhubungan langsung dengan rantai

manufaktur, yang berkaitan dengan setiap langkah proses pembuatan produk. Aktivitas pendukung vertikal, seperti IT, penjualan, dan pemasaran, berhubungan dengan produksi hingga layanan purna jual.

Nilai primer atau horizontal berhubungan langsung dengan nilai yang dapat ditambahkan pada produksi, penjualan, dukungan, dan pemeliharaan produk. Aktivitas utama menambah nilai pada produk, dan mencakup fungsi seperti:

- **Logistik Masuk**—Ini adalah biaya dan upaya yang membawa bahan mentah ke dalam perusahaan. Hal ini dapat mencakup biaya bahan mentah, biaya pendaratan, pajak, dan biaya penyimpanan dan distribusi.
- **Operasi**—Di sinilah nilai tambah pada bahan mentah dengan mengubahnya menjadi produk yang dapat dijual dan di sinilah keuntungan ditentukan.
- **Logistik Keluar**—Ini adalah biaya bawaan yang terkait dengan pengiriman produk ke pelanggan. Oleh karena itu, seluruh fungsi penyimpanan, pendistribusian, dan pemeliharaan stok berada di bawah logistik keluar. Secara tradisional, biaya logistik keluar bisa sangat tinggi, oleh karena itu diperlukan inisiatif untuk mengurangi penyimpanan dan risiko menyimpan terlalu banyak stok dengan melakukan produksi sesuai permintaan. Memproduksi berdasarkan permintaan atau pesanan pasti untuk barang-barang berbiaya tinggi sangat mengurangi risiko ini.
- **Pemasaran Dan Penjualan**—Nilai juga ditambahkan pada tahap pemasaran dan penjualan, dimana produk menjalani peran periklanan untuk meyakinkan pelanggan bahwa produk tersebut adalah produk yang mereka inginkan.
- **Layanan**—Purna Jual, fungsi layanan mempertimbangkan nilai pemeliharaan produk sepanjang siklus hidupnya.

Komponen rantai nilai lainnya yang tidak boleh diabaikan adalah fungsi pendukung, yang terdiri dari fitur-fitur reputasi berikut:

- *Infrastruktur Perusahaan*—Hal ini berkaitan dengan seberapa stabil perusahaan dan seberapa bereputasi produknya, kualitas barangnya, dan kemudahan servisnya.
- *Sumber Daya Manusia*—SDM berkaitan dengan cara perusahaan mengelola tenaga kerjanya. Reputasi dibangun berdasarkan banyak faktor seperti cara perusahaan memperlakukan karyawannya. Ini adalah faktor utama yang tidak boleh diabaikan. Misalnya, jika perusahaan mempunyai reputasi dalam hal perekrutan dan pemecatan, kabar tersebut akan segera tersebar.
- *Perkembangan Teknologi*—Faktor ini berkaitan dengan inovasi dan kualitas tim teknologi dan teknik serta reputasi mereka dalam menghasilkan produk yang baik dan sesuai dengan tujuan.
- *Pengadaan*—Ini adalah kemampuan untuk mendapatkan dan mengakses sumber bahan mentah atau suku cadang yang dapat diandalkan dengan biaya yang wajar, dan hal ini memerlukan reputasi vendor yang baik dalam bisnis tersebut.

Menciptakan Rantai Nilai

Untuk menciptakan rantai nilai yang berkelanjutan, Anda memerlukan strategi yang mempertimbangkan aktivitas utama dan pendukung. Analisis tersebut harus

mempertimbangkan setiap langkah proses bisnis dan memastikan bahwa proses tersebut sepenuhnya selaras dengan strategi perusahaan. Siapa yang harus melakukan audit rantai nilai masih menjadi perdebatan; beberapa lebih menyukai eksekutif berpangkat tinggi yang memiliki pengetahuan strategi perusahaan yang mendalam, yang lain cenderung memilih ahli yang ahli di bidangnya yang telah terbukti keahliannya di bidangnya, karena hal ini dapat memberikan kedalaman dan keluasan audit yang lebih besar.

Saat melakukan audit rantai nilai, biasanya dilakukan penelusuran suatu produk mulai dari saat perusahaan memperoleh komponennya sebagai bahan mentah, hingga tahap produksi, hingga akhirnya dijual kepada pelanggan. Selama audit, tim yang bertugas melakukan audit harus mencatat, pada setiap tahap, apakah ada kemungkinan yang bisa dilakukan agar proses tersebut bisa lebih baik.

Namun, tahap pertama dari audit nilai tambah hanyalah langkah pertama dalam strategi nilai tambah; temuan awal harus ditindaklanjuti, karena harus ada analisis dan implementasi temuan. Hasilnya sering kali berupa pilihan antara perspektif diferensial atau perspektif biaya, yang bergantung pada tujuan awal perusahaan—untuk meningkatkan produk atau memangkas biaya.

3.9 CALON DIFERENSIAL

Produsen yang ingin membedakan produknya berdasarkan kualitas, fitur, atau keandalan mengadopsi perspektif diferensial. Mungkin biayanya lebih mahal dalam proses produksi, namun perusahaan akan mengandalkan kepuasan pelanggan dan pengalaman pelanggan yang baik untuk membawa mereka kembali ke penjualan atas dan penjualan silang. Perspektif diferensial memerlukan penyediaan fitur atau kualitas yang menggantikan upaya terbaik pesaing dan meskipun mungkin memerlukan biaya lebih besar dari sudut pandang produksi, keuntungan akan meningkat karena peningkatan reputasi dan peningkatan pengalaman pelanggan.

Diferensial Biaya

Alternatif diferensiasi berdasarkan kualitas adalah dengan memangkas biaya dan kualitas produk. Hal ini terjadi melalui strategi untuk memangkas biaya produksi dan juga harga pelanggan. Namun, hal ini tidak selalu merupakan pilihan yang mudah, karena audit biaya memerlukan studi yang jauh lebih tekun. Pertimbangkan satu skenario untuk memangkas biaya daripada meningkatkan kualitas.

Latihan pemotongan biaya mengharuskan setiap tahap rantai nilai diaudit untuk mengetahui efisiensi dan biaya. Hal ini memerlukan evaluasi setiap metode, proses, dan prosedur untuk menentukan cara yang paling efisien dan hemat biaya untuk mencapai tujuan. Misalnya, setiap tahapan prospektif primer dan pendukung perlu diaudit, untuk menyadari beban biaya, inefisiensi, dan potensi penghematan biaya. Kedua, harus ada studi evaluasi yang terperinci untuk menentukan penghematan biaya yang realistis dari metode alternatif. Ketiga, ada kebutuhan untuk mengevaluasi biaya dalam mengubah suatu proses, melatih kembali staf, memberhentikan staf, atau menerapkan teknologi baru.

Namun, manfaatnya adalah audit pemotongan biaya dapat mengungkap inefisiensi operasional dan keuangan serta kelemahan desain/manajemen/produksi yang menyebabkan biaya pelanggan lebih tinggi. Yang terpenting, mereka yang berpartisipasi dalam audit akan memperoleh pemahaman mendalam tentang proses dan prosedur perusahaan, yang dapat menghasilkan wawasan lebih lanjut, pemahaman lebih baik mengenai proses holistik, dan alternatif yang lebih inovatif.

Lalu mengapa perusahaan manufaktur tidak melakukan hal ini sebelumnya? Beberapa perusahaan berwawasan ke depan bermitra dengan entitas pihak ketiga dalam rantai pasokan melalui VPN dan Ekstranet; Namun, konektivitasnya terbatas pada interaksi manusia. Dengan model Industri 4.0, sistem cyber-fisik akan berinteraksi satu sama lain serta manusia untuk mengendalikan rantai nilai.

3.10 MANFAAT BAGI BISNIS

Salah satu kesalahpahaman umum mengenai Industri 4.0 adalah bahwa hal ini hanya akan menguntungkan industri manufaktur. Namun, hal tersebut tidak sepenuhnya benar. Ya, manufaktur adalah fokusnya, namun dampak Industri 4.0 lebih luas jangkauannya dibandingkan batas-batas manufaktur.

Industri 4.0 tidak hanya berdampak pada sistem siber-fisik lokal dan proses industri lokal, namun juga seluruh rantai nilai, termasuk produsen dan manufaktur, pemasok, dan pekerja. Salah satu kekhawatiran awal yang muncul di kalangan pengguna awal Industri 4.0 adalah kurangnya pekerja terampil. Sektor pendidikan harus mengambil langkah untuk menghasilkan lebih banyak talenta yang dilengkapi dengan keahlian dan kompetensi yang dibutuhkan dalam Industri 4.0. Pengembang perangkat lunak dan teknologi juga harus menyesuaikan keahlian mereka dan menjadi lebih sadar akan seluk-beluk sistem kontrol industri.

Di sisi lain, pemerintah juga turut ambil bagian, terutama karena pemerintah merupakan salah satu pendorong utama upaya meningkatkan produktivitas industri. Namun, hal ini membutuhkan biaya dan investasi yang besar, sehingga pemerintah harus membantu industri mendanai inisiatif Industri 4.0 jika mereka ingin memperoleh manfaat awal. (Kami akan melihat ekspektasi UE mengenai ROI nanti.) Selain itu, jika menyangkut infrastruktur yang diperlukan agar sistem dapat beroperasi dengan sukses dan lancar, misalnya dalam integrasi komunikasi dan antarmuka antar perusahaan, pendanaan yang serius mungkin diperlukan.

Namun, kita tidak boleh terjebak dalam pemikiran bahwa Industri 4.0 adalah tentang robot dan CPS yang sangat mahal. Hal ini jauh dari kebenaran. Memang sebagian besar manfaat dapat dicapai dari infrastruktur kecil yang cerdas, termasuk infrastruktur yang melibatkan mobilitas cerdas dan logistik cerdas.

Apa manfaat yang dijanjikan Industri 4.0 bagi UKM? Berikut ini banyak:

- *Peningkatan Daya Saing Dunia Usaha:* Hal ini dapat memberikan persaingan yang setara melalui kerja sama dan konfederasi perusahaan. Industri 4.0 diharapkan dapat meningkatkan daya saing global dan menghadirkan persaingan yang setara dalam hal

biaya tenaga kerja, namun juga memungkinkan perusahaan-perusahaan kecil untuk bekerja sama menantang perusahaan-perusahaan besar. Jika misalnya kita dapat mengurangi tagihan upah, maka mungkin tidak akan efektif lagi jika kita melakukan outsourcing ke pasar tenaga kerja luar negeri untuk bidang manufaktur dan pengolahan. Memang benar, para ahli percaya bahwa dalam sepuluh tahun produk kami tidak lagi dibuat oleh pekerja Tiongkok atau India, melainkan oleh programmer AS/Eropa.

- *Peningkatan Produktivitas:* Dengan peningkatan efisiensi, penurunan biaya operasional yang akan menyebabkan peningkatan keuntungan. Hal ini juga akan mendorong peningkatan tingkat produktivitas. Studi kelayakan yang dilakukan di Eropa memperkirakan peningkatan produktivitas yang besar di negara-negara de-industrialisasi seperti Perancis dan Inggris.
- *Peningkatan Pendapatan:* Sektor manufaktur akan memperoleh manfaat dari peningkatan pendapatannya. Industri 4.0 merupakan salah satu pendorong utama pertumbuhan tingkat pendapatan dan PDB nilai tambah pemerintah, meskipun implementasinya juga memerlukan investasi yang besar. Namun, laba atas investasi diperkirakan sangat tinggi, terkadang terlalu optimis (misalnya manufaktur Inggris diperkirakan akan meningkat sebesar 20% pada tahun 2020).
- *Meningkatnya Kesempatan Kerja, Peningkatan Manajemen Sumber Daya Manusia Dan TI:* Tingkat lapangan kerja juga akan meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan akan talenta dan pekerja, khususnya di bidang teknik, ilmuwan data, dan pekerjaan teknik mesin. Namun, harus disadari bahwa kemungkinan besar hanya akan ada keuntungan bersih yang kecil, karena pekerja tradisional akan dilatih ulang atau dipecat, dan tidak semua pekerja di lini produksi mampu menjadi ilmuwan data yang mahir dalam semalam. Hilangnya lapangan kerja tidak hanya terbatas pada pekerja manual saja. Siapa pun yang pekerjaannya dapat ditangani secara lebih efisien oleh layanan TI, misalnya insinyur jaringan dan sistem yang dibayar tinggi, kemungkinan besar akan digantikan oleh sistem pemecahan masalah dan pemeliharaan augmented reality. Namun, sisi positifnya, peluang kerja tidak hanya terbatas pada pemrograman dan ilmuwan data; akan selalu ada pekerjaan bagi analis proses industri dan supervisor untuk mengawasi integritas lini produk.
- *Optimalisasi Proses Manufaktur:* Sistem TI yang terintegrasi dengan sistem OT selalu bermasalah namun dalam proses produksi, penggabungan sistem tentu akan memaksimalkan sumber daya yang ada. Administrator dapat mengontrol dan menyederhanakan proses, dan hal ini akan memungkinkan kolaborasi antara produsen, pemasok, dan pemangku kepentingan lainnya di sepanjang rantai nilai. Waktu yang biasanya dibutuhkan untuk memproduksi satu unit akan berkurang, sehingga proses menjadi lebih efisien karena langkah-langkah yang diperlukan disederhanakan, tanpa mengurangi kualitas. Pengambilan keputusan juga dilakukan secara real-time, yang merupakan hal yang penting dalam skenario industri. Demikian pula, elemen-elemen TI vertikal tersebut ikut berperan ketika segmen bisnis diizinkan untuk mengembangkan potensi penuh mereka karena mereka mempunyai pengaruh. Setiap CPS teknis dalam konteks sistem dan bukan mesin tunggal, mempunyai sudut pandang tersendiri mengenai

proses holistik namun mereka dapat memahami kebutuhan pelanggan atau mitra yang berkolaborasi dengan mereka.

- *Perkembangan Teknologi Yang Eksponensial*: Industri 4.0 akan memberikan landasan bagi landasan inovasi lebih lanjut dengan teknologi yang berkembang. Pemasok dan pengembang sistem dan teknologi manufaktur akan menggunakannya sebagai dasar untuk pengembangan selanjutnya. Kita telah melihat hal ini pada aplikasi ponsel, misalnya, semakin banyak pengembang yang menggunakan API terbuka untuk menggabungkan aplikasi. Para pengembang kini sedang mencari teknologi yang akan menjadi peningkatan pada teknologi saat ini, seperti GPS, RFID, NFC, dan bahkan sensor akselerometer yang tertanam dalam smartphone standar.
- *Memberikan Layanan Pelanggan Yang Lebih Baik*: Mekanisme pemantauan dan umpan balik Industri 4.0 bergantung pada konsep dan metode industri secara real-time. Konsep-konsep yang diterapkan pada logistik dan pelaporan dasbor ini sangat penting karena menghasilkan dan menganalisis hampir secara real-time. Oleh karena itu, dasbor indikator bisnis utama segera tersedia, yang memungkinkan pengambil keputusan menyadari keadaan saat ini dan membuat keputusan yang cerdas serta merespons lebih cepat terhadap proses industri dan pada akhirnya terhadap kebutuhan pelanggan.

3.11 PRINSIP DESAIN INDUSTRI 4.0

Salah satu prinsip dasar Industri 4.0 adalah menghubungkan sistem, mesin, dan unit kerja guna menciptakan jaringan cerdas di sepanjang rantai nilai yang dapat bekerja secara terpisah dan saling mengendalikan secara mandiri namun secara kohesif.

Industri 4.0 memiliki enam prinsip desain yang diidentifikasi yang digunakan oleh produsen dan produsen dalam upaya otomasi atau digitalisasi untuk proses produksi mereka. Mereka dibahas selanjutnya.

Interoperabilitas

Proses produksi tidak sekedar mengikuti serangkaian metode atau langkah yang telah ditentukan dan hanya melibatkan orang, mesin, dan proses yang terlibat langsung. Interoperabilitas memerlukan seluruh lingkungan dengan interaksi yang lancar dan kolaborasi yang fleksibel antara semua komponen. Misalnya, stasiun perakitan tidak terpisah dari produk yang dibuat atau orang yang mengerjakannya. Interoperabilitas mengacu pada kemampuan semua komponen untuk terhubung, berkomunikasi, dan beroperasi bersama melalui Internet of Things. Hal ini mencakup manusia, pabrik cerdas, dan teknologi terkait.

Virtualisasi

Pemantauan proses dan mesin sebenarnya terjadi di dunia fisik dan mengembalikan data sensor, kemudian akan dihubungkan dengan model virtual atau model yang dibuat melalui simulasi. Insinyur dan perancang proses kemudian dapat menyesuaikan, mengubah, dan menguji perubahan atau peningkatan dalam isolasi lengkap, tanpa mempengaruhi proses fisik yang telah mereka virtualkan. Produsen dalam rangka Industri 4.0 akan menggunakan penciptaan “kembaran virtual” dari pabrik pintar untuk meningkatkan proses dan produk yang sudah ada dan mengurangi pengembangan dan pemodelan produk, menciptakan proses

produksi dan dengan demikian mengurangi waktu untuk mendapatkan keuntungan dari pabrik baru. produk.

Desentralisasi

Industri 4.0 mendukung desentralisasi, yang memungkinkan berbagai sistem dalam pabrik pintar mengambil keputusan secara mandiri, tanpa menyimpang dari jalur menuju tujuan utama organisasi.

Kemampuan Waktu Nyata

Upaya Industri 4.0 juga berpusat pada menjadikan segala sesuatunya real-time, yang mengharuskan proses produksi, pengumpulan data, dan umpan balik serta pemantauan proses juga dicapai secara real-time.

Orientasi layanan

Internet of Things menciptakan layanan potensial yang dapat dikonsumsi orang lain. Oleh karena itu, layanan internal dan eksternal masih dibutuhkan oleh pabrik pintar, itulah sebabnya Layanan Internet merupakan komponen penting dalam Industri 4.0.

Modularitas

Fleksibilitas juga merupakan prinsip desain lain dari Industri 4.0, sehingga pabrik cerdas dapat dengan mudah beradaptasi terhadap perubahan keadaan dan kebutuhan. Dengan merancang dan membangun produk, sistem produksi, dan bahkan ban berjalan yang modular dan gesit, pabrik pintar ini fleksibel dan dapat berubah dalam produksi. Produsen dapat memastikan bahwa setiap lini produk dapat diganti, diperluas, atau ditingkatkan dengan gangguan minimal terhadap produk atau proses produksi lainnya.

3.12 BLOK BANGUNAN INDUSTRI 4.0

Ada sembilan tren teknologi yang teridentifikasi dan dikatakan berperan penting dalam membentuk produksi industri. Bagian berikut membahas masing-masing.

Data Besar dan Analisis

Saat ini, sektor manufaktur semakin dibanjiri dengan semakin banyaknya data dari berbagai sumber, dan terdapat kebutuhan untuk mengumpulkan semua data tersebut, menyusun dan mengaturnya dengan cara yang koheren, dan menggunakan analisis yang disediakan oleh data tersebut. set untuk mendukung pengambilan keputusan manajemen. Dunia usaha tidak boleh mengabaikan data yang masuk, karena data tersebut mungkin terbukti sangat berguna dalam mengoptimalkan kualitas dan layanan produksi, mengurangi konsumsi energi, dan meningkatkan efisiensi dalam proses produksi.

Misalnya, data dapat dikumpulkan dari berbagai tahapan proses produksi. Data dalam jumlah besar ini akan dianalisis secara berkorelasi satu sama lain untuk mengidentifikasi fase dengan proses redundan yang dapat disederhanakan.

Singkatnya, ada enam C dalam big data dan analitik sehubungan dengan lingkungan Industri 4.0. Mereka:

- Koneksi, yang berkaitan dengan sensor dan jaringan
- Komputasi awan
- Cyber, yang melibatkan model dan memori

- Isi/konteks
- Komunitas, atau berbagi dan kolaborasi antar pemangku kepentingan
- Kustomisasi

Robot Otonom

Penggunaan robot dalam proses produksi bukan lagi hal baru; namun, robot juga mengalami perbaikan dan evolusi. Pencipta robot-robot ini merancang robot-robot tersebut agar mandiri, otonom, dan interaktif, sehingga robot-robot tersebut tidak lagi sekadar alat yang digunakan manusia, namun sudah menjadi unit kerja integral yang berfungsi berdampingan dengan manusia.

Simulasi

Sebelumnya, jika produsen ingin menguji apakah suatu proses bekerja secara efisien dan efektif, diperlukan trial and error. Industri 4.0 menggunakan virtualisasi untuk menciptakan kembaran digital yang digunakan untuk pemodelan simulasi dan pengujian dan mereka akan memainkan peran yang lebih besar dalam optimalisasi produksi, serta kualitas produk.

Integrasi Sistem Horizontal dan Vertikal

Memiliki sistem OT dan TI yang terintegrasi sepenuhnya adalah tujuan Industri 4.0. Tujuannya adalah untuk menciptakan skenario di mana teknik, produksi, pemasaran, dan purna jual saling terkait erat. Demikian pula, perusahaan-perusahaan dalam rantai pasokan juga akan lebih terintegrasi, sehingga memunculkan jaringan integrasi data, kolaborasi di tingkat otomatisasi, dan rantai nilai yang sepenuhnya terotomatisasi.

Internet Industri untuk Segala (IoT)

Komputasi dan jaringan tertanam akan menghubungkan transduser dan perangkat dan ini merupakan bagian penting dari Industri 4.0. Internet of Things industri akan memungkinkan hal ini, karena transduser dan perangkat lapangan dirancang untuk IoT dan dilengkapi dengan jaringan radio berdaya rendah untuk memungkinkan mereka berinteraksi dan berkomunikasi satu sama lain, sekaligus terhubung dengan gerbang ke kontrol dan manajemen. lapisan, akan ada di mana-mana di seluruh Pabrik Cerdas dan rantai pasokan.

Keamanan cyber

Sistem industri menjadi semakin rentan terhadap ancaman, seperti yang terlihat dari serangan baru-baru ini terhadap target industri pada tahun 2015. Untuk mengatasi hal ini, langkah-langkah keamanan siber harus diterapkan untuk mengenali kerentanan dan tantangan baru yang dihadapi dalam mengintegrasikan proses pengendalian industri. dan sistem dengan Internet menghasilkan.

Cloud

Kumpulan data besar yang terlibat dalam Industri 4.0 berarti berbagi data tidak hanya diperlukan namun juga penting untuk memanfaatkan seluruh kemungkinan dalam rantai nilai. Namun, hanya sedikit pabrik yang memiliki kapasitas penyimpanan untuk menyimpan dan menganalisis sejumlah besar data yang dikumpulkan. Untungnya, penyedia layanan cloud memiliki kapasitas dan dapat menciptakan cloud pribadi yang cocok untuk pembuatan penyimpanan dan pemrosesan data.

Manufaktur Aditif

Manufaktur aditif seperti pencetakan 3D memungkinkan produsen menghasilkan prototipe dan bukti desain konsep, yang sangat mengurangi waktu dan tenaga desain. Manufaktur aditif juga memungkinkan produksi sejumlah kecil produk khusus yang menawarkan nilai lebih kepada pelanggan atau pengguna akhir, sekaligus mengurangi inefisiensi biaya dan waktu bagi produsen.

Realitas Tertambah

Dunia usaha semakin berupaya mengurangi biaya pemeliharaan dan pelatihan yang terkait dengan produksi, pemasaran, dan dukungan purna jual. Produsen beralih ke sistem berbasis augmented reality untuk meningkatkan prosedur pemeliharaan sekaligus menurunkan biaya untuk memiliki tenaga ahli di lokasi.

3.13 ARSITEKTUR REFERENSI INDUSTRI 4.0

Karena lingkungan Industri 4.0 tidak dibayangkan hanya sebagai satu perusahaan besar, melainkan kumpulan UKM, dengan disiplin ilmu unik yang membentuk kemitraan rantai pasokan, maka arsitektur referensi harus mencerminkan hal ini. Artinya, model arsitektural harus menjadi model umum yang dapat diterapkan oleh setiap perusahaan untuk memungkinkan satu pendekatan umum terhadap protokol dan struktur data, mesin, perangkat, dan antarmuka komunikasi.

Kesulitannya adalah setiap perusahaan yang bermitra mempunyai persepsi yang berbeda-beda, dan persepsi ini bisa berasal dari sudut pandang manufaktur, perangkat lunak, teknik, atau jaringan. Misalnya, dari perspektif manufaktur, fokusnya adalah pada fungsi proses dan transportasi. Sedangkan perspektif perangkat lunak TI akan mempertimbangkan jenis perangkat lunak aplikasi dan manajemen sistem yang digunakan masing-masing mitra. Diperlukan antarmuka antara ERP, manajemen bisnis, aplikasi perangkat lunak untuk memungkinkan logistik antar perusahaan dan perencanaan manajemen bisnis. Dari sisi jaringan, perspektifnya ada pada perangkat dan cara mereka terhubung. Daftar perangkat yang perlu dipertimbangkan sangat banyak, bisa berupa sensor, aktuator, server, router, PLC, field bus, Profinet, tablet, atau laptop. Perspektif insinyur lebih pada manajemen gaya hidup produk. Oleh karena itu, penggunaan standar yang ada merupakan persyaratan dalam arsitektur Industri 4.0.

Penggunaan standar yang ada penting untuk konektivitas di seluruh rantai nilai dan memungkinkan perusahaan untuk saling terhubung dan berpartisipasi secara otonom atau semi-otonom, yang merupakan bagian dari nilai Industri 4.0.

Manufaktur Cerdas

Lean manufacturing, yang telah menjadi strategi perbaikan proses yang populer selama dekade terakhir, ditujukan untuk menghasilkan inisiatif untuk menghilangkan kelebihan beban, inkonsistensi, dan pemborosan. Tujuan dari lean manufacturing adalah memproduksi barang dengan lancar dan konsisten. Manufaktur cerdas juga serupa karena ini juga merupakan inisiatif perbaikan proses; namun, tujuannya adalah untuk menggabungkan dunia digital dan analog dengan membangun konektivitas dan orkestrasi untuk menyediakan

peningkatan proses pengiriman barang dengan lancar dan konsisten. Oleh karena itu, lean dan smart merupakan strategi peningkatan proses yang saling melengkapi dan akan kita lihat berjalan berdampingan di pabrik-pabrik di masa depan.

Namun, sebelum kita dapat mewujudkan kolaborasi antara manufaktur yang ramping dan cerdas, kita perlu mengatasi beberapa keterputusan dalam manufaktur cerdas dan memahami bagaimana hal tersebut akan diterapkan di tempat kerja.

Peralatan

Masalah pertama dengan manufaktur pintar adalah menghubungkan semua mesin dan peralatan. CPS dan sensor canggih bekerja sama dan terhubung ke sistem yang dapat mengontrol dan mengatur proses produksi dengan merasakan kondisi produk yang diproduksi. Untuk mendapatkan manfaat dari konektivitas ini, diperlukan pengumpulan dan pemrosesan data real-time dari mesin, CPS, dan sensor untuk menganalisis dan menentukan status setiap produk. Namun banyak perusahaan masih belum memiliki struktur teknis dan pengambilan keputusan yang memadai untuk mendapatkan manfaat dari proses yang saling terhubung dan data yang mereka hasilkan. Contoh kegagalan jenis ini adalah ketika perusahaan gagal menganalisis data yang tersedia untuk memprediksi pemeliharaan mesin dan merencanakan servis secara strategis sehingga mengurangi waktu henti efektif pada lini produksi.

Mendefinisikan Ulang Tenaga Kerja

Manusia sama pentingnya dengan manufaktur cerdas seperti halnya mesin, karena mereka menghubungkan pelanggan dengan proses manufaktur serta memastikan jalur produksi berjalan dengan lancar. Akibatnya, teknisi, inspektur, dan operator proses harus terhubung melalui aplikasi dengan fungsi spesifik. Manajer juga memerlukan konektivitas ke proses manufaktur melalui dasbor dinamis real-time yang menampilkan status, tren, dan peringatan. Dan jangan berpikir bahwa karena semua mesin dan sistem pintar tersebut mengotomatiskan sebagian besar pengambilan keputusan sehari-hari, maka manusia tidak diperlukan lagi. Mereka juga memicu pengecualian dan anomali berbasis tindakan yang memerlukan analisis ahli.

Akibatnya, angkatan kerja di masa depan kemungkinan besar akan membutuhkan generalis multi-disiplin yang memiliki keterampilan komputer, mekanik, dan teknik proses. Hal ini karena para pekerja ini harus beroperasi melintasi tembok multidisiplin, menghubungkan pabrik-pabrik pintar bersama-sama, mengambil dan menafsirkan data dari analisis, dan bahkan melindungi rantai pasokan dari ancaman dan intrusi keamanan.

Ada banyak langkah manual yang diperlukan sebelum Anda dapat membuat thread digital yang memiliki tautan dan terjemahan antara proses desain 3D dan konfigurasi mesin manufaktur fisik serta proses inspeksi. Misalnya, jika kita mempertimbangkan pencetakan 3D, benang digital dalam hal ini berkaitan dengan hubungan antara desain produk dan proses pencetakan 3D yang sebenarnya.

Langkah-langkah tersebut mungkin mencakup simulasi produk virtual yang berkolaborasi dengan mitra dan pelanggan sebelum sesuatu benar-benar dikonfigurasi atau spesifikasi rantai pasokan dibuat atau direvisi. Membuat simulasi 3D dan bukti model konsep

dapat menghemat banyak waktu dan uang dengan memastikan produk persis seperti yang seharusnya sebelum proses produksi dimulai. Manfaat lain dari thread digital adalah proses manufaktur sebenarnya dapat disimulasikan untuk memastikan bahwa proses tersebut akan berjalan dengan aman dan efisien, sehingga menghilangkan keraguan atau trial and error dalam proses tersebut.

Produk

Salah satu tujuan manufaktur cerdas adalah agar suku cadang dan komponen dapat diidentifikasi dan cerdas; misalnya mereka harus dapat mengidentifikasi diri mereka sendiri dan menyimpan informasi penting. Dengan menggunakan tag RFID yang tertanam di dalam produk atau kemasan, mesin pintar akan dapat mengidentifikasi komponen dan membaca informasi statusnya serta mengenali konfigurasi setiap produk saat melintasi jalur produksi.

Dengan demikian, mesin dapat memuat komponen dan program yang benar untuk menangani setiap komponen bergantung pada konfigurasinya. Contohnya adalah lini produksi, pengisian botol sampo. Setiap botol mungkin merupakan versi merek yang berbeda dan memerlukan pewarna atau parfum berbeda yang ditambahkan pada tahap tertentu. Jika mesin dapat membaca tag RFID yang tertanam pada botol yang mengidentifikasi variasi mereknya, mesin dapat secara otomatis menambahkan warna dan parfum yang tepat untuk produk tersebut. Itu adalah contoh yang sangat sederhana, namun intinya adalah jika setiap bagian di jalur produksi memiliki pengenalnya sendiri dan catatan sejarahnya sendiri, maka keputusan produksi dapat dibuat dengan cerdas selama proses manufaktur. Hal ini memungkinkan penyesuaian produk selama produksi, yang dapat menghasilkan produksi yang menguntungkan dengan ukuran lot yang sama.

Tentu saja, ada sedikit masalah di sini, karena proses bisnis memerlukan alur tugas dengan keluaran dari satu tugas menjadi masukan untuk tugas berikutnya. Secara tradisional, pada jalur produksi yang relatif mudah dan hanya membutuhkan latihan kertas. Namun, manufaktur cerdas serta suku cadang dan produk cerdas dapat memengaruhi tindakan lini produksi, yang berarti proses bisnis menjadi lebih kompleks.

Proses bisnis

Proses bisnis Internet industri perlu melayani pemrosesan paralel, respons real-time terhadap pengendalian proses, dan mesin kolaboratif (CPS) di jalur produksi. Hal ini mengarah pada otomatisasi proses, yang ideal karena mengurangi overhead yang terkait dengan mempertahankan berbagai cara untuk mencapai hasil yang sama, misalnya jalur terpisah untuk setiap versi sampo pada contoh sebelumnya.

Mengoptimalkan Rantai Pasokan

Latihan tradisional dalam mengelola rantai pasokan tidak lagi cukup efisien untuk mendukung proses manufaktur cerdas. Oleh karena itu, daripada pembeli harus bersusah payah menelepon, mengirim email, mengumpulkan dokumen, dan mengirim pesanan melalui faks, prosesnya harus menjadi otomatis dan digital. Pemasok tidak hanya perlu terhubung melalui saluran komunikasi bisnis-ke-bisnis, namun harus mengembangkan model berbasis permintaan yang mengurangi inventaris dan mengisi kembali material berdasarkan penginderaan pergerakan dan jumlah stok suku cadang.

Produsen mendapat tekanan yang lebih besar dari pelanggan seiring dengan pergeseran tren dari pembuatan berdasarkan stok menjadi pembuatan sesuai pesanan, konfigurasi sesuai pesanan, atau bahkan rekayasa sesuai pesanan yang lebih efisien. Tren baru dalam bidang logistik dan manajemen stok ini memberikan tekanan pada jalur produksi tradisional. Sebelumnya jalur produksi telah diatur dan dikonfigurasi untuk melakukan pengiriman dalam jumlah besar, misalnya 500.000 kaos, dan akan lebih ekonomis dan praktis untuk menggunakan seluruh jalur konveyor untuk pesanan pelanggan tersebut.

Namun, ketika pelanggan beralih ke build-to-order, seperti yang dilakukan Dell Computers dan Cisco di awal tahun 2000an, hal ini menimbulkan masalah. Untuk Komputer Dell, mungkin terdapat pesanan konsumen yang cukup untuk menjaga jalur produksi pabrikan mereka tetap sibuk, namun dengan beberapa peralatan Cisco yang sangat terspesialisasi dan mahal, hal ini memerlukan jalur produksi yang terhenti. Hal ini karena jalur produksi perlu dikonfigurasi dan diatur untuk produk yang berbeda dan tidak gesit serta fleksibel untuk berubah dalam waktu singkat. Di sinilah mesin pintar memberikan manfaat nyata, karena dapat dikonfigurasi ulang secara dinamis hanya dengan mengunggah perangkat lunak proses, templat, dan komponen.

Orkestrasi rantai pasokan multi-tingkat bukanlah tugas yang mudah dan memerlukan proses kompleks yang terhubung dengan dokumentasi desain produk dan, yang sangat penting, dengan proses manajemen perubahan. Dalam banyak kesempatan, para insinyur, perancang, dan insinyur proses (ketika bekerja sama dengan mitra dan pelanggan) menyepakati fungsi kendali perubahan yang mengubah spesifikasi komponen tanpa menginstruksikan rantai pasokan, sehingga menimbulkan bencana.

Pelanggan

Di Internet Industri, evaluasi pelanggan terhadap produk adalah segalanya, hal ini disebut pengalaman pelanggan. Baik melalui evaluasi produk atau sekadar pengalaman menggunakan produk, tujuannya adalah agar pelanggan mendapatkan nilai dan produk yang memuaskan serta produsen mendapatkan reputasi yang baik.

Namun, pengalaman pelanggan sangat sulit untuk dievaluasi. Ya, kami dapat melakukan survei dan mengajukan pertanyaan yang berhubungan dengan suatu produk. Namun, kami telah melihat bahwa hal itu tidak selalu berhasil. Contoh utama adalah distributor global minuman bersoda cola. Perusahaan ini memutuskan bahwa persaingan mereka terbukti agresif dan kampanye iklan mereka mengganggu pasar tradisional mereka. Alhasil mereka mengubah formulanya, guna merevitalisasi merek mereka. Sayangnya, mereka gagal memahami bahwa perubahan resep juga mengubah tidak hanya rasanya tetapi, yang lebih penting, merknya. Hasilnya adalah pergeseran besar dari produk tradisional mereka ke pesaing mereka.

Sekarang, mengapa hal ini bisa terjadi? Lagipula itu tidak masuk akal sama sekali. Namun tampaknya insentif tersebut didasarkan pada pengalaman pelanggan. Perusahaan cola melakukan penelitian besar-besaran terhadap survei rasa masyarakat yang menganggap produk baru tersebut lebih enak rasanya, namun produk tersebut tetap gagal saat dirilis.

Inilah sebabnya mengapa data besar dan analisis mendalam sangat penting; ini bukan lagi tentang CEO atau timnya yang menentukan masa depan suatu produk; ini tentang penelitian mendalam dan angka penjualan yang menghasilkan angka sebenarnya, untuk penjualan dan pengalaman pelanggan. Analisis Big Data sangatlah penting. Hal ini dapat menghasilkan informasi yang spesifik untuk bisnis dan menghasilkan pengetahuan yang penting bagi desain produk dan pengalaman pelanggan. Mengapa pengalaman pelanggan penting? Ya, itulah alasan Anda berbisnis, dan karena pengalaman pelanggan yang positif, Anda mendapat untung.

Pengalaman pelanggan

Pengalaman pelanggan berkaitan dengan penerimaan individu bahwa produk yang mereka beli bernilai uang. Penerimaannya didasarkan pada kualitas produk, kesesuaian penggunaan, dan biaya dibandingkan dengan produk pesaing. Namun, pengalaman pelanggan juga berkaitan dengan cara pelanggan berhubungan dengan barang, penjual, dan bagaimana perasaan dan kepercayaan mereka terhadap hubungan antar pihak. Misalnya, penjual mobil bekas mempunyai reputasi buruk. Namun, hal ini tidak berarti bahwa setiap mobil yang mereka jual tidak berguna kebanyakan mobil sebenarnya merupakan mobil dengan harga bagus karena jika tidak, pelanggan tidak akan kembali lagi.

Katakanlah Anda membeli ponsel cerdas seharga Rp.500.000, dan kemudian Anda menemukan bahwa setiap aplikasi yang Anda perlukan harus dibeli melalui produsennya. Apakah kamu akan bahagia? Hasilnya adalah pengalaman pelanggan yang buruk. Jadi bagaimana kita hanya memproduksi produk yang diinginkan pelanggan kita? Melalui manufaktur yang cerdas dan desain yang cerdas; oleh karena itu diperlukannya pabrik pintar.

BAB 4

INOVASI SOCIETY 5.0

Society 5.0 menyeimbangkan kepentingan terbaik masyarakat secara keseluruhan, yang melibatkan penyelesaian permasalahan sosial, dengan kepentingan terbaik individu, yang merupakan indikasi masyarakat yang berpusat pada manusia. Pada bab ini, kita membahas rumusan indikator kinerja utama (KPI) sebagai pendekatan untuk menyeimbangkan kedua faktor tersebut. Dalam konteks “Inovasi Habitat”, pendekatan berikut diusulkan untuk mengatasi permasalahan sosial. Dalam Inovasi Habitat, KPI difaktorkan menjadi tiga komponen yaitu “transformasi struktural”, “inovasi teknologi”, dan “kualitas hidup (kualitas hidup).” Kepemimpinan pemerintah diperlukan untuk “transformasi struktural.” Komponen ini menyarankan cara-cara penerapan kerangka konvergensi siber-fisik dalam proses pembuatan kebijakan. Komponen “inovasi teknologi” memberi tahu kita bagaimana kerangka konvergensi siber-fisik dapat membantu menciptakan masyarakat yang efisien sumber daya. Komponen “kualitas hidup” dapat mendorong kita untuk menyebarkan data dengan cara yang menghasilkan layanan baru untuk mendukung kualitas hidup masyarakat. Dalam Inovasi Habitat, wawasan teknik, ilmu sosial, humaniora, dan banyak disiplin ilmu lainnya digunakan untuk menganalisis arti kualitas hidup pada tingkat individu dan untuk mengidentifikasi peran yang harus dimainkan oleh kebijakan dan teknologi dalam meningkatkan kualitas hidup. Contoh penggunaan kerangka Inovasi Habitat untuk memecahkan isu-isu sosial utama ditampilkan.

4.1 MASALAH SOSIAL YANG DIHADAPI JEPANG

Masalah yang dihadapi Jepang sangat banyak. Angka kelahiran di negara ini akan terus menurun, dan populasinya akan terus menua. Komunitas pedesaan semakin berkurang, dan banyak di antara mereka yang akan mengalami kemunduran dan menjadi terlantar serta terpercil. Sementara itu, populasi penduduk semakin terkonsentrasi di perkotaan, sehingga menyebabkan kemacetan lalu lintas dan peningkatan risiko kerusakan skala besar akibat bencana alam. Meskipun kota-kota seharusnya menjadi pusat populasi yang besar, pekerjaan di sektor jasa di dalamnya semakin kekurangan staf. Meskipun terdapat kekurangan tenaga kerja, upah yang diterima tidaklah tinggi, dan semakin banyak generasi muda yang bekerja di luar pekerjaan tetap, sehingga angka kelahiran semakin menurun. Ketika jumlah angkatan kerja menyusut, pendapatan pajak juga berkurang. Meskipun demikian, belanja pemerintah akan terus meningkat karena kebutuhan untuk memelihara infrastruktur yang rusak. Faktor-faktor ini, ditambah dengan membengkaknya anggaran kesejahteraan yang diperlukan untuk mengatasi populasi yang menua, memberikan beban yang semakin berat pada populasi usia kerja.

Bagaimana cara Jepang mengatasi permasalahan tersebut? Daripada mengatasi gejalanya, dalam banyak kasus lebih baik mengidentifikasi dan mengobati akar penyebabnya. Oleh karena itu, kami akan membedakan isu-isu sosial itu sendiri dari faktor-faktor

penyebabnya. Faktor-faktor penyebab ini bisa berhubungan dengan persoalan-persoalan sosial dengan cara yang sangat kompleks dan saling terkait, namun jika kita menelusuri akar permasalahannya, kita akan mengungkap fenomena-fenomena yang, suka atau tidak, harus diakui oleh masyarakat kita. Fenomena mendasar inilah yang menjadi sumber permasalahan sosial.

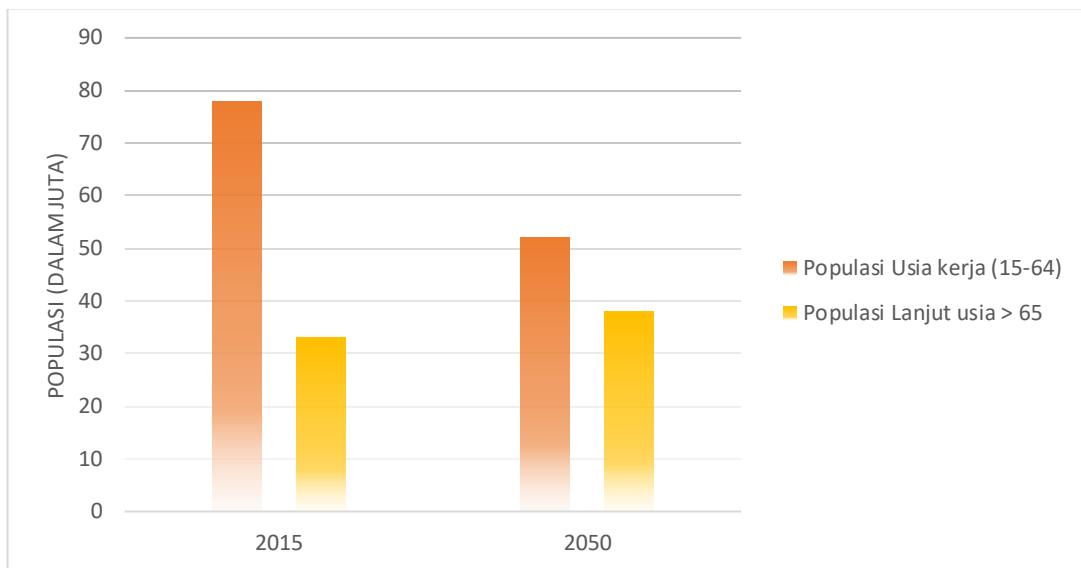
Mari kita perjelas apa yang kami maksud dengan “masalah sosial”. Kami mendefinisikan permasalahan sosial sebagai permasalahan dalam suatu masyarakat yang merampas banyak anggota masyarakat tersebut dari kehidupan, harta benda, kebebasan, atau martabat mereka. Kita akan menyebutnya sebagai “pendorong permasalahan sosial” untuk menggambarkan fenomena mendasar yang menyebabkan permasalahan sosial ini, dan hal ini harus diakui oleh masyarakat kita, betapapun tidak nyamannya hal tersebut. Faktor pendorong permasalahan sosial pada dirinya sendiri tidaklah bermasalah. Sebagai contoh, kita bisa menyebut tren ini sebagai pemicu masalah sosial, bukan masalah sosial, karena hal ini dapat menyebabkan anggaran kesejahteraan membengkak, yang pada gilirannya dapat mengakibatkan hilangnya pendapatan generasi muda secara signifikan (properti mereka). Dalam kasus ini, dampaknya (kaum muda mempunyai pendapatan yang lebih sedikit) adalah permasalahan sosial. Apa saja pemicu permasalahan sosial di Jepang (faktor-faktor yang menyebabkan permasalahan sosial)? Permasalahan apa saja yang disebabkan oleh pemicu isu sosial ini?

Kelompok Tenaga Kerja yang Menyusut

Angka kelahiran di Jepang tampaknya akan terus menurun untuk saat ini. Tren ini mempunyai tiga dampak utama. Pertama, hal ini menyebabkan penurunan populasi secara keseluruhan dan, yang lebih penting, penurunan populasi generasi muda dan juga populasi pekerja. Seperti yang ditunjukkan Gambar 4.1, populasi usia kerja saat ini (pada tahun 2015) berjumlah 76 juta, namun perkiraan menunjukkan bahwa jumlah tersebut akan turun menjadi 52 juta pada tahun 2050 (Cabinet Office 2017).

Populasi yang menua juga berarti bahwa banyak penduduk usia kerja akan meninggalkan dunia kerja untuk merawat orang tua mereka yang lanjut usia. Meskipun jumlah tenaga kerja secara keseluruhan menyusut, kesenjangan regional dalam pasar tenaga kerja telah muncul, sehingga menciptakan ketidakstabilan penawaran dan permintaan. Jepang pernah menerapkan model pertumbuhan ekonomi berdasarkan manufaktur. Dengan model ini, baik daerah perkotaan maupun pedesaan memperoleh manfaat dari pertumbuhan ekonomi. Produsen akan mendirikan pabrik dan menyediakan tenaga kerja di daerah pedesaan, dan infrastruktur transportasi yang menghubungkan daerah produksi di pedesaan dengan daerah konsumsi di perkotaan memungkinkan pengurangan biaya pendistribusian orang dan barang. Namun, struktur industri kini telah bergeser dari manufaktur ke jasa, dan banyak perusahaan yang merelokasi pabriknya ke luar negeri. Perkembangan ini telah menghilangkan peluang kerja di daerah pedesaan, dan memaksa banyak generasi muda pindah ke pusat populasi yang besar. Meskipun banyak pekerja muda yang masuk ke perkotaan, jumlah pekerja yang mampu menopang sektor jasa masih belum mencukupi. Toko serba ada dan bisnis transportasi, misalnya, semakin menghadapi dampak kekurangan staf.

Perusahaan-perusahaan yang kekurangan staf ini kemudian dikritik karena membuat staf mereka bekerja berjam-jam dan kegagalan mereka dalam mempertahankan standar layanan.



Gambar 4.1 Penurunan populasi pekerja (Cabinet Office 2017). Sumber: Kantor Kabinet, Laporan Tahunan Masyarakat Lanjut Usia, 2017

Salah satu solusi yang mungkin untuk masalah ini adalah dengan memperkenalkan teknologi AI dan robotik. Namun, toko serba ada yang tidak memiliki staf, pengemudian otomatis, dan bentuk otomatisasi radikal lainnya akan mengakibatkan banyak pekerjaan hilang. Dengan semakin sedikitnya kesempatan kerja, generasi muda yang berasal dari daerah pedesaan akan terpaksa mengambil pekerjaan dengan gaji rendah, sehingga tidak ada prospek untuk menikah dan berkeluarga. Akibatnya, angka kelahiran akan semakin merosot. Dengan demikian, kota menyerap penduduk pedesaan, namun gagal memfasilitasi peningkatan jumlah penduduk; akibatnya, populasi Jepang secara keseluruhan terus menurun dan juga menjadi terlalu terkonsentrasi di perkotaan.

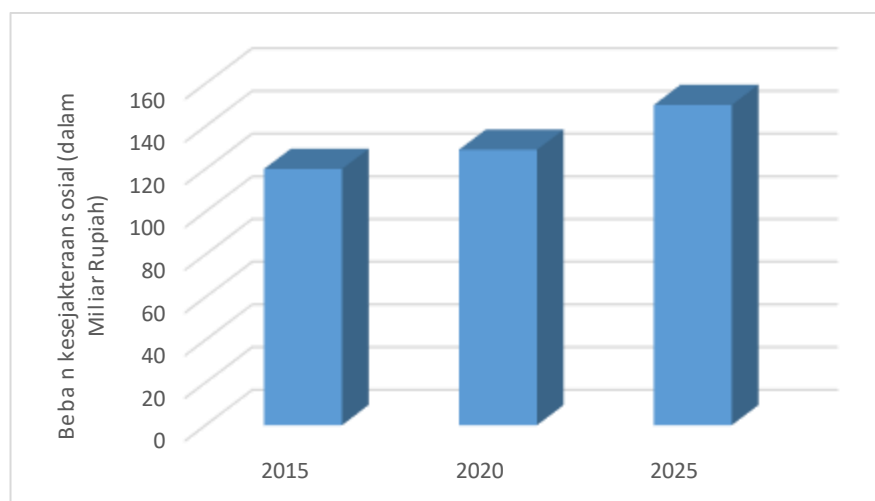
Ketersebaran Konsumen

Dampak kedua dari menurunnya angka kelahiran adalah berkurangnya jumlah penduduk di pedesaan. Selama bertahun-tahun, pertumbuhan populasi Jepang dibarengi dengan perluasan kota. Namun, sulit untuk melakukan hal sebaliknya menurunkan skala lingkungan seiring dengan menyusutnya populasi. Karena mereka menerima masuknya pekerja, pusat-pusat populasi yang besar tetap padat penduduknya meskipun populasi secara umum menurun. Di sisi lain, kota-kota provinsi dan pinggiran kota menjadi lebih jarang penduduknya. Tren ini berarti bahwa layanan inti publik, termasuk energi, air, pendidikan, dan layanan kesehatan, harus diberikan kepada populasi konsumen yang tersebar secara tersebar di wilayah yang luas. Terkait infrastruktur, masalahnya bukan hanya pada penurunan populasi secara absolut; masalah lainnya adalah apa yang kita sebut “ketersebaran konsumen” populasi konsumen yang tersebar secara tersebar di wilayah yang luas (ada penurunan kepadatan penduduk). Semakin besar tingkat ketersebaran konsumen, semakin tinggi pula

biaya infrastruktur yang harus ditanggung per konsumen. Ketika biaya-biaya ini tidak dapat ditanggung, kualitas layanan akan menurun. Jika tidak ada infrastruktur air yang memadai, misalnya, warga mungkin harus keluar setiap hari ke fasilitas pasokan air dan mengangkut air kembali ke rumah mereka.

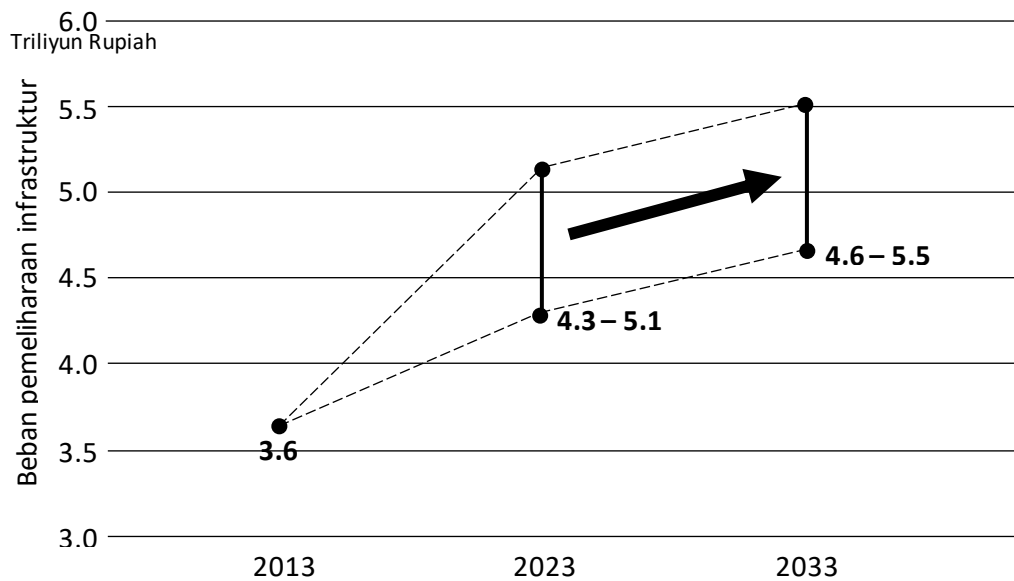
Populasi Penuaan

Dampak ketiga dari menurunnya angka kelahiran adalah populasi menua. Dampak ini juga terkait dengan faktor penyebab lainnya: masyarakat hidup lebih lama. Populasi yang menua berarti bahwa jumlah penduduk lanjut usia semakin besar dalam keseluruhan populasi, sebuah fenomena yang disebabkan oleh menurunnya angka kelahiran dan umur hidup yang lebih panjang.



Gambar 4.2 Rising Social Welfare Burden. Source: Ministry Of Health, Labour And Welfare, Shakaihoshō Ni Kakaru Hiyō No Shōraisuikai No Kaitei Ni Tsuite (Heisei 24 Nen 3 Gatsu) [Revision To Future Projection Of Costs Required For Social Security <March 2012>]

Dengan semakin sedikitnya jumlah penduduk yang bekerja, pertumbuhan ekonomi terhenti dan pemerintah pusat dan daerah menerima lebih sedikit pendapatan pajak. Meskipun demikian, populasi yang lebih tua memerlukan belanja kesejahteraan sosial yang lebih tinggi (lihat Gambar 4.2) (Kementerian Kesehatan 2012). Ketika pemerintah pusat dan daerah berada dalam kondisi kesehatan fiskal yang buruk, masyarakat harus menerima kesejahteraan sosial yang kualitasnya lebih rendah atau menanggung beban yang lebih berat untuk mempertahankan kesejahteraan sosial pada tingkat yang ada saat ini. Pendapatan pajak yang lebih sedikit juga membuat pemerintah kehilangan sumber daya keuangan yang diperlukan untuk mengatasi kesenjangan sosial atau membantu anggota masyarakat yang rentan, sehingga mengakibatkan kesenjangan antargenerasi yang mengakar. Situasi ini meningkatkan ketidakamanan sosial, dan merampas peluang bagi kelompok marginal untuk menggunakan bakat mereka. Akibatnya, Jepang akan kehilangan daya saingnya dan produktivitasnya akan semakin menurun.



Gambar 4.3 Meningkatnya beban pemeliharaan infrastruktur. Sumber: Kementerian Pertanahan, Infrastruktur dan Transportasi, ShoraiSuikei [Proyeksi masa depan]

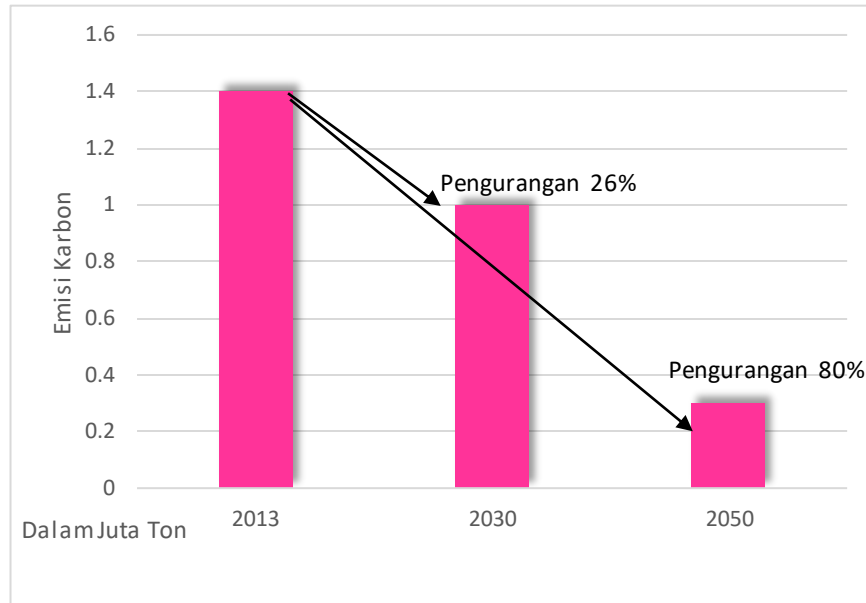
Infrastruktur Penuaan

Seperti yang baru saja kita pelajari, kelangkaan konsumen menyebabkan penggunaan infrastruktur yang tidak efisien, namun infrastruktur yang rusak merupakan penyebab utama permasalahan sosial selain masalah demografi. Infrastruktur dasar Jepang dikembangkan dalam skala besar selama periode pertumbuhan ekonomi yang tinggi, yaitu pada tahun 1950an, 1960an, dan 1970an. Setelah lebih dari setengah abad berlalu, jalan, jembatan, saluran air, dan infrastruktur lainnya di Jepang semakin rusak, sehingga menambah tekanan pada biaya sosial (lihat Gambar 4.3) (Kementerian Pertanahan 2013). Menurut perkiraan, sekitar 190 triliun yen perlu disediakan untuk pembaruan infrastruktur selama periode 50 tahun dari tahun 2011 hingga 2060.

Beralih ke Energi Terbarukan

Dalam beberapa kasus, infrastruktur memerlukan inovasi karena tekanan global. Sebagai salah satu negara yang menandatangani Perjanjian Paris pada COP21, Jepang telah berjanji kepada dunia bahwa mereka akan berupaya menuju masyarakat rendah karbon. Oleh karena itu, negara ini berkomitmen untuk beralih ke sumber energi terbarukan (lihat Gambar 2.4) (Kementerian Lingkungan Hidup 2015). Tingkat energi yang dihasilkan dari energi terbarukan seperti tenaga angin dan surya berfluktuasi dan tidak dapat dikendalikan. Oleh karena itu, ketika masyarakat beralih ke energi terbarukan, masyarakat akan kesulitan menyeimbangkan pasokan dan permintaan energi. Masyarakat juga akan menghadapi permasalahan terkait pemangkasan frekuensi, pengendalian aliran listrik balik, dan penanganan fluktuasi tegangan. Untuk mengatasi permasalahan ini, masyarakat perlu melakukan investasi lebih banyak pada fasilitas sistem tenaga listrik dan menaikkan harga energi agar mencerminkan hasil energi dan harga unit penyimpanan. Negara ini juga harus menghadapi ketidakstabilan sistem tenaga listrik akibat berkurangnya kemampuan untuk

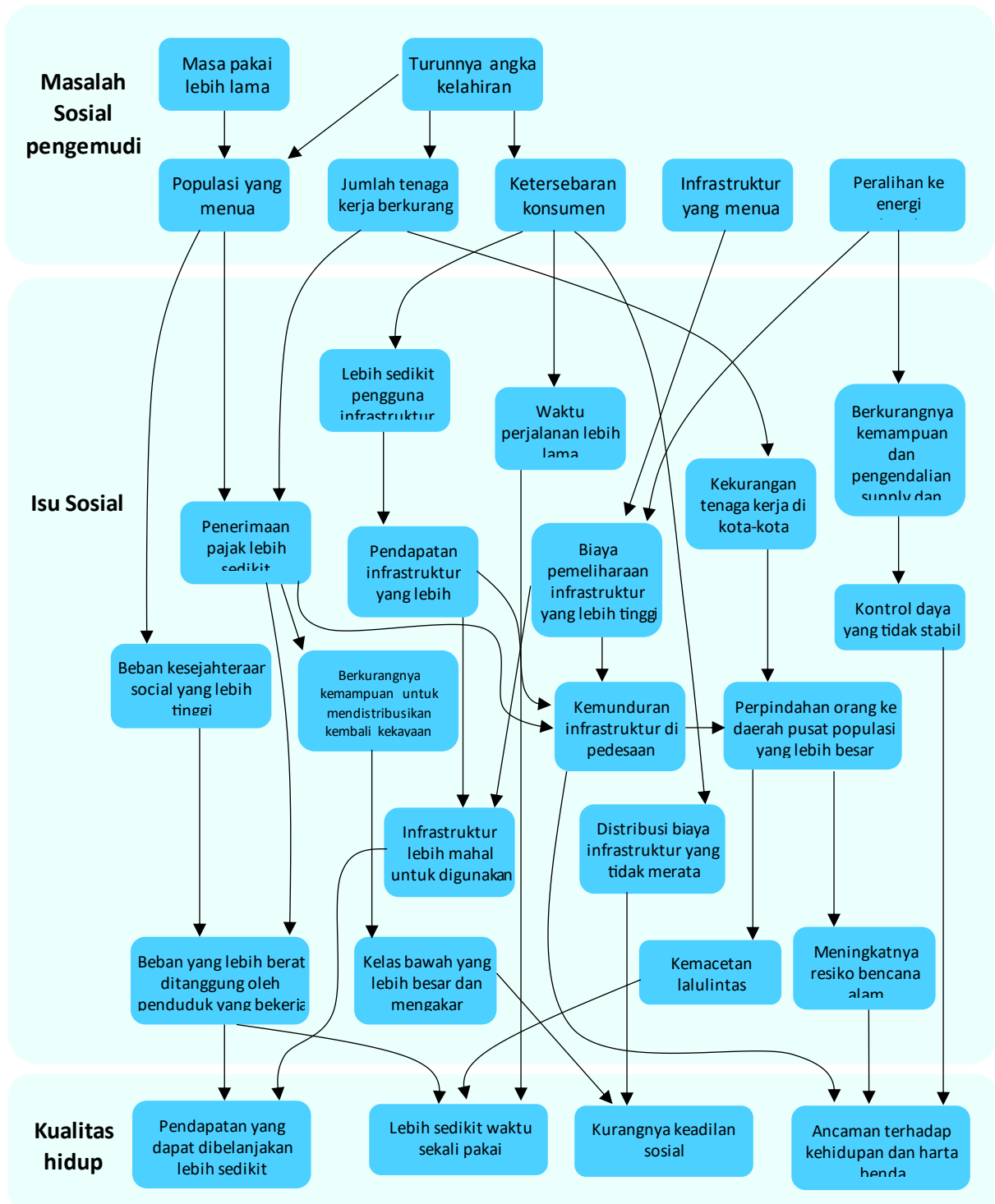
menyesuaikan permintaan dan pasokan energi. Respons seperti ini menimbulkan permasalahan sosial baru.



Gambar 4.4 Target pengurangan karbon. Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, Nihon no yakusokusōan (2020 nenikō no aratanaonshitsukōkagasuhaishutsusakugenmokuhyō [Draf janji Jepang: target baru untuk mengurangi gas rumah kaca mulai tahun 2020 dan seterusnya]

Dengan kata lain, untuk mencapai masyarakat bebas karbon, Jepang harus menurunkan harga energi terbarukan, mendorong penghematan energi dan lebih mengendalikan pasokan dan permintaan di pusat-pusat populasi besar (di mana konsumen energi berkumpul), dan menyediakan energi dengan harga lebih rendah kepada konsumen yang distribusinya jarang. penduduk di kota-kota provinsi dan pinggirannya. Jika Jepang gagal menangani tugas-tugas ini dengan tepat, harga energi akan naik dan sistem tenaga listrik akan menjadi tidak stabil. Hasil-hasil ini kemudian akan mempunyai dampak negatif; Selain menimbulkan ketidaknyamanan bagi konsumen, hal ini juga akan membuat dunia usaha menjadi kurang kompetitif, sehingga menghambat pertumbuhan ekonomi Jepang dan melemahkan kapasitas produktif negara tersebut.

Gambar 4.5 mengilustrasikan dinamika di atas. Ada tiga elemen relasional. Yang pertama adalah pemicu isu sosial, yang menggambarkan tren sosial yang tidak dapat dihindari. Faktor pemicu permasalahan sosial ini memunculkan elemen kedua, yaitu permasalahan sosial. Permasalahan sosial kemudian mempengaruhi elemen ketiga yaitu kualitas hidup (QoL). Bagian berikutnya menguraikan pandangan kami tentang bagaimana kita harus menangani isu-isu sosial.



Gambar 4.5 Faktor pendorong isu sosial dan permasalahan sosial

4.2 KERANGKA INOVASI HABITAT

Menganalisis Target KPI

Bagaimana seharusnya isu-isu sosial yang dibahas pada bagian sebelumnya ditangani? Kebingungan yang dihadapi Jepang adalah bagaimana negara tersebut harus mengakomodasi biaya sosial yang semakin besar dan output produktif yang menyusut. Biaya sosial ini mencakup biaya moneter seperti layanan kesehatan dan pemeliharaan infrastruktur, namun

juga mencakup beban lingkungan seperti emisi karbon. Penurunan output Jepang didorong oleh menurunnya angka kelahiran dan populasi menua.

Kita tidak boleh terjebak dalam keyakinan bahwa solusinya adalah memaksa masyarakat untuk hidup hemat. Hasil kebijakan dapat diukur dengan indikator kinerja utama (KPI) numerik yang menggambarkan biaya dan output, namun terlalu fokus pada target numerik mungkin akan membuat kita berpikir bahwa kita sebaiknya berusaha untuk menjaga biaya seminimal mungkin dan jam kerja selama mungkin. . Salah satu KPI adalah emisi karbon per kapita, yang menggambarkan jumlah pengurangan jejak karbon per orang. Jika kita hanya berfokus pada KPI ini, kita mungkin akan percaya bahwa manusia harusnya tidak aktif atau sehemat mungkin.

Namun, Society 5.0 tidak hanya bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan sosial; ia juga menganjurkan masyarakat yang berpusat pada masyarakat di mana orang-orang menjalani kehidupan yang gembira dan bersemangat. Memaksa masyarakat untuk hidup hemat bertentangan dengan prinsip inti Society 5.0. Inovasi Habitat, yang kami uraikan dalam buku ini, tidak hanya berfokus pada KPI itu sendiri namun juga pada komponen yang digunakan untuk menghitung KPI tersebut, dan menekankan pada penanganan elemen-elemen tersebut.

Gambar 4.6 menunjukkan rumus penghitungan KPI “emisi karbon/kapita.” Rumusnya menunjukkan dua komponen “emisi karbon/kapita”: yang pertama adalah “emisi karbon/total konsumsi energi” dan yang kedua adalah “total konsumsi energi/kapita.” Total konsumsi energi mewakili keseluruhan energi yang digunakan di Jepang. Mengingat emisi karbon dihasilkan dari konsumsi energi, masuk akal untuk mempertimbangkan jumlah total konsumsi energi ketika merancang strategi untuk meminimalkan “emisi karbon/kapita.” Kedua komponen ini menggarisbawahi fakta bahwa jika kita berhasil mengurangi “emisi karbon/total konsumsi energi” secara memadai, kita tidak perlu mengurangi “total konsumsi energi/kapita”; dengan kata lain, kita tidak perlu berhemat dalam konsumsi energi.

$$\frac{\textit{Emisi karbon}}{\textit{Kapita}} = \frac{\textit{Emisi Karbon}}{\textit{Konsumsi Energi total}} \times \frac{\textit{Konsumsi Energi total}}{\textit{Kapita}}$$

Gambar 4.6 Analisis emisi karbon (1)

Satu-satunya cara untuk mencapai pengurangan “emisi karbon/konsumsi energi total” adalah dengan beralih ke energi terbarukan. Jika kita merestrukturisasi bauran energi kita, dengan meningkatkan penggunaan energi terbarukan (bahan bakar nonfosil seperti tenaga angin dan surya), maka kita dapat mengonsumsi banyak energi sambil tetap mengurangi emisi karbon.

Namun, peralihan ke energi terbarukan untuk seluruh kebutuhan energi kita tidak mungkin dilakukan dalam jangka pendek. Jadi apakah ini berarti bahwa, untuk saat ini, kita membatasi konsumsi energi kita semaksimal mungkin, sehingga dapat meminimalkan “konsumsi energi total/kapita?” Mari kita ubah sedikit sudut pandangnya dan tanyakan ini: Apakah kualitas hidup sebanding dengan konsumsi energi? Dengan menanyakan pertanyaan

ini, kami tidak bermaksud menyarankan agar kita mencari bentuk kenyamanan yang lebih bersifat non-materi. Sebaliknya, kami menyarankan bahwa total aktivitas dan konsumsi energi, sampai batas tertentu, tidak bergantung satu sama lain. Misalnya, jika AC Anda secara otomatis menonaktifkan aliran udara saat ruangan dikosongkan, Anda dapat menghemat energi tanpa mengorbankan kenyamanan apa pun. Demikian pula, jika Anda mengganti bohlam dengan bohlam LED, Anda dapat mengurangi konsumsi energi sambil menikmati tingkat cahaya yang sama seperti sebelumnya. Kemajuan teknologi memungkinkan kita mempertahankan tingkat aktivitas total yang sama (misalnya, melakukan aktivitas kerja atau bersantai setelah gelap) dan tetap mengurangi konsumsi energi (misalnya dengan memasang lampu LED). Dengan mengingat hal ini, kita telah mengambil “konsumsi energi total/kapita” pada Gambar 4.6 dan membaginya menjadi dua komponen lebih lanjut (Gambar 4.7).

Mendapatkan Pendekatan dari Rumus

Gambar 4.7 menunjukkan tiga komponen “emisi karbon/kapita”: “emisi karbon/total konsumsi energi”, “total konsumsi energi/total aktivitas”, dan “total aktivitas/kapita”. Inilah tiga faktor yang kami analisis dalam Habitat Innovation sebagai bagian dari upaya kami untuk mewujudkan Society 5.0.

Isu sosial yang dimaksud adalah perlunya meminimalkan “emisi karbon/kapita.” Namun, masing-masing anggota masyarakat ingin meningkatkan komponen ketiga “aktivitas total/kapita.” Untuk menyeimbangkan kedua kepentingan ini, kita harus mengurangi dua komponen pertama (“emisi karbon/total konsumsi energi” dan “total konsumsi energi/total aktivitas”). Untuk mengurangi komponen pertama, “emisi karbon/konsumsi energi total,” kita harus mengubah struktur yang menimbulkan biaya sosial, seperti dalam kasus emisi karbon. Mari kita sebut tugas ini sebagai “transformasi struktural.” Transformasi struktural memerlukan kepemimpinan pemerintah. Di sisi lain, untuk mengurangi komponen kedua, “konsumsi energi total/aktivitas total”, kita harus menemukan cara baru untuk menikmati hidup seutuhnya cara yang tidak mengharuskan kita menggunakan terlalu banyak sumber daya. Untuk mencapai tujuan ini, kita harus memperhatikan teknologi, termasuk otomatisasi, optimalisasi, dan efisiensi energi. Mari kita sebut tugas ini sebagai “inovasi teknologi”. Sedangkan untuk komponen ketiga, “total aktivitas/kapita”, KPI ini mewakili kualitas hidup (kualitas hidup) kita. Aktivitas keseluruhan sebagian besar bersifat konseptual; kami tidak mendefinisikannya sebagai metrik numerik. Faktanya, poin utama dari rumus ini adalah untuk mendorong diskusi tentang bagaimana kita harus mendefinisikan kualitas hidup.

$$\frac{\text{Emisi karbon}}{\text{Kapita}} = \frac{\text{Emisi Karbon}}{\text{Konsumsi Energi total}} \times \frac{\text{Konsumsi Energi total}}{\text{Jumlah Aktivitas}} \times \frac{\text{Jumlah Aktivitas}}{\text{Kapita}}$$

Beban yang harus dikeluarkan untuk memperoleh sumber daya yang diinginkan.

[Transformasi struktural]

Sumber daya yang harus dikonsumsi untuk memperoleh kenyamanan.

[Inovasi Teknologi]

Manfaat yang diperoleh individu

[*Kualitas Hidup*]

Gambar 4.7 Analisis emisi karbon (2)

Habitat Innovation tidak hanya peduli pada permasalahan lingkungan hidup. Sebaliknya, pendekatan ini menggunakan tiga paradigma analitis (transformasi struktural, inovasi teknologi, dan kualitas hidup) untuk mengeksplorasi cara meminimalkan berbagai biaya sosial dan cara meningkatkan produktivitas.

kami menggambarkan Society 5.0 sebagai masyarakat berbasis data berdasarkan konvergensi siber-fisik. Bagaimana visi yang diresapi ICT ini berhubungan dengan formula Habitat Innovation? Konvergensi siber-fisik pada akhirnya merupakan sebuah kerangka kerja. Habitat Innovation, di sisi lain, memberikan beberapa arahan dengan mengeksplorasi bagaimana kita harus menerapkan kerangka kerja ini.

Komponen “transformasi struktural” menyarankan cara-cara di mana kerangka konvergensi siber-fisik dapat diterapkan dalam proses pembuatan kebijakan. Untuk mewujudkan transformasi struktural besar-besaran di masyarakat, para pembuat kebijakan harus menganalisis data kuantitatif mengenai status quo, memperkirakan tren masa depan, dan membandingkan pilihan kebijakan potensial dengan preseden yang ada. Dalam hal emisi karbon, mereka harus menganalisis permintaan energi, memperkirakan tren energi jangka panjang, dan mengevaluasi kelayakan teknologi dan ekonomi dari energi terbarukan. Pendekatan yang efektif untuk menganalisis permintaan energi adalah dengan memodelkan tren masyarakat secara visual menggunakan data yang dikumpulkan dari ruang fisik (dunia nyata). Pendekatan yang efektif untuk proses peramalan dan evaluasi adalah dengan menjalankan simulasi di dunia maya.

Bagaimana komponen “inovasi teknologi” membantu kita? Hal ini menjelaskan kepada kita bagaimana kerangka konvergensi cyber-fisik dapat membantu mewujudkan masyarakat yang efisien sumber daya. Model dunia maya yang secara cermat menciptakan kembali dunia nyata dapat membantu kita memahami cara terbaik menggunakan sumber daya untuk meminimalkan pemborosan. Misalnya, jika kita dapat memprediksi pola arus orang secara keseluruhan di suatu kota, kita dapat menyesuaikan pola transportasi, penerangan, dan AC dengan pergerakan tersebut untuk menghindari pemborosan.

Sedangkan untuk kualitas hidup, komponen ini dapat mendorong kita untuk menyebarkan data sedemikian rupa sehingga menghasilkan layanan baru untuk mendukung kualitas hidup masyarakat. Ditegaskan juga bahwa warga harus mengambil inisiatif dalam menggunakan data untuk melakukan perubahan di masyarakat. Ketika data digunakan untuk mendapatkan wawasan kuantitatif mengenai isu-isu sosial, data tersebut memungkinkan semua pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, dunia usaha, dan masyarakat, untuk berbagi pandangan dan mendiskusikan isu tersebut secara setara. Dalam hal ini, data merupakan alat penting untuk mendorong masyarakat untuk menyampaikan dan mengomunikasikan kepentingan dan kekhawatiran mereka kepada pemerintah, dunia usaha, dan satu sama lain.

Warga sebagai Pelaku Inovasi

Terdapat beberapa kasus transformasi struktural dan inovasi teknologi dalam praktiknya, dan hal ini dipimpin oleh pemerintah dan dunia usaha. Pemerintah menjadi penggagas transformasi struktural, sedangkan dunia usaha menjadi pelaku inovasi teknologi. Namun, dampak penting dari masyarakat berbasis data adalah potensi masyarakat untuk menggunakan data dan menjadi aktor utama dalam inovasi. Dengan pemikiran inilah kami menamakan pendekatan kami Inovasi Habitat.

Namun, masing-masing warga hanya akan merespons peluang ini setelah praktik data yang dipimpin oleh warga mulai mendapat perhatian. Selain itu, masyarakat harus menggunakan data secara efektif. Jika tidak, stabilitas masyarakat mungkin terancam. Misalnya, data mungkin dimanfaatkan oleh sebagian warga untuk kepentingan pribadinya, atau pemerintah mungkin akan berhati-hati dalam membiarkan masyarakat mengambil alih kepemimpinan jika opini publik terlalu mudah terpengaruh oleh pandangan jangka pendek. Oleh karena itu, kita harus mengajukan pertanyaan: Bagaimana kita dapat memastikan bahwa masyarakat, pemerintah, dan dunia usaha mempunyai tingkat literasi yang cukup dalam menghadapi era digital?

Pemerintah dan dunia usaha harus menggunakan data yang andal dan menjadi lebih terbuka. Masyarakat, pada gilirannya, harus terlibat dengan pemerintah dan dunia usaha secara terus-menerus dan proaktif sambil menghasilkan data sendiri, dan pemerintah serta dunia usaha harus memberikan tanggapan yang tepat terhadap hal tersebut. Untuk memastikan bahwa siklus ini mengarah pada masyarakat yang lebih melek data, penting untuk secara progresif mengembangkan praktik terbaik dan menumbuhkan budaya yang kondusif. Ketika terdapat banyak sekali konsultasi pemangku kepentingan mengenai layanan, teknologi, dan undang-undang, masyarakat akan semakin menjadi aktor utama dalam masyarakat, dan inovasi akan semakin didorong oleh dan untuk masyarakat. Inilah yang dimaksud dengan Inovasi Habitat. Menurut Habitat Innovation, ketika masyarakat mengambil inisiatif dalam menggunakan data, penyelesaian permasalahan sosial dengan pertumbuhan ekonomi akan dapat diseimbangkan dan terciptanya kondisi yang diperlukan untuk transformasi kota secara berkelanjutan; inilah cara Habitat Innovation dapat membantu mewujudkan Society 5.0.

Dalam Inovasi Habitat, wawasan teknik, ilmu sosial, humaniora, dan banyak disiplin ilmu lainnya digunakan untuk menganalisis arti kualitas hidup pada tingkat individu dan untuk mengidentifikasi peran yang harus dimainkan oleh kebijakan dan teknologi dalam meningkatkan kualitas hidup. Habitat Innovation lebih lanjut mengusulkan bahwa di samping itu, kita harus mengembangkan platform yang memungkinkan berbagi data antar disiplin ilmu, teknologi yang dapat menyimulasikan manfaat bagi masyarakat dan individu, serta arsitektur sistem yang secara tepat melacak dan merespons fluktuasi permintaan jangka panjang dan kebutuhan laten. Perkembangan ini harus diterapkan secara praktis dengan cara yang mengutamakan masyarakat, sehingga dapat mencapai Society 5.0 yang berkelanjutan.

Bagian selanjutnya menganalisis beberapa pendorong isu sosial melalui kacamata Inovasi Habitat. Dalam setiap kasus, semakin besar kontribusi seseorang terhadap

transformasi struktural dan komponen inovasi teknologi, maka semakin baik komponen kualitas hidup.

Pertanyaan tentang bagaimana meningkatkan kualitas hidup, termasuk bagaimana mendefinisikannya, dibahas dalam buku ini; untuk saat ini, kita akan membahas strategi untuk meningkatkan dua faktor lainnya: transformasi struktural dan inovasi teknologi.

4.3 KERANGKA INOVASI HABITAT UNTUK PERSOALAN SOSIAL UTAMA

Beralih Ke Energi Terbarukan

Sebagai upaya untuk mencapai Jepang yang bebas karbon, tugas peralihan ke energi terbarukan menimbulkan banyak masalah sosial. Dalam peralihan ke energi terbarukan, Jepang harus mengembangkan infrastruktur transmisi dan distribusi yang diperlukan. Kebutuhan infrastruktur ini akan mendorong kenaikan harga energi. Harga energi akan semakin meningkat karena faktor lain: energi masih lebih mahal untuk dihasilkan dari sumber terbarukan dibandingkan dengan sumber konvensional. Permasalahan lainnya adalah sulitnya menyesuaikan permintaan dan pasokan energi; karena hasil energi bervariasi tergantung pada cuaca, tidak selalu mungkin untuk menghasilkan energi sesuai permintaan. Ketidakseimbangan pasokan dan permintaan menimbulkan risiko pemadaman listrik besar-besaran.

Inovasi Habitat bertujuan untuk mengurangi emisi karbon sekaligus mempertahankan kehidupan yang bahagia dan nyaman. Rumus pada Gambar 4.7 memberikan kerangka kerja untuk menyeimbangkan kenyamanan dan kebahagiaan dengan pengurangan emisi karbon. Komponen paling kiri, “emisi karbon/kapita”, mewakili jumlah karbon dioksida yang dikeluarkan per orang. Meminimalkan metrik ini adalah demi kepentingan terbaik masyarakat. “Emisi karbon/kapita” adalah hasil perkalian tiga komponen di sebelah kanan (“emisi karbon/total konsumsi energi”, “total konsumsi energi/total aktivitas”, dan “total aktivitas/kapita”). Karena prinsip Society 5.0 adalah menjaga atau memaksimalkan kualitas hidup (komponen ketiga dalam paradigma analitis kita), kita hanya dapat mengurangi dua komponen lainnya.

Transformasi Struktural

Dalam hal ini, transformasi struktural menggarisbawahi pentingnya mengurangi jumlah karbon dioksida yang kita hasilkan ketika kita mengonsumsi sejumlah energi tertentu. Dengan kata lain, hal ini menyiratkan bahwa kita harus meningkatkan energi terbarukan sebagai bagian dari total energi yang kita gunakan. Untuk melakukan hal ini, kita harus memenuhi tiga persyaratan: energi kita harus berkelanjutan secara ekologis, stabil, dan layak secara ekonomi. Oleh karena itu, ketika mempertimbangkan sistem ketenagalistrikan dasar, misalnya, kita harus memastikan bahwa jaringan distribusi listrik lokal mampu menyalurkan listrik ke zona konsumsi di wilayah tersebut, dan bahwa jaringan transmisi listrik yang lebih luas dapat menyalurkan listrik ke setiap wilayah. Untuk menjamin stabilitas sistem tenaga listrik, perlu diterapkan teknologi pengendalian berbasis TI dan penyempurnaan. Untuk memperkirakan permintaan secara lebih efektif, perlu dilakukan pengumpulan data dari para pemangku kepentingan, termasuk pelaku bisnis dan sosial. Rekomendasi kebijakan akan

sangat penting dalam mendorong investasi pada fasilitas dan inovasi, serta memfasilitasi pengumpulan dan penyebaran data.

Inovasi Teknologi

Dalam hal ini, inovasi teknologi merupakan cara untuk menghilangkan konsumsi energi yang boros di tingkat masyarakat luas. Tujuannya adalah untuk mendorong masyarakat agar menggunakan energi dengan lebih sedikit pemborosan, sehingga dapat menurunkan total konsumsi energi tanpa harus membatasi aktivitas masyarakat secara efektif. Di angkutan umum, misalnya, jika jadwal diatur secara dinamis untuk mencerminkan tingkat penumpang, hal ini akan membantu mengurangi penggunaan energi yang boros. Contoh lainnya adalah jasa kurir, dimana banyak energi yang dihabiskan untuk pengiriman kembali (karena tidak adanya penerima). Teknologi dapat membantu kurir mengurangi penggunaan energi yang boros dengan memantau apakah penerima ada di rumah dan merencanakan rute yang paling efisien. Tentu saja, teknologi tersebut harus dibarengi dengan teknologi yang menjamin privasi pribadi. Pelaku industri dan operator bangunan besar dapat menggabungkan data yang dikumpulkan dari perangkat dan sensor IoT untuk mendapatkan perkiraan yang tepat, yang kemudian mereka dapat menjalankan simulasi untuk meminimalkan puncak penggunaan energi atau berbagi energi dengan wilayah lain. Tindakan tersebut akan mengoptimalkan pasokan energi secara keseluruhan; terlebih lagi, ketika kita beralih ke energi terbarukan, tindakan ini akan memungkinkan kita mencegah pemborosan fasilitas pasokan energi. Ini juga merupakan kabar baik bagi konsumen: tarif listrik akan lebih rendah. Inovasi teknologi juga mempunyai peran penting ketika konsumen perlu mengubah kebiasaan mereka. Artinya, teknologi dapat membantu konsumen melakukan aktivitas yang mereka inginkan dengan cara yang lebih fleksibel dan pada akhirnya mengarahkan mereka ke perilaku yang lebih hemat energi. Untuk mewujudkan inovasi teknologi tersebut, pertama-tama kita perlu mengembangkan infrastruktur jaringan data yang mencakup aktor sosial dan industri.

Kelompok Tenaga Kerja yang Menyusut

Jumlah tenaga kerja di Jepang menyusut karena populasinya yang menyusut, yang juga merupakan akibat dari menurunnya angka kelahiran. Jepang saat ini bergantung pada pekerja asing untuk menutupi kekurangan tenaga kerja. Di perkotaan, banyak orang asing yang bekerja di sektor jasa; di daerah pedesaan, banyak yang mendukung usaha pertanian. Namun strategi ini mungkin tidak berkelanjutan dalam jangka panjang. Seiring bertambahnya usia populasi di Asia, negara-negara Asia akan semakin bersaing untuk mendapatkan pekerja asing, yang mungkin menyebabkan berkurangnya jumlah pekerja asing di Jepang. Pada akhirnya, jumlah tenaga kerja asing di Jepang akan mulai berkurang seiring dengan berkurangnya jumlah tenaga kerja pribumi. Masalah ketenagakerjaan juga berkaitan dengan produktivitas. Pekerja di Jepang cenderung kurang produktif dibandingkan pekerja di negara maju lainnya, dan mereka mengimbanginya dengan praktik jam kerja yang panjang. Jepang mempunyai ruang untuk perbaikan dalam hal ini.

$$\frac{\text{Nilai Tambah}}{\text{Kapita}} = \frac{\text{Nilai Tambah}}{\text{Jam kerja}} \times \frac{\text{Jam Kerja aktif}}{\text{jam sekali pakai}} \times \frac{\text{Jam Sekali pakai}}{\text{Kapita}}$$

Transformasi
Inovasi teknologi
Kualitas hidup

Struktural

Gambar 4.8 Analisis produktivitas tenaga kerja

Habitat Innovation telah menguraikan permasalahan ini ke dalam rumus yang ditunjukkan pada Gambar 4.8. Di sebelah kiri adalah “nilai tambah/kapita”, yang menunjukkan berapa banyak nilai tambah yang dihasilkan setiap orang. Masyarakat harus berusaha memaksimalkan metrik ini. KPI adalah hasil perkalian ketiga faktor (transformasi struktural, inovasi teknologi, dan kualitas hidup), yang ditunjukkan di sisi kanan gambar. Dalam hal ini, transformasi struktural mewakili nilai tambah yang dihasilkan per jam kerja, inovasi teknologi mewakili jumlah jam yang harus dihabiskan dalam bekerja untuk setiap jam sekali pakai, dan kualitas hidup mewakili jumlah jam sekali pakai yang dialokasikan kepada setiap orang. Dengan kata lain, transformasi struktural berhubungan dengan produktivitas, teknologi berhubungan dengan waktu kerja, dan kualitas hidup berhubungan dengan waktu luang. Inovasi Habitat bertujuan untuk meningkatkan produktivitas secara memadai sehingga memungkinkan pengurangan waktu kerja dan peningkatan waktu luang. Meskipun pekerjaan itu penting, kehidupan yang dinamis juga membutuhkan banyak waktu luang (atau “sekali pakai”).

Untuk menghitung produktivitas tenaga kerja, ada baiknya membagi waktu kerja menjadi “jam kerja aktif” bersih, yang berarti waktu yang dihabiskan pekerja dalam pekerjaan yang menghasilkan nilai, dan “jam menunggu”, ketika pekerja sedang bepergian atau bepergian sebagai bagian dari pekerjaan mereka atau sedang menunggu. Untuk menyiapkan sumber daya. Jika Anda meningkatkan produktivitas per jam kerja aktif dan mengurangi jam tunggu, Anda akan menghasilkan lebih banyak jam sekali pakai (waktu luang). Pembaca harus memperhatikan bahwa kami telah mendefinisikan waktu perjalanan dan sejenisnya sebagai “jam tunggu” dan bukan “jam kerja” demi kenyamanan; apakah waktu tersebut secara hukum dianggap sebagai waktu kerja adalah masalah lain.

Transformasi Struktural

Dalam konteks permasalahan ini, transformasi struktural menggarisbawahi kebutuhan untuk meningkatkan jumlah nilai yang dihasilkan per jam kerja aktif—dengan kata lain, kebutuhan untuk meningkatkan produktivitas nilai. Menemukan tempat untuk bekerja merupakan persyaratan penting untuk kehidupan yang dinamis. Tujuan penerapan data dan otomatisasi berbasis AI bukan untuk menghilangkan peluang kerja, namun untuk menciptakan industri baru. Secara historis, otomasi telah mengubah mata pencaharian dan lapangan kerja, namun otomasi juga selalu melahirkan industri-industri baru. Dengan Habitat Innovation, data yang mencakup seluruh industri digabungkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan alat analisis yang dapat membantu mengidentifikasi kebutuhan dan peluang bisnis baru. Untuk mencapai tujuan ini, dunia usaha harus diberi insentif untuk bergerak menuju layanan bernilai tambah, dan harus ada infrastruktur legislatif yang mendorong lebih banyak data terbuka,

yang merupakan sumber inovasi. Tugas lainnya adalah menawarkan proposal kebijakan pendidikan yang bertujuan untuk membina angkatan kerja yang ideal individu dengan ide-ide kreatif dan pengetahuan praktis yang diperlukan untuk menghasilkan nilai baru, dan yang dapat mengadopsi gaya kerja yang sesuai dengan era digital.

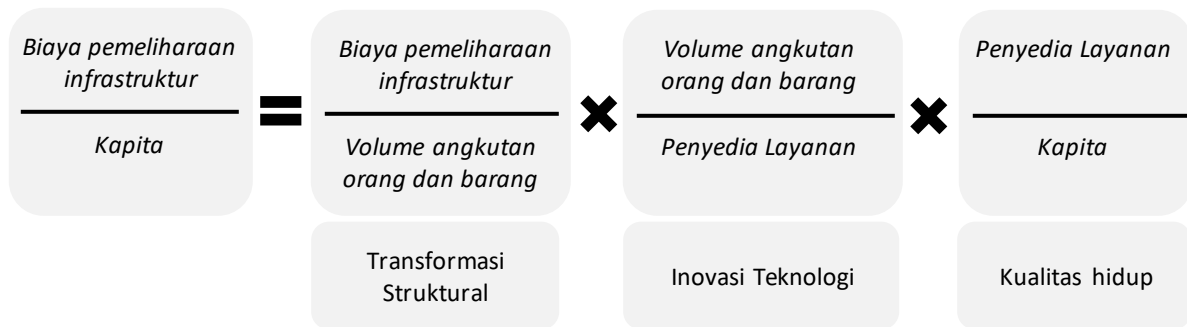
Inovasi Teknologi

Teknologi mempunyai peran besar dalam mengurangi jam tunggu dan meningkatkan jam kerja sekali pakai. Misalnya, teknologi VR dan komunikasi dapat memangkas waktu perjalanan dengan menciptakan kembali lingkungan kantor di rumah pekerja atau kantor satelit. Hal serupa juga terjadi di dunia fiksi ilmiah, namun kini ada kemungkinan bagi manusia untuk mengubah diri mereka menjadi avatar robot dan berada di tempat kerja jarak jauh. Bahkan ketika pekerja harus melakukan perjalanan secara fisik, efisiensi perjalanan yang lebih besar dapat diwujudkan melalui mobilitas-as-a-service (MaaS), yang menggambarkan tren untuk menggabungkan layanan transportasi secara dinamis untuk memberikan perjalanan seefisien mungkin. Dengan menggunakan data yang dikumpulkan dari dunia nyata, bisnis dapat mengoordinasikan jadwal mereka satu sama lain untuk meminimalkan jeda waktu yang diakibatkan oleh jadwal yang tidak tersinkronisasi.

Infrastruktur Yang Menua Dan Ketersebaran Konsumen

Infrastruktur yang menua dan kelangkaan konsumen mempunyai keterkaitan yang erat, sehingga kita akan membahasnya bersama. Sebagian besar infrastruktur Jepang dibangun pada periode pertumbuhan ekonomi yang tinggi, dan infrastruktur tersebut segera mendekati masa berakhirnya. Untuk menjaga infrastruktur ini, diperlukan pembaharuan. Namun, penggunaannya berkurang karena depopulasi, sehingga tidak ada kebutuhan untuk memelihara infrastruktur pada skala yang ada saat ini. Oleh karena itu, infrastruktur harus diperbarui, namun dengan cara yang mencerminkan berkurangnya populasi.

Penting untuk disadari bahwa kita tidak bisa begitu saja mengurangi infrastruktur sebanding dengan jumlah penduduk. Ketika populasi Jepang bertambah, lingkungan sekitarnya pun berkembang seiring dengan pertumbuhan tersebut. Namun, di era penurunan populasi ini, ruang hidup tetap sama luasnya seperti sebelumnya, sementara jumlah penduduk semakin sedikit (yaitu, kepadatan menurun). Oleh karena itu, jika penyediaan layanan diperkecil secara proporsional dengan laju penurunan populasi, banyak pengguna akan merasa tidak nyaman. Misalkan jumlah sekolah dasar di suatu daerah dikurangi untuk mencerminkan berkurangnya jumlah anak. Karena ruang hunian tetap luas seperti sebelumnya, banyak keluarga harus menempuh perjalanan sekolah yang lebih lama. Hal yang sama berlaku untuk rumah sakit dan toko ritel; ketika fasilitas-fasilitas ini dikurangi untuk mencerminkan menyusutnya permintaan, banyak pengguna harus melakukan perjalanan lebih jauh ke beberapa tempat yang tersisa. Demikian pula, layanan yang menyalurkan barang, air, dan energi akan memasok layanan ini kepada lebih sedikit pengguna namun mencakup wilayah yang sama luasnya, yang berarti biaya pemberian layanan per pengguna lebih besar.



Gambar 4.9 Analisis infrastruktur yang menua

Jarangnya konsumen dikaitkan dengan biaya yang lebih besar dalam hal waktu dan uang. Permasalahan ini dapat diselesaikan dengan membuat masyarakat menjadi lebih kompak, namun sampai saat itu tiba, kita harus menemukan cara untuk memastikan bahwa konsumen yang tersebar di wilayah yang jarang penduduknya tidak merasa dirugikan. Habitat Innovation telah menguraikan masalah infrastruktur yang menua ke dalam formula yang ditunjukkan pada Gambar 4.9. Di sebelah kiri adalah “biaya pemeliharaan infrastruktur/kapita.” Mengurangi metrik ini adalah demi kepentingan terbaik masyarakat. Di sebelah kanan, komponen ketiga (kualitas hidup) adalah “penyediaan layanan/kapita.” Meningkatkan metrik ini (sambil menurunkan “biaya pemeliharaan infrastruktur/kapita”) akan sejalan dengan etos Society 5.0. Oleh karena itu, kita harus meminimalkan dua komponen lainnya: “biaya pemeliharaan infrastruktur/volume transportasi orang dan barang” (yang berhubungan dengan transformasi struktural) dan “volume transportasi orang dan barang/penyediaan layanan” (yang berhubungan dengan inovasi teknologi).

Untuk meminimalkan hal pertama dari kedua komponen ini adalah dengan mengurangi biaya pemeliharaan infrastruktur sambil mempertahankan tingkat transportasi orang dan barang yang sama. Metode yang efektif untuk melakukan hal ini adalah dengan membuat lingkungan menjadi lebih kecil. Jika masyarakat lebih kompak, hal ini akan mengurangi jarak transportasi, dan kita dapat mencapai penurunan biaya pemeliharaan infrastruktur secara umum tanpa perlu mengurangi volume barang yang dikirim. Namun tujuan tersebut tidak dapat dicapai dalam jangka pendek. Langkah yang lebih berjangka pendek adalah mengurangi komponen kedua, “volume/penyediaan layanan transportasi orang dan barang” (inovasi teknologi). Tujuannya adalah memanfaatkan teknologi untuk mengurangi volume transportasi fisik sambil mempertahankan tingkat penyediaan layanan yang sama.

Transformasi Struktural

Dalam hal ini, transformasi struktural berarti memperkecil aset infrastruktur sosial — dengan kata lain, membuat lingkungan menjadi lebih kompak. Jika perluasan lingkungan pinggiran kota ditata ulang menjadi lingkungan yang lebih terdistribusi secara kompak, maka infrastruktur di lingkungan tersebut dapat diakses oleh lebih banyak orang dibandingkan sebelumnya. Namun masalahnya, memaksa masyarakat untuk pindah akan bertentangan dengan etos Society 5.0 yang berpusat pada masyarakat, karena hal ini akan merampas kemampuan masyarakat untuk menentukan pilihan dalam mengejar kebahagiaan. Oleh

karena itu kita harus membuat kehidupan perkotaan cukup menarik sehingga penduduknya secara alami ingin pindah ke kota-kota padat. Kemudian, seiring dengan semakin banyaknya penduduk yang tinggal di wilayah tersebut, konfigurasi infrastruktur sosial di wilayah tersebut harus dikurangi secara fleksibel, seiring dengan laju depopulasi. Sebagai contoh transportasi, seharusnya terdapat jaringan kereta api di dalam kota, namun di pinggiran kota, masyarakat dapat menggunakan bus atau skema berbagi mobil. Untuk itu, perlu adanya pelonggaran peraturan dan perencanaan kota.

Salah satu strategi efektif untuk memperkecil infrastruktur adalah dengan fokus pada meminimalkan permintaan puncak. Dalam hal energi, misalnya, baterai penyimpanan dapat membantu mengendalikan permintaan puncak, artinya Anda dapat menggunakan generator listrik yang lebih kecil. Jika fasilitasnya lebih kecil, maka akan lebih mudah untuk menghapusnya secara bertahap. Cara lain untuk mengendalikan permintaan puncak adalah dengan meminta kerja sama warga. Misalnya, warga dapat diimbau untuk menghindari kesibukan pagi dan sore hari. Namun tidak boleh ada paksaan; infrastruktur harus dirancang sedemikian rupa untuk mendorong kerja sama, dan kerja sama ini tidak boleh mengorbankan kemudahan dan kenyamanan.

Inovasi teknologi

Dalam hal ini, inovasi teknologi berarti mengembangkan teknologi yang memungkinkan infrastruktur beroperasi di wilayah berpenduduk jarang dengan biaya minimal. Layanan transportasi, misalnya, dapat memenuhi permintaan secara optimal dengan kombinasi layanan bus dan berbagi mobil, yang memungkinkan penjadwalan yang bervariasi secara dinamis. Biaya operasional dapat dikendalikan dengan membatasi layanan yang tidak diperlukan dan memaksimalkan jumlah penumpang. Di sisi lain, aplikasi TI dapat memberikan layanan tanpa memerlukan perjalanan. Contohnya termasuk pembelajaran jarak jauh, layanan kesehatan jarak jauh, dan pemantauan perawatan lansia jarak jauh, yang masing-masing dapat dioperasikan dengan biaya lebih rendah dibandingkan biaya perjalanan untuk mendapatkan layanan tersebut. Mengemudi otomatis dan drone dapat mengurangi biaya personel untuk pengiriman barang. Teknologi yang memantau apakah penerima ada di rumah dapat digunakan untuk merencanakan rute pengiriman dan mengurangi pengiriman ulang. Dengan cara ini, kita harus menggunakan data, TI, dan robotika untuk menurunkan biaya layanan publik.

Society 5.0 menyeimbangkan kepentingan terbaik masyarakat secara keseluruhan (penyelesaian permasalahan sosial) dengan kepentingan terbaik individu (masyarakat yang berpusat pada masyarakat). Pada bab ini, kita membahas rumus KPI sebagai pendekatan untuk menyeimbangkan kedua permasalahan tersebut. Habitat Innovation mengusulkan penggunaan pendekatan ini untuk mengatasi masalah social.

BAB 5

INOVATOR TEKNIS DAN BISNIS INTERNET INDUSTRI 4.0

Kemajuan dalam teknologi sensor akhir-akhir ini didorong oleh munculnya sirkuit elektronik berkecepatan tinggi dan berbiaya rendah, perubahan dalam cara kita mendekati pemrosesan sinyal, dan kemajuan teknologi manufaktur yang sejalan. Kombinasi dari perkembangan-perkembangan baru dalam bidang-bidang yang saling bersinergi ini telah memungkinkan perancang dan produsen sensor untuk mengambil pendekatan yang benar-benar baru, seperti memperkenalkan kecerdasan untuk pemantauan mandiri dan kalibrasi mandiri, sehingga meningkatkan kinerja produk teknis mereka. Demikian pula, kemajuan teknologi manufaktur sensor memfasilitasi produksi sistem dan komponen dengan rasio biaya terhadap kinerja yang rendah. Hal ini mencakup kemajuan dalam teknologi mikrosistem, dimana produsen semakin banyak mengadopsi teknik seperti pemesinan mikro permukaan dan massal. Selain itu, inisiatif yang mengeksplorasi potensi di bidang pemrosesan sinyal digital melibatkan pendekatan baru untuk peningkatan sifat sensor. Peningkatan kinerja dan kualitas sensor ini berarti bahwa sistem multi-sensor, yang merupakan fondasi Internet Industri, dapat berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan kualitas dan ketersediaan informasi. Karena inisiatif ini dan pendekatan inovatif dari para desainer, hal ini telah menghasilkan struktur sensor baru, teknologi manufaktur, dan metode pemrosesan sinyal dalam sistem individual dan multi-sensor. Namun, tren terkini dalam teknologi sensorlah yang paling relevan dalam Internet Industri, yaitu miniaturisasi sensor dan komponen, meluasnya penggunaan sistem multi-sensor, dan meningkatnya ketersediaan radio nirkabel dan sensor otonom.

Sebelumnya, sensor yang tertanam pada perangkat atau sistem harus terprogram atau bergantung pada sistem host untuk komunikasi. Perangkat I/O jarak jauh dapat menyediakan antarmuka komunikasi dan kecerdasan untuk menghubungkan aplikasi dengan sensor tanpa sirkuit komunikasi, namun sekali lagi perangkat tersebut biasanya harus terprogram, sehingga membatasi pilihan penerapannya di lokasi luar ruangan. Bluetooth dan ZigBee adalah teknologi ringan yang telah mengubah desain sensor dengan menyediakan radio mini tertanam untuk komunikasi jarak pendek. ZigBee, yang telah banyak diterapkan di Internet Industri karena kemampuannya membangun jaringan mesh yang dapat menjangkau area luas, lebih banyak digunakan dalam aplikasi industri dibandingkan Bluetooth, yang berakar pada industri telepon seluler. Pengembang banyak memanfaatkan Bluetooth dalam aksesoris seluler, aplikasi, dan komunikasi jarak pendek. Selain itu, kemajuan dalam teknologi dan protokol radio WAN berdaya rendah telah memungkinkannya untuk ditanamkan ke dalam sensor dan perangkat I/O jarak jauh, yang memfasilitasi penerapannya di luar ruangan. Hal ini berlaku bahkan pada jarak yang jauh dari aplikasi operasi dan manajemen host.

5.1 MINIATURISASI

Namun, semua teknologi komunikasi ini tidak akan praktis jika bukan karena kemajuan pesat dalam miniaturisasi sensor. Miniaturisasi telah berkembang ke tahap di mana produsen sensor dapat memperkecilnya menjadi seukuran sebutir pasir. Artinya, sensor kini bisa ditanam dimana saja dan pada apa saja, seperti pakaian yang kita kenakan, kemasan makanan yang kita makan, bahkan tubuh kita.

Menanamkan kecerdasan ke dalam sensor juga telah mempercepat jalur menuju miniaturisasi, begitu pula dengan mengintegrasikan multi-fungsi ke dalam desain, seperti suhu dan kelembapan. Misalnya, produsen yang memproduksi sensor yang dikalibrasi sepenuhnya, diberi kompensasi suhu, dan diperkuat, mengurangi jumlah komponen yang dibutuhkan pada PCB, sehingga membantu mengurangi ukuran dan berat serta biaya.

Beberapa contoh skala miniaturisasi dan bagaimana hal ini memungkinkan penggunaan Internet Industri adalah dalam industri medis dan layanan kesehatan. Salah satu perangkat tersebut adalah saklar buluh yang sederhana. Sakelar buluh merupakan komponen pasif yang tidak memerlukan daya atau komponen tambahan agar dapat berfungsi, dan seperti yang akan kita lihat, ini merupakan salah satu kelebihanannya. Sakelar buluh mendeteksi keberadaan medan magnet ketika magnet berada di dekatnya dan menutup sambungannya. Setelah magnetnya hilang, sambungannya akan terbuka. Masalahnya adalah sulitnya memperkecil komponen pasif dan tetap membuatnya berfungsi. Oleh karena itu, reed switch biasanya memiliki panjang minimal 25 mm, namun setelah diminiaturisasi, ukurannya diperkecil menjadi sekitar 3 mm. Kedengarannya mungkin tidak terlalu besar, namun dampaknya sangat besar terhadap penggunaannya dalam industri. Sakelar buluh antara lain digunakan dalam desain industri, medis, dan luar angkasa.

Dua bidang yang paling penting untuk miniaturisasi adalah pasar pengujian peralatan elektronik/semikonduktor dan peralatan medis. Sakelar buluh sangat penting dalam semikonduktor karena diperlukan untuk mengalihkan pulsa digital miliaran kali per detik, dan sakelar buluh melakukan hal ini dengan sempurna. Selain itu, alat ini juga digunakan dalam implan medis dan dilengkapi dengan kamera pil, defibrilator, alat pemantau glukosa, alat stimulasi saraf, dan masih banyak lagi aplikasi dalam tubuh. Sensor buluh sempurna untuk aplikasi ini, karena tidak menggunakan daya. Berbeda dengan sensor berbasis semikonduktor yang memerlukan baterai, sensor buluh dapat disimpan di dalam tubuh selama bertahun-tahun tanpa perlu dilepas.

Kemajuan lain dalam sistem multi-sensor muncul melalui keberhasilan teknologi pelengkap dan penyebarannya. Hal ini disebabkan oleh popularitas dan penerimaan teknologi seperti ponsel pintar, system-on-a-board, dan bahkan system-on-a-chip (SoC). Perangkat ini dilengkapi dengan multi-sensor dan perangkat lunak untuk menggerakkannya. Misalnya, Apple iPhone, Raspberry Pi, dan Arduino dengan pelindung ekstensi semuanya menyediakan alat untuk membuat perangkat multi-sensor yang dapat merasakan dan memengaruhi lingkungan analognya melalui interaksinya dengan dunia digital. Ketersediaan perangkat pengembangan ini telah mempercepat proses desain, dengan memungkinkan produksi model bukti konsep (PoC). Mereka telah mendorong inovasi dalam cara kami menerapkan perangkat

multi-sensor ke dalam otomatisasi sistem industri dan mengintegrasikan M2M dengan sistem cyber-fisik untuk menciptakan lingkungan Industrial Internet of Things.

5.2 SISTEM FISIK CYBER (CPS)

Internet Industri muncul karena kemajuan pesat dalam komputer digital dalam semua formatnya dan kemajuan besar dalam komunikasi digital. Disiplin-disiplin ini dianggap sebagai domain pengetahuan dan keahlian yang terpisah, dan terdapat kecenderungan untuk spesialisasi pada salah satu disiplin ilmu tersebut. Hal ini mengakibatkan diperlukannya pengetahuan antar disiplin ilmu untuk merancang dan membangun produk yang memerlukan pemrosesan informasi dan jaringan; misalnya perangkat yang tertanam mikroprosesor dan ZigBee, seperti Raspberry Pi atau smartphone. Namun, ketika kita mulai berinteraksi dengan dunia fisik, kita mempunyai domain fisik yang harus kita hadapi dan itu memerlukan pengetahuan khusus tentang domain fisik dan mekanik tersebut seperti yang dimiliki seorang insinyur mesin. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi sejak awal proses desain apakah produk tersebut akan berupa TI, jaringan, atau sistem fisik atau sistem yang memiliki ketiga fitur pemrosesan fisik, jaringan, dan digital. Jika sudah, maka dikatakan sistem cyber-fisik. Dalam beberapa definisi, fitur jaringan dan komunikasi dianggap opsional, meskipun hal ini menimbulkan pertanyaan tentang perbedaan CPS dari sistem tertanam.

Sistem informasi, yang tertanam ke dalam perangkat fisik, disebut “sistem tertanam”. Sistem tertanam ini antara lain ditemukan dalam sistem telekomunikasi, otomasi, dan transportasi. Belakangan ini muncul istilah baru yaitu cyber-physical system (CPS). Hal ini membedakan antara sistem tertanam berbasis mikroprosesor dan sistem pemrosesan informasi yang lebih kompleks yang benar-benar terintegrasi dengan lingkungannya. Definisi yang tepat dari sistem cyber-fisik (CPS) adalah bahwa sistem tersebut merupakan integrasi komputasi, jaringan, dan proses fisik. Komputer dan jaringan yang tertanam memantau dan mengendalikan proses fisik, dengan putaran umpan balik di mana proses fisik mempengaruhi komputasi dan sebaliknya.

Oleh karena itu, sistem cyber-fisik dapat berupa apa saja yang memiliki komputasi, jaringan, dan proses fisik yang terintegrasi. Operator manusia adalah sistem cyber-fisik dan juga pabrik yang cerdas. Misalnya, operator manusia memiliki komponen fisik dan cyber. Dalam contoh ini, operator memiliki fasilitas komputasi otaknya dan mereka berkomunikasi dengan manusia lain dan sistem melalui HMI (antarmuka mesin manusia) dan berinteraksi melalui antarmuka mekanis tangan mereka untuk memengaruhi lingkungannya.

Sistem cyber-fisik memungkinkan dunia digital virtual komputer dan perangkat lunak untuk bergabung melalui interaksi manajemen proses dan kontrol umpan balik dengan dunia analog fisik, sehingga mengarah ke Internet of Things, data, dan layanan. Salah satu contoh CPS adalah jalur manufaktur cerdas, di mana mesin dapat melakukan banyak proses kerja dengan berkomunikasi dengan komponen dan terkadang bahkan produk yang sedang dalam proses pembuatannya.

Sistem tertanam adalah sistem komputasi yang tertanam dalam sistem fisik; penekanannya adalah pada komponen komputasi. Oleh karena itu, kita dapat menganggap

semua CPS berisi sistem tertanam, namun penekanan CPS adalah pada domain komunikasi dan fisik serta komputasi. CPS memiliki banyak kegunaan, karena dapat menggunakan sensor dan sistem tertanam lainnya untuk memantau dan mengumpulkan data dari proses fisik. Proses ini dapat berupa apa saja seperti pemantauan kemudi kendaraan, konsumsi energi, atau pengendalian suhu/kelembaban. Sistem CPS, tidak seperti sistem tertanam, adalah jaringan, yang memungkinkan data tersedia dari jarak jauh, bahkan secara global. Singkatnya, sistem cyber-fisik memungkinkan aplikasi perangkat lunak berinteraksi dengan peristiwa di dunia fisik. Misalnya, untuk mengukur puncak konsumsi energi dalam jaringan tenaga listrik proses fisik yang berinteraksi dengan CPS melalui fungsi komputasi dan jaringan yang tertanam.

Tidak seperti sistem tertanam tradisional, yang seringkali merupakan perangkat mandiri yang mungkin memiliki kemampuan komunikasi bawaan, CPS dirancang untuk terhubung ke jaringan dengan perangkat pelengkap lainnya dan juga memiliki port I/O fisik. CPS berkaitan erat dengan robotika, dan robot adalah contoh CPS yang baik, karena ia memiliki komponen fisik jelas yang dapat memanipulasi lingkungannya. Robot pandai dalam merasakan objek, menggenggam dan mengangkat objek, serta memosisikannya di tempat yang diperlukan. Di pabrik, robot digunakan untuk melakukan pekerjaan berulang yang seringkali memerlukan pengangkatan berat atau penempatan barang berukuran besar di jalur perakitan. Robot memiliki komputasi, jaringan, dan komponen fisik yang memungkinkannya menjalankan perangkat lunak untuk melakukan tugasnya, seperti membaca data sensor, menerapkan algoritme, dan mengirimkan informasi kontrol ke motor servo dan aktuator yang mengontrol lengan, tuas, dan mekanisme robot. Robot juga berkomunikasi dengan server back-end di domain operasi dan manajemen serta dengan perangkat keselamatan di jalur perakitan. Contohnya adalah dalam beberapa penerapan, misalnya dalam penanganan stok di gudang di mana robot mengambil atau mengembalikan stok dari rak dan tempat sampah, robot bekerja dengan sangat cepat. Mereka bergerak dengan kecepatan luar biasa, melakukan gerakan lengan mekanis secara kabur, dan tidak lelah atau perlu istirahat, sehingga kinerja mereka melebihi manusia dalam segala hal. Namun, robot dan manusia tidak selalu bekerja sama dengan aman, dan jika manusia berada di sekitar robot, robot tersebut harus memperlambat dan melakukan tindakannya pada kecepatan yang sesuai dengan manusia. Akibatnya, robot bekerja lebih baik dan lebih efisien di lingkungan tanpa manusia.

Robotika adalah contoh nyata dari CPS, namun saat ini robot telah diadaptasi untuk bekerja di banyak kasus penggunaan IIoT, seperti bekerja di lingkungan berbahaya seperti pemadam kebakaran atau pertambangan, atau melakukan pekerjaan berbahaya seperti penjinak bom atau melakukan tugas berat. seperti mengangkat rakitan mobil di jalur produksi. Namun, ada banyak kegunaan lain untuk jenis CPS lainnya, seperti dalam situasi yang memerlukan ketelitian, seperti dalam operasi otomatis, dan dalam koordinasi, dalam kasus sistem kontrol lalu lintas udara.

Aplikasi dunia nyata di Internet Industri untuk CPS terutama dalam aplikasi berbasis sensor di mana perangkat CPS berkemampuan jaringan memantau lingkungannya dan meneruskan informasi ini kembali ke aplikasi di node jaringan lain, di mana komputasi dan

analisis akan dilakukan dan umpan balik diberikan jika dan bila diperlukan. Contohnya adalah deteksi dan perlindungan tabrakan pada mobil yang juga menggunakan sistem kesadaran berpindah jalur yang juga digerakkan oleh CPS.

Kemajuan dalam mekanisme siber fisik diperkirakan akan sangat meningkatkan CPS dalam waktu dekat, dengan peningkatan dalam fungsi, keandalan, kegunaan, keamanan, kemampuan beradaptasi, dan otonomi.

5.3 TEKNOLOGI NIRKABEL

Adopsi teknologi komunikasi nirkabel ke dalam perusahaan memiliki awal yang kurang menguntungkan pada awal tahun 2000an. Dianggap lambat dan tidak aman, banyak departemen keamanan TI menghindari penggunaannya dan yang lainnya melangkah lebih jauh dengan melarangnya dari perusahaan. Industri tidak begitu cepat mengabaikannya, karena Wi-Fi memiliki potensi operasional yang luar biasa dalam kasus penggunaan industri tertentu, seperti komunikasi di rumah sakit, dan di gudang, di mana area yang luas tidak dapat dijangkau dengan mudah oleh jaringan kabel. dan solusi kabel.

Secara bertahap, teknologi nirkabel berevolusi dari sistem awal, yang hanya dapat menawarkan bandwidth terbatas sebesar 1-2Mbps dan seringkali jauh lebih sedikit dibandingkan dengan jarak terbatas 50 kaki hingga sistem Gbps berkinerja tinggi. Evolusi teknologi merupakan proses bertahap yang memakan waktu hampir satu dekade di mana peningkatan kinerja secara bertahap diimbangi dengan peningkatan keamanan. Keamanan merupakan masalah besar karena gelombang radio terbuka untuk disadap karena disiarkan melalui udara dan siapa pun yang mendengarkan pada frekuensi yang sama dapat mengetahuinya. Selain itu, titik akses menyiarkan SSID, yang merupakan pengidentifikasi jaringan sehingga perangkat nirkabel dapat mengidentifikasi dan menyambung ke jaringan rumahnya. Demi kenyamanan, titik akses Wi-Fi awal terbuka tanpa kredensial pengguna yang diperlukan untuk otorisasi dan data tidak terenkripsi melalui udara atau dilindungi oleh protokol keamanan yang sangat lemah yang disebut WEP (Wired Equivalent Protocol).

Kegagalan ini tidak dapat diterima oleh TI perusahaan, sehingga Wi-Fi mendapat tempat khusus di rumah, UKM (usaha kecil menengah), dan di beberapa industri di mana masalah keamanan tidak menjadi masalah. Penggunaan teknologi nirkabel di industri seperti Wi-Fi, Bluetooth (yang memiliki kelemahan keamanan awal yang serupa), dan kemudian ZigBee prihatin dengan komunikasi data M2M jarak pendek di tempat yang aman, sehingga risiko kebocoran data melalui jendela dari titik akses dan antena yang terlalu kuat atau posisinya buruk tidak menjadi masalah. Demikian pula, di gudang yang luas, Wi-Fi merupakan keuntungan bagi komunikasi M2M dengan kendaraan yang dikendalikan dari jarak jauh dan kecepatan rendah, throughput rendah, dan enkripsi buruk tidak menjadi masalah. Oleh karena itu, teknologi nirkabel mendapatkan posisi awal di tempat kerja industri yang terus berkembang selama dekade ini, dan seiring dengan peningkatan kecepatan dan keamanan yang melampaui ekspektasi sebelumnya, komunikasi nirkabel telah menjadi kekuatan pendorong dan pendukung Internet Industri.

Transformasi ini terjadi karena kemajuan teknologi dalam modulasi nirkabel, yang memungkinkan lebih banyak bit atau simbol dibawa melalui sinyal frekuensi pembawa yang sama. Misalnya, Wi-Fi beralih dari 802.11b dengan kecepatan bit realistik 1-2Mbps (11Mbps teoritis) ke 802.11n dengan kecepatan bit realistik 70-90Mbps (300Mbps teoritis) dalam waktu kurang dari satu dekade. Secara signifikan, keamanan juga mengalami peningkatan pesat dengan WEP yang cacat akhirnya digantikan dengan WPA2, protokol enkripsi dan otentikasi yang jauh lebih aman. Kombinasi dari peningkatan ini merupakan penebusan Wi-Fi di perusahaan TI dan kini telah diterima sepenuhnya. Dalam beberapa kasus, ini adalah media komunikasi pilihan karena menyediakan mobilitas yang fleksibel dan lancar di tempat kerja.

Amandemen lebih lanjut terhadap standar ini pada tahun 2013 telah memberikan hasil yang mengejutkan, dengan 802.11ac dan 802.11ad menghasilkan bit-rate teoritis masing-masing sebesar 800Mbps dan 6Gbps, sebagian disebabkan oleh modulasi sinyal canggih melalui OFDM dan teknologi MIMO (Multi-IN/Multi-KELUAR). Mereka menggunakan banyak radio dan antena untuk mencapai komunikasi multi-stream dupleks penuh.

Selain itu, amandemen protokol 802.11 pada tahun 2015 menghasilkan 802.11ah, yang dirancang untuk penggunaan daya rendah dan jangkauan lebih jauh. Itu dipertimbangkan untuk menjadi pesaing Bluetooth dan ZigBee. Salah satu fitur baru 802.11ah, yang membuatnya berbeda dari mode operasi WLAN tradisional, adalah ia memiliki periode bangun/tidur yang telah ditentukan untuk menghemat daya. Selain itu, perangkat dapat dikelompokkan dengan banyak perangkat 802.11h lainnya untuk bekerja sama dan berbagi sinyal, mirip dengan jaringan mesh ZigBee. Hal ini memungkinkan jaringan area tetangga (NAN) sekitar 1 KM, sehingga cocok untuk Industrial Internet of Things.

Namun, kemajuan besar tidak hanya terjadi pada Wi-Fi saja; teknologi komunikasi nirkabel lainnya juga telah menguasai bidang khusus, terutama di bidang M2M dan Internet of Things. Beberapa dari teknologi nirkabel ini muncul sebagai akibat dari perlunya perbaikan atas alternatif yang ada selain Bluetooth dan ZigBee, yang awalnya berfokus pada ponsel kelas atas dan perangkat pintar rumahan, di mana daya dan jangkauan terbatas tidak menjadi kendala. Di Internet Industri, terdapat ribuan sensor jarak jauh yang harus ditempatkan di area tanpa listrik dan agak jauh dari titik akses terdekat, sehingga harus mengambil energi atau menggunakan baterai. Hal ini membuat komunikasi radio berdaya rendah menjadi penting, karena mengganti baterai akan menjadi mimpi buruk yang bersifat logistik dan mahal.

Teknologi nirkabel untuk memenuhi kebutuhan spesifik perangkat IoT adalah Thread, Digimesh, WirelessHart, 802.15.4, Low-Power WiFi, LoHoWAN, HaLow, Bluetooth low-power, ZigBee-IP NAN, DASH7, dan banyak lainnya. Namun, bukan hanya teknologi ini saja yang mempercepat inovasi yang mendorong Internet of Things. Kita tidak bisa mengabaikan platform ini, yang secara kebetulan diperkenalkan pada tahun 2007 dengan dirilisnya ponsel pintar pertama, iPhone.

iPhone adalah sistem cyber-fisik seluler yang sempurna dengan kekuatan pemrosesan yang besar. Itu dikemas dengan sensor dan mampu melakukan komunikasi nirkabel dan seluler. Itu dapat menjalankan aplikasi yang kompleks dan berinteraksi dengan perangkat dan lingkungannya melalui layar sentuh besar, yang merupakan HMI (antarmuka mesin manusia)

yang sangat baik. Pentingnya pengenalan ponsel pintar (Android Google segera menyusul) adalah bahwa baik bagi konsumen maupun industri IOT, kini terdapat CPS seluler sempurna yang ada di mana-mana dan sangat dapat diterima. Permasalahannya sebelumnya adalah bagaimana manusia akan mengontrol dan mengelola perangkat IoT secara efektif. Pengenalan smartphone, dan kemudian tablet, memecahkan masalah tersebut, karena kini terdapat solusi CPS seluler untuk dilema HMI.

5.4 MOBILITAS IP

Sekitar tahun 2007, teknologi nirkabel dan telepon pintar mengubah persepsi kita tentang dunia dan cara kita berinteraksi dengan lingkungan. Sebelum tahun 2007, hanya ada sedikit minat terhadap akses Internet seluler melalui perangkat seluler meskipun ponsel kelas atas dan ponsel Blackberry telah mampu menggunakan WAP (Web Access Protocol). Keterbatasan perangkat dan terbatasnya bandwidth nirkabel (2G) membuat hal lain selain email menjadi sebuah tugas. Jaringan seluler/seluler 3G telah ada selama beberapa waktu, namun penyerapannya lambat. Hal ini berubah dengan hadirnya ponsel pintar dan tingginya minat terhadap media sosial, melalui Facebook dan sejenisnya. Tiba-tiba, ada kebutuhan pasar akan akses Internet kapan saja, di mana saja. Orang-orang dapat memeriksa dan memperbarui situs media sosial mereka, mengobrol, dan bahkan mulai menjelajah Internet karena throughput data yang cepat, dikombinasikan dengan perangkat layar sentuh yang lebih besar membuat pengalaman menjelajah dapat ditoleransi. Pada saat itu, kita tidak mengetahui dampak disruptif yang ditimbulkan oleh ponsel pintar dan kemudian tablet terhadap cara kita bekerja dan menjalani hidup.

Sebelum tahun 2007 dan munculnya revolusi ponsel pintar dan seluler, TI mengatur tempat kerja dalam hal teknologi dan perangkat kerja karyawan di bawah bendera keamanan dan lingkungan operasi bersama. Namun, dengan semakin banyaknya ponsel pintar dan tablet milik karyawan yang masuk ke tempat kerja, banyak hal akan berubah. Karyawan bekerja dengan perangkat pribadinya, iPhone, dan ponsel Android yang memiliki kemampuan setidaknya sesuai dengan perangkat kerja yang mereka benci. Hal ini pada akhirnya menyebabkan revolusi di mana karyawan menuntut untuk menggunakan perangkat mereka sendiri dalam melakukan pekerjaan mereka, karena mereka merasa lebih nyaman dengan perangkat, aplikasi, dan perangkat yang mereka miliki 24/7 sehingga mereka dapat bekerja kapan pun dan di mana pun mereka mau. Hal ini disebut sebagai BYOD (bawa perangkat Anda sendiri) dan menjadi inisiatif global di tempat kerja. Demikian pula, mengikuti kesuksesan BYOD, menyimpan data pekerjaan di tempat penyimpanan data pribadi dapat diterima, lagipula tidak ada gunanya bagi karyawan untuk memiliki akses 24/7 ke aplikasi, dan laporan, tetapi tidak data, jadi BYOC (bawa cloud Anda sendiri), meskipun tidak dipublikasikan dengan baik, karena karyawan menyimpan data pekerjaan di penyimpanan cloud pribadi seperti Box dan Amazon, menjadi tersebar luas.

Namun yang terpenting adalah apa yang telah dicapai oleh inisiatif-inisiatif ini. Mereka mengubah cara para eksekutif perusahaan dan perusahaan memandang TI dan praktik kerja karyawan. Konsensus umum yang ada adalah inisiatif-inisiatif ini mendorong keseimbangan

kerja/gaya hidup yang lebih sehat, menciptakan lingkungan yang kondusif bagi inovasi, dan meningkatkan produktivitas.

Terlepas dari manfaat BYOD, yang dilakukannya adalah memperkenalkan mobilitas di tempat kerja sebagai praktik yang dapat diterima. Artinya, TI harus menyediakan data dan layanan kepada karyawan meskipun mereka bekerja di luar batas perusahaan tradisional. Tentu saja, mobilitas IP tidak disukai oleh TI dan keamanan tradisional, namun mereka kalah perang karena inovasi dan produktivitas terdengar lebih keras di C-suite yang disebut keamanan.

Namun, pada saat itu hanya sedikit orang yang mengetahui sifat transformatif dari mobilitas kekayaan intelektual dan bagaimana hal tersebut akan mengubah lanskap tempat kerja secara radikal. Dengan munculnya mobilitas IP, karyawan dapat bekerja di mana saja dan kapan saja, selalu memiliki akses ke data dan aplikasi serta sistem perusahaan melalui VPN (virtual private network). Tentu saja, bagi TI dan keamanan, hal ini merupakan beban yang sangat besar, dan secara logis hal ini menyebabkan penerapan atau outsourcing aplikasi di cloud melalui SaaS (perangkat lunak sebagai layanan).

Jangan salah, ini adalah perubahan radikal dalam pola pikir bisnis. Setelah bertahun-tahun membangun penghalang keamanan dan perbatasan, proses dan prosedur keamanan untuk melindungi data mereka, kini dunia bisnis mengizinkan aliran informasi yang bebas ke Internet. Hal ini terbukti, seperti yang kita ketahui sekarang, sebagai keputusan yang brilian dan SaaS serta layanan cloud kini dianggap sebagai cara yang paling hemat biaya untuk menyediakan perangkat lunak kelas perusahaan dan untuk membangun pusat data dan platform pengembangan UKM.

Mobilitas IP kini dianggap sebagai suatu kebutuhan, mulai dari perangkat lunak hingga sistem telepon yang dihosting di cloud dan tersedia bagi pengguna di mana pun mereka memiliki koneksi Internet. Contoh mobilitas IP adalah karyawan dapat mengakses layanan cloud dan SaaS di mana saja, sehingga bekerja menjadi sangat fleksibel. Sebelumnya dengan perangkat lunak berbasis server lokal, karyawan hanya dapat mengakses aplikasi jika mereka berada dalam batas keamanan perusahaan, misalnya menggunakan alamat IP pribadi, dalam rentang tertentu atau melalui VPN dari koneksi jarak jauh. Namun, kedua metode ini bersifat membatasi dan tidak mendukung kerja fleksibel. Metode pertama berarti berada di kantor secara fisik, dan metode kedua berarti TI harus mengonfigurasi koneksi VPN, yang tidak mereka sukai kecuali ada alasan yang dapat dibenarkan.

Perangkat lunak dan layanan yang dihosting di cloud mengatasi semua hambatan tersebut dengan tersedia melalui Internet dari mana saja. Selain itu, layanan yang dihosting di cloud dapat berintegrasi dengan mudah melalui API dengan aplikasi berbasis cloud lainnya sehingga karyawan dapat membangun rangkaian aplikasi pelengkap yang terintegrasi erat, sehingga menjadikan pengalaman kerja mereka lebih efisien dan produktif.

5.5 VIRTUALISASI FUNGSI JARINGAN (NFV)

Virtualisasi adalah pendorong utama IoT; pemisahan topologi jaringan yang mendasarinya sangat penting dalam membangun jaringan tangkas yang dapat memberikan

persyaratan kinerja tinggi dalam lingkungan industri. Salah satu cara untuk mencapai hal ini adalah melalui desain jaringan yang fleksibel di mana kita dapat menghilangkan komponen-komponen jaringan yang terpusat dan mendistribusikannya ke tempat yang diperlukan sebagai perangkat lunak. Inilah potensi yang ditawarkan NFV untuk Internet Industri, penyederhanaan, pengurangan biaya, dan peningkatan efisiensi jaringan tanpa mengabaikan keamanan.

NFV berkaitan dengan virtualisasi fungsionalitas jaringan, router, firewall, dan penyeimbang beban, misalnya, ke dalam perangkat lunak, yang kemudian dapat diterapkan secara fleksibel di mana pun diperlukan dalam jaringan. Hal ini membuat jaringan menjadi tangkas dan fleksibel, sesuatu yang tidak dimiliki jaringan tradisional namun merupakan persyaratan untuk IIoT. Dengan memvirtualisasikan fungsi-fungsi seperti firewall, filter konten, pengoptimal WAN misalnya dan kemudian menerapkannya pada perangkat keras komoditas siap pakai (COTS), administrator jaringan dapat mengelola, mengganti, menghapus, memecahkan masalah, atau mengonfigurasi fungsi-fungsi tersebut dengan lebih mudah daripada yang mereka bisa. ketika fungsinya dikodekan secara keras ke dalam perangkat keras berpemilik multi-layanan.

Akibatnya, NFV terbukti memberikan keuntungan bagi industri, terutama bagi penyedia layanan Internet, yang dapat mengontrol pasokan layanan atau menolak layanan yang bergantung pada rencana layanan. Misalnya, alih-alih fungsi virtualisasi WAN atau firewall diintegrasikan ke dalam peralatan premis pelanggan (CPE) dan tersedia secara gratis bagi mereka yang mengetahui cara mengonfigurasi CPE penyedia layanan dapat menghosting semua layanan virtual mereka di vCPE.

Di sinilah letak peluangnya NFV memungkinkan penyedia layanan untuk meningkatkan dan menyatukan fungsinya ke dalam katalog layanan dan kemudian menawarkan fitur-fitur baru ini dengan harga premium.

Lebih jauh lagi, NFV mencapai peningkatan dalam penyediaan dan instantiasi layanan dengan memastikan penerapan layanan yang cepat sekaligus mengurangi beban konfigurasi, manajemen, dan pemecahan masalah.

Janji NFV adalah agar IIoT dapat:

- Mewujudkan aliran pendapatan baru
- Mengurangi belanja modal
- Mengurangi pengeluaran operasional
- Mempercepat waktu pemasaran
- Meningkatkan kelincahan dan fleksibilitas

Meningkatkan pendapatan dan mengurangi waktu penyediaan, sekaligus mengurangi beban operasional dan biaya adalah akibat langsung dari NFV. NFV sangat fleksibel karena dapat bekerja secara mandiri tanpa memerlukan SDN atau bahkan lingkungan virtual. Namun untuk memenuhi janjinya, yaitu memperkenalkan aliran pendapatan baru, mengurangi biaya modal dan operasional, mengurangi waktu pemasaran layanan, dan menyediakan solusi perangkat lunak yang tangkas dan fleksibel yang dijalankan pada perangkat keras server komoditas, perusahaan tersebut benar-benar memerlukan kolaborasi dan dukungan. lingkungan virtual.

Untuk mencapai penyediaan dinamis yang tangkas dan penyebaran layanan yang cepat, diperlukan teknik virtualisasi pelengkap yaitu virtualisasi jaringan.

5.6 VIRTUALISASI JARINGAN

Virtualisasi jaringan memberi NFV ketangkasan yang diperlukan untuk keluar dari batasan tepi jaringan dan vCPE; itu benar-benar penting. Virtualisasi jaringan menyediakan overlay yang dijembatani, yang berada di atas jaringan lapisan-2/3 tradisional. Overlay yang dijembatani ini adalah konstruksi terowongan yang menyebar ke seluruh jaringan yang menyediakan jembatan lapisan-2. Terowongan ini adalah arus lalu lintas terpisah yang aman per pengguna atau bahkan per layanan per pengguna. Mereka sebanding dengan VLAN tetapi tidak dibatasi hingga batas 4.096 contoh. Sebaliknya, mereka menggunakan metode enkapsulasi untuk menyalurkan aliran paket lapisan-2 melalui jaringan lapisan-3 tradisional menggunakan protokol WxLAN.

Pentingnya topologi overlay (terowongan) yang dijembatani ini bagi NFV dan IIoT adalah bahwa hal ini tidak hanya menyediakan metode untuk multi-tenancy yang aman melalui terowongan terpisah per pengguna/layanan, namun juga memberikan fleksibilitas jaringan yang nyata.

Artinya secara praktis adalah bahwa hal ini tidak harus menghubungkan firewall fisik atau penyeimbang beban secara inline pada kabel pada titik agregasi tertentu di jaringan. Sebaliknya, ada solusi yang jauh lebih elegan.

Administrator dapat menjalankan, menyalin, dan menerapkan NVF individual ke terowongan pelanggan/layanan tertentu, seolah-olah mereka adalah mesin virtual. Ini berarti terdapat fleksibilitas yang luar biasa dalam penerapan fungsi jaringan pelanggan dan dapat diterapkan di mana saja di terowongan pelanggan. Akibatnya, fungsi jaringan tidak lagi harus berada di perangkat lokasi pelanggan. Memang beberapa fungsi jaringan virtual dapat ditarik kembali ke dalam jaringan untuk ditempatkan di server dalam jaringan penyedia layanan.

Virtualisasi jaringan membawa NFV di dalam jaringan CSP ke server yang mudah diakses dan mudah dikelola, dipecahkan, dan disediakan oleh CSP. Selain itu, karena sebagian besar fungsi dan konfigurasi jaringan dilakukan di dalam Penyedia Layanan POP, tidak banyak lagi truk yang datang ke situs pelanggan. Memusatkan administrasi, konfigurasi, penyediaan, dan pemecahan masalah dalam jaringan penyedia layanan itu sendiri sangat mengurangi biaya operasi dan meningkatkan penyediaan dan penerapan layanan, sehingga memberikan penyampaian layanan yang tangkas dan fleksibel. Salah satu teknologi virtualisasi terakhir yang berperan dalam jaringan berkinerja tinggi yang tidak dapat diabaikan yaitu Software Defined Network (SDN).

5.7 SDN (JARINGAN BUATAN PERANGKAT LUNAK)

Ada banyak perdebatan mengenai hubungan antara NFV dan SDN, namun kenyataannya keduanya merupakan teknologi yang saling melengkapi dan saling melengkapi dengan sempurna. Tujuan SDN adalah untuk mengabstraksi kompleksitas bidang kendali dari bidang penerusan. Artinya adalah menghilangkan pengambilan keputusan logis dari

perangkat jaringan dan hanya menggunakan bidang penerusan perangkat untuk mengirimkan paket. Proses pengambilan keputusan dialihkan ke pengontrol SDN terpusat.

Pengontrol SDN ini berinteraksi dengan router tervirtualisasi melalui API arah selatan (aliran terbuka) dan aplikasi yang lebih tinggi melalui API arah utara. Pengontrol membuat penilaian cerdas pada setiap arus lalu lintas yang melewati router yang dikontrol dan memberi tahu jalur penerusan bagaimana menangani penerusan paket dengan cara yang optimal. Hal ini dapat dilakukan karena, tidak seperti router, ia memiliki pandangan global terhadap seluruh jaringan dan dapat melihat jalur terbaik ke tujuan mana pun tanpa konvergensi jaringan. Namun, fitur lain dari SDN membuatnya sangat cocok dengan IIoT dan itu adalah kemampuannya untuk mengotomatisasi, melalui pengontrol SDN, penyediaan semua terowongan yang melintasi overlay secara real-time dan cepat, yang diperlukan untuk menjembatani layer-2. bekerja.

SDN menghadirkan orkestrasi, yang memungkinkan penyediaan dinamis, otomatisasi, koordinasi, dan pengelolaan elemen fisik dan virtual dalam jaringan. Akibatnya, NFV dan SDN yang bekerja sama dapat menciptakan topologi virtual jaringan IIoT yang dapat mengotomatiskan penyediaan sumber daya dan layanan dalam hitungan menit, bukan bulan.

5.8 APA PERBEDAAN ANTARA SDN DAN NFV?

Tujuan SDN dan NFV adalah untuk mengontrol dan menyederhanakan jaringan; namun mereka melakukannya dengan cara yang berbeda. SDN terutama berkaitan dengan pemisahan kontrol dan bidang data dalam peralatan jaringan berpemilik. Alasan di balik pemisahan jalur penerusan dari jalur kendali adalah bahwa jalur ini melewati protokol perutean internal router yang berjalan dalam logika bidang kendalinya.

Artinya adalah router tidak lagi menjadi budak algoritma OSPF atau EIGRP, yang merupakan mekanisme perutean tradisional yang menentukan jalur terpendek antara satu host perutean ke host perutean lainnya untuk menentukan jalur paling efisien atau terpendek antara node yang berkomunikasi. Algoritme ini dirancang untuk usia yang lebih damai dan anggun. Sebaliknya, pengontrol SDN akan mengambil alih kendali. Ini akan menerima paket pertama di setiap aliran baru melalui OpenFlow API arah selatan dan menentukan jalur terbaik yang diambil paket untuk mencapai tujuan. Hal ini dilakukan dengan menggunakan pandangan globalnya sendiri terhadap jaringan dan algoritme khusus miliknya sendiri.

Jalur terbaik yang diambil pengontrol SDN tidak harus didasarkan pada jalur terpendek seperti kebanyakan protokol perutean konvensional, melainkan pemrogram mungkin mempertimbangkan banyak kendala seperti kemacetan, penundaan, bandwidth karena jalur tersebut dirancang agar dapat diprogram.

5.9 PONSEL PINTAR

Inti dari semua tren terkini dalam IoT dan pembelajaran mesin adalah ponsel pintar, dan setiap hari kita melihat inovasi yang berpusat pada perangkat sebagai pengontrol, dasbor sistem, dan kunci akses keamanan, atau kombinasi dari semuanya. ketiga, yang memungkinkan banyak sekali aplikasi dan alat analitik. Ponsel pintar, karena memiliki adopsi

konsumen dan penetrasi pasar yang besar (pada tingkat lebih dari 90% di negara maju), memungkinkan inovasi IoT. Memang benar, karena masyarakat selalu memegang ponsel pintar, mobile banking dan pembayaran tanpa kartu NFC menjamur.

Contoh pentingnya ponsel pintar bagi inovasi IIoT adalah bahwa ponsel pintar merupakan antarmuka mesin manusia (HMI) yang utama. Pertimbangkan pendekatan inovatif Ford terhadap sistem infotainment dalam mobil untuk melihat bagaimana industri mendekati desain masa depan. Produsen mobil merancang dan membuat mobil untuk pemilik pertama kali bertahan selama 10 tahun; Namun merancang dan membangun bentuk bodi serta mekanisme yang mendasarinya cukup merepotkan tanpa harus mempertimbangkan sistem infotainment, yang kemungkinan akan ketinggalan jaman dalam waktu lima tahun. Solusi yang dibuat oleh Ford dan produsen mobil lainnya adalah dengan menyediakan sistem dasar, tampilan visual, dan sistem suara, yang terintegrasi dengan ponsel pintar melalui koneksi nirkabel atau kabel dan melalui API perangkat lunak. Dengan melakukan hal ini, Ford menghindari masalah sistem infotainment yang sudah ketinggalan jaman sebelum mobil, lagipula sistem infotainment sekarang ada di ponsel pintar pemilik dan peningkatannya bergantung pada peningkatan ponsel. Intinya di sini adalah bahwa hanya melalui barang yang biasa dimiliki, barang yang kemungkinan besar selalu dimiliki oleh pengemudi, maka desain ini dapat dilaksanakan. Ini tidak akan berfungsi misalnya dengan laptop.

Demikian pula, meskipun baru sebuah proyek, Ford sedang mempertimbangkan pengendalian drive-train untuk mobil mereka. Artinya, alih-alih Ford membuat mobil dengan kelas yang sama tetapi dengan varian ekonomis, standar, atau sport, mereka dapat memproduksi satu model, dan pemiliknya dapat mengendalikan drive-trainnya melalui aplikasi ponsel pintar. Oleh karena itu, mobil keluarga dapat menjadi mobil ekonomis yang tenang untuk pergi ke sekolah atau menjadi mobil yang boros bahan bakar berperforma tinggi di akhir pekan, bergantung pada aplikasi ponsel pintar. Prospeknya di sini adalah bahwa mobil tidak akan menjadi barang komoditas tetapi kinerjanya dapat diubah sementara oleh aplikasi ponsel cerdas agar sesuai dengan pengemudi atau keadaan.

Ponsel pintar tampaknya menjadi perangkat HMI pilihan bagi para perancang aplikasi IoT, seperti yang terlihat di sebagian besar aplikasi kendali jarak jauh. Ponsel pintar tentu saja merupakan teknologi yang mendasari IoT konsumen di mana kontrol dan pengelolaan perangkat pintar dilakukan melalui aplikasi ponsel cerdas, bukan melalui interaksi fisik. Namun, hal ini tidak sesederhana kenyamanan atau mengikuti kebiasaan generasi remote control. Ponsel pintar jauh lebih cerdas dibandingkan kendali jarak jauh yang sederhana dan dapat memberikan lebih banyak informasi dan kendali umpan balik.

Ambil contoh, kemampuan IoT pada ponsel pintar. Android atau iPhone modern dilengkapi dengan sensor, termasuk akselerometer, sensor akselerasi linier, magnetometer, barometer, sensor gravitasi, giroskop, sensor cahaya, sensor orientasi, dan lain-lain. Semua sensor ini, selain kemampuan fungsional seperti kamera, mikrofon, komputer, penyimpanan dan jaringan, dapat memberikan input data ke aplikasi IoT dan informasi selanjutnya mengenai lingkungan ponsel dapat diperoleh, disimpan, dianalisis, dan divisualisasikan menggunakan lokal. alat aplikasi streaming.

Ponsel pintar bukan hanya sekedar HMI atau pengendali jarak jauh—tetapi juga merupakan sensor, HMI, dan server aplikasi, serta dapat memberikan fungsi intelijen dan kontrol pada sistem yang sangat canggih, seperti teknologi infotainment dan drive-train. Namun, ponsel pintar hanya akan berada di ujung domain kedekatan dan operasi serta manajemen, karena ponsel pintar belum atau mungkin dalam waktu dekat akan mampu menangani Big Data, pentagram data yang tidak terstruktur dan terstruktur untuk analisis prediktif. Analisis yang lebih mendalam, misalnya analisis prediktif terhadap Big Data dalam jumlah besar, akan tetap dilakukan di cloud, namun yang terpenting, analisis cepat terhadap data dan umpan balik yang penting dan diperlukan secara real-time oleh aplikasi industri akan dilakukan lebih dekat ke sumber dan server lokal berkinerja tinggi saat ini merupakan kandidat yang paling mungkin.

Namun, kemampuan komputasi kognitif yang tertanam dalam ponsel pintar akan semakin maju di tahun-tahun mendatang, memanfaatkan sensor dan data yang dihasilkannya. Algoritme analitik streaming akan memungkinkan analisis aliran data sensor seperti kabut dengan kecepatan memori lokal tanpa bantuan cloud. Hasilnya, ponsel cerdas akan bertindak sebagai prosesor kognitif yang mampu menganalisis dan berinteraksi dengan lingkungannya berkat sensor, aktuator, dan algoritma cerdas yang tertanam.

Contoh Internet Industri ada di bidang ritel. Perangkat pintar dengan aplikasi yang sesuai dapat menentukan lokasi pelanggan di supermarket dan memata-matai apa yang dilihatnya. Hal ini dimungkinkan melalui tag RFID pada produk yang memiliki jangkauan sangat pendek, sehingga ponsel mereka hanya akan mendeteksi produk tersebut langsung di depan pelanggan. Aplikasi ini akan mampu menjelaskan melalui layar atau yang terpenting melalui speaker bagi mereka yang memiliki gangguan penglihatan kepada pengguna tentang apa yang sedang mereka lihat. Misalnya, jenis produk, harga, diskon, dan data kalori atau nutrisi apa pun yang biasanya tertera pada label. Mengetahui lokasi, aktivitas, dan minat pengguna akan memungkinkan layanan berbasis lokasi (LBS), seperti memberikan kupon diskon secara instan.

5.10 AWAN DAN CLOUDCOMPUTING

Komputasi awan mirip dengan banyak teknologi yang telah ada selama beberapa dekade. Ini benar-benar mengemuka, dalam format yang sekarang kita kenal, pada pertengahan tahun 2000an dengan diluncurkannya Amazon Web Services (AWS). AWS diikuti oleh RackSpace, CE Google, dan Microsoft Azure, dan beberapa lainnya. Visi Amazon mengenai cloud adalah penyediaan hiper; seperti halnya mereka membangun pusat data besar dengan kapasitas besar untuk memenuhi kebutuhan skala web mereka. Amazon kemudian mengambil inisiatif bisnis untuk menyewakan kapasitas cadangan kepada bisnis lain, dalam bentuk penyewaan komputasi, dan sumber daya penyimpanan sesuai penggunaan.

Model cloud telah terbukti sangat sukses. Microsoft dan Google mengikuti jejak Amazon, begitu pula beberapa perusahaan lain seperti IBM, HP, dan Oracle. Intinya, komputasi awan masih mengikuti formula awal bayar sesuai penggunaan Amazon, yang menjadikan komputasi awan menarik secara finansial bagi UKM (usaha kecil dan menengah),

karena biaya menjalankan pusat data dan infrastruktur khusus baik TI maupun jaringan dapat membebani. melumpuhkan. Akibatnya, banyak bisnis yang kekurangan uang, misalnya start-up, memilih untuk memindahkan platform pengembangan dan aplikasi mereka ke cloud, karena mereka hanya membayar sumber daya yang mereka gunakan. Ketika start-up ini sukses, dan ada beberapa perusahaan yang sangat sukses, mereka tetap menggunakan cloud karena manfaat finansial yang sama tidak ada pengeluaran modal dan operasional yang besar untuk membangun dan menjalankan pusat data mereka sendiri tetapi juga karena cloud menawarkan lebih banyak.

Untuk memahami mengapa cloud begitu menarik bagi bisnis, lihatlah model bisnis penyedia cloud utama. Amazon AWS, Microsoft Azure, dan Google Cloud mendominasi pasar, dan hal ini tidak mengherankan karena mereka memiliki pusat data dan kekuatan finansial untuk mengoperasikannya. Amazon, yang pertama kali diluncurkan pada tahun 2005, membangun inisiatif awal tersebut untuk membangun layanan cloud mereka dengan layanan dan fitur yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Microsoft dan Google datang belakangan dengan peluncuran penuh sekitar tahun 2010 hingga 2012, meski dengan layanan terbatas. Mereka tidak membuang-buang waktu untuk mengejar ketertinggalan dan keduanya kini memiliki pendapatan besar dari operasi cloud mereka.

Untuk menjelaskan bagaimana cloud dan fog berhubungan dengan Internet Industri, kita perlu melihat layanan yang diberikan oleh penyedia cloud. Secara umum, penyedia cloud secara dinamis berbagi sumber daya mereka yang besar dalam bidang komputasi, penyimpanan, dan jaringan di antara pelanggan mereka. Pelanggan membayar sumber daya yang mereka gunakan setiap 10 menit atau setiap jam, bergantung pada penyedia, dan tidak ada yang lain. Penyiapan dan konfigurasi dilakukan secara otomatis dan sumber daya bersifat elastis. Artinya, Anda meminta tingkat komputasi dan penyimpanan, lalu menemukan bahwa permintaan jauh melebihi tingkat tersebut. Cloud akan diperluas untuk mengakomodasi permintaan tanpa interaksi pelanggan; cloud akan mengelola permintaan secara dinamis dengan mengalokasikan lebih banyak sumber daya.

Ada tiga kategori layanan IaaS (Infrastruktur sebagai Layanan), PaaS (Platform sebagai Layanan), dan SaaS (Perangkat Lunak sebagai Layanan). Setiap kategori menentukan serangkaian layanan yang tersedia bagi pelanggan, dan ini adalah kunci dari cloud semuanya ditawarkan sebagai layanan. Hal ini didasarkan pada SOA (arsitektur berorientasi layanan) sebelumnya, di mana layanan web digunakan untuk mengakses fungsi aplikasi. Demikian pula, operator cloud menggunakan layanan web untuk mengekspos fitur dan produk mereka sebagai layanan.

- ❖ **IaaS** (Infrastruktur sebagai Layanan)—produk dasar AWS pada tahun 2005 dan menawarkan kelebihan infrastrukturnya untuk disewakan kepada perusahaan. Daripada membeli perangkat keras dan membangun ruang server atau pusat data, UKM dapat menyewa komputasi, penyimpanan, dan jaringan dari Amazon, untungnya mereka hanya membayar sesuai penggunaan.

- ❖ **PaaS** (Platform as a Service)—Muncul ketika Microsoft dan pihak lain menyadari bahwa pengembang tidak hanya memerlukan infrastruktur tetapi juga akses ke bahasa pengembangan perangkat lunak, perpustakaan, API, dan layanan mikro untuk membangun aplikasi berbasis Windows. Google juga menyediakan PaaS untuk mendukung banyak aplikasi lokal seperti Android dan Google Apps.
- ❖ **SaaS** (Software as a Service)—Pendahulu cloud dalam bentuk aplikasi berbasis web seperti Salesforce.com, yang diluncurkan pada tahun 1999. SaaS adalah cara baru untuk mengakses perangkat lunak, alih-alih mengakses server pribadi lokal yang menampung salinan aplikasi, pengguna menggunakan browser web untuk mengakses aplikasi bersama berbasis server web. SaaS lambat diterima hingga pertengahan tahun 2000an, ketika akses Internet broadband dipercepat, sehingga memungkinkan kinerja aplikasi yang andal.

Dalam konteks Internet Industri, cloud menawarkan infrastruktur yang terjangkau dan terukur melalui IaaS. Hal ini juga memberikan elastisitas karena sumber daya dapat ditingkatkan sesuai permintaan; oleh karena itu tidak perlu menyediakan infrastruktur dan jaringan secara berlebihan, dengan cloud Anda dapat melampaui penggunaan rata-rata, karena cloud bersifat elastis; ia menetapkan sumber daya sesuai kebutuhan, meskipun dengan harga tertentu. Demikian pula, penyedia cloud menawarkan penyimpanan virtual dan persisten, yang juga dapat diskalakan sesuai permintaan. Hal ini merupakan nilai jual utama bagi penerapan cloud versus pusat data karena persyaratan perencanaan kapasitas untuk penyimpanan data di Internet industri bisa sangat besar.

Misalnya, mesin jet sebuah pesawat menghasilkan terabyte data per penerbangan, yang disimpan di dalam pesawat dan dikirim ke cloud setelah pesawat mendarat, dan itu hanya satu pesawat. Oleh karena itu, memiliki fasilitas komputasi dan penyimpanan yang elastis sesuai permintaan namun hanya membayar sumber daya yang digunakan sangatlah menarik secara finansial bagi perusahaan rintisan, bahkan perusahaan besar yang kaya akan uang. Selain itu, PaaS memberikan insentif besar bagi IIoT, karena penyedia cloud dapat menyediakan lingkungan pengembangan dan alat untuk mempercepat pengembangan dan pengujian aplikasi. Misalnya, Microsoft Azure menyediakan dukungan untuk aplikasi .NET dan Google menyediakan alat untuk mendukung aplikasi internalnya seperti alat Big Data dan pemrosesan aliran waktu nyata. Dari perspektif jaringan, penyedia cloud utama, Amazon, Microsoft, dan Google berpotensi menyediakan jutaan koneksi bersamaan, dan Google menjalankan jaringan serat optiknya sendiri, termasuk kabel bawah lautnya sendiri.

Cloud merupakan pendukung besar bagi Internet Industri karena menyediakan infrastruktur dan kinerja yang dibutuhkan industri, namun pada saat yang sama juga menarik secara finansial. Namun, ada satu masalah kecil. Latensi, yaitu waktu yang diperlukan untuk mengirimkan data dari perangkat dan kemudian diproses di cloud, seringkali tidak dapat diterima. Dalam kebanyakan kasus, hal ini tidak menjadi masalah karena data dapat dianalisis secara streaming saat memasuki cloud dan kemudian disimpan untuk analisis Big Data yang lebih menyeluruh di kemudian hari. Namun ada beberapa kasus penggunaan industri yang memerlukan waktu nyata, misalnya di bidang manufaktur. Dalam beberapa kasus, jika bukan

sebagian besar, dalam bidang manufaktur, skenario cloud publik tidak dapat diterima, jadi apa alternatifnya?

- **Private cloud**—Infrastruktur internal atau eksternal yang dikelola sendiri atau dikelola oleh pihak ketiga, namun dengan penyewaan tunggal yang tidak dapat diakses oleh pelanggan lain.
- **Cloud publik**—Komunitas yang berbagi semua sumber daya berdasarkan model per penggunaan; sumber daya dipasok sesuai permintaan dan terukur. Ini adalah model multi-tenancy dengan sumber daya bersama, seperti penyimpanan dan jaringan; namun, ID penyewa mencegah pelanggan melihat atau mengakses data pelanggan lain.
- **Cloud hibrid**—Kombinasi cloud privat dan publik, yang umum terjadi karena alasan keamanan dan kekhawatiran terhadap data sensitif. Misalnya, sebuah perusahaan mungkin menyimpan datanya yang sangat sensitif di cloud pusat data internal pribadi dan memiliki aplikasi lain di AWS.
- **Multi-cloud**—Misalnya, sebuah perusahaan mungkin memiliki aplikasi di AWS dan pengembang yang bekerja pada Windows di Azure dengan pengembang Android menggunakan Google Cloud, dan aplikasi TI lainnya yang disimpan di cloud publik lainnya.

Kemungkinan besar dalam konteks Internet Industri bahwa private cloud akan lebih menarik karena bersifat pribadi, meskipun masih menyisakan dilema latensi, jitter, dan packet loss jika private cloud ada di Internet. Alternatif cloud pribadi yang dihosting secara internal juga penuh dengan kesulitan. Untuk menghosting cloud pribadi memerlukan salah satu dari tiga metode menghosting cloud pada infrastruktur yang ada dan mengelolanya sendiri, menghosting cloud pada infrastruktur yang ada dan melakukan outsourcing pengelolaannya kepada pihak ketiga, atau mengalihdayakan pengelolaan cloud ke pihak ketiga di Internet.

Ada cara keempat yaitu menggunakan software open source. OpenStack dapat diunduh dan diinstal meskipun membutuhkan keterampilan dan kesabaran. Hal ini tidak direkomendasikan kecuali jika ada keterampilan cloud internal dan pemahaman mendalam tentang persyaratan aplikasi setiap unit bisnis. Ingat, dengan menyiapkan cloud pribadi pada infrastruktur internal, efeknya adalah memvirtualisasikan dan berbagi semua sumber daya. Aplikasi HR tidak akan lagi berjalan dengan baik dalam isolasi yang bagus di server khusus mereka, dan hal yang sama berlaku untuk server ERP manufaktur dan layanan pelanggan, CRM, dan VoIP. Namun apa yang terjadi jika Anda mulai membagikan semua sumber daya?

Selain itu, penerapan private cloud akan memakan biaya, waktu, dan berpotensi tidak aman jika diterapkan dengan tekun. Jadi apa alternatif untuk aplikasi industri yang memerlukan latensi rendah dan kinerja deterministik?

Cloud

Sistem cloud umumnya terletak di Internet, yang merupakan jaringan besar perangkat jaringan yang tidak diketahui dengan berbagai kecepatan, teknologi, dan topologi yang tidak berada di bawah kendali langsung. Akibatnya, lalu lintas dapat dirutekan melalui jaringan

tetapi tanpa pengukuran kualitas layanan yang diterapkan, karena QoS harus ditentukan pada setiap lompatan perjalanan. Ada juga masalah keamanan karena data melintasi banyak router sistem otonom di sepanjang jalurnya, dan risiko terganggunya kerahasiaan dan integritas semakin meningkat jika semakin jauh tujuan dari sumber data.

Data IIoT sangat sensitif terhadap latensi dan memerlukan dukungan mobilitas selain kesadaran lokasi. Namun, IIoT mendapat manfaat dari model cloud, yang menangani penyimpanan data, komputasi, dan kebutuhan jaringan secara dinamis selain menyediakan analisis Big Data berbasis cloud dan analisis streaming data real-time. Jadi bagaimana kita bisa membuat kedua persyaratan tersebut hidup berdampingan?

Jawabannya adalah dengan menggunakan cloud .Cloud adalah istilah yang pertama kali diciptakan oleh Cisco untuk menggambarkan infrastruktur cloud yang terletak dekat dengan tepi jaringan. Cloud pada dasarnya memperluas cloud hingga ke perangkat edge, dan mirip dengan cloud, cloud memberikan layanan seperti komputasi, penyimpanan, jaringan, dan pengiriman aplikasi. Kabut berbeda dari awan karena terletak dekat dengan tepi batas jaringan proximity, biasanya terhubung ke router tepi penyedia layanan. Jaringan cloud akan terhubung ke router tepi penyedia layanan, sehingga mengurangi latensi dan meningkatkan QoS.

Penerapan kabut memiliki beberapa keunggulan dibandingkan penerapan cloud, seperti latensi rendah, jitter sangat rendah, klien dan server hanya berjarak satu hop, QoS dan keamanan yang dapat ditentukan, serta mendukung kesadaran lokasi mobilitas dan akses nirkabel. Selain itu, kabut tidak bekerja di lokasi cloud terpusat, namun didistribusikan ke seluruh edge jaringan, sehingga mengurangi latensi dan kebutuhan bandwidth karena data tidak dikumpulkan melalui satu saluran cloud tetapi didistribusikan ke banyak node edge. Demikian pula, kabut menghindari waktu respons yang lambat dan penundaan dengan mendistribusikan beban kerja ke beberapa server node tepi, bukan ke beberapa server cloud terpusat.

Beberapa contoh komputasi kabut dalam konteks IIoT adalah:

- Jaringan kabut cocok untuk kasus penggunaan kendaraan yang terhubung dengan IIoT, karena mobil yang terhubung memiliki beragam metode koneksi nirkabel seperti titik akses mobil-2-mobil, mobil-2, yang dapat menggunakan Wi-Fi, Komunikasi 3g/4G tetapi memerlukan respons latensi rendah. Bersamaan dengan SDN, konsep jaringan kabut dapat mengatasi masalah yang belum terselesaikan pada jaringan kendaraan seperti latensi panjang, koneksi tidak teratur, dan kehilangan paket yang tinggi dengan melengkapi komunikasi kendaraan-kendaraan dengan komunikasi kendaraan-infrastruktur dan pada akhirnya kontrol terpadu.
- Komputasi kabut mengatasi banyak masalah serius yang dihadapi komputasi awan terkait latensi jaringan dan kemacetan melalui Internet; namun, ia tidak dapat sepenuhnya menggantikan komputasi awan yang akan selalu mendapat tempat karena kemampuannya menyimpan Big Data dan melakukan analisis pada data dalam jumlah

besar. Karena analitik Big Data adalah bagian utama dari IIoT dan kemudian cloud, komputasi juga akan tetap sangat relevan dengan keseluruhan arsitektur.

Data Besar dan Analisis

Big Data menggambarkan data yang terlalu besar untuk dikelola oleh database tradisional dan alat pemrosesan. Struktur data yang besar ini dapat dan biasanya terdiri dari kombinasi data terstruktur dan tidak terstruktur dari berbagai sumber seperti teks, formulir, blog web, komentar, video, foto, telemetri, jejak GPS, obrolan IM, umpan berita, dan sebagainya. Daftarnya hampir tidak ada habisnya. Masalahnya dengan struktur data yang beragam ini adalah bahwa mereka sangat sulit untuk digabungkan atau dianalisis dalam database struktural tradisional. Namun perusahaan perlu menganalisis data dari semua sumber untuk mendapatkan manfaat dari IIoT, karena pengetahuan seperti tren pelanggan dan data efisiensi operasional dapat disaring dari semua jenis data.

Namun, dalam IIoT, kekhawatirannya adalah menangani data tidak terstruktur dalam jumlah besar serta data sensor M2M dari ribuan perangkat atau lebih. Oleh karena itu, untuk mendapatkan nilai dari data tersebut harus ada alternatif cara untuk menangani dan mengelolanya. Perusahaan seperti Walmart dan Google telah memproses Big Data selama bertahun-tahun dan menggali korelasi tersembunyi yang berharga dari data tersebut, namun hal ini dilakukan dengan biaya besar dan dengan beragam teknologi server dan penyimpanan. Namun, mereka tidak diragukan lagi telah berhasil dalam menangani dan menganalisis semua data yang dapat mereka ambil dari operasi mereka. Internet Industri akan memerlukan pendekatan serupa karena data dari ribuan sensor akan memerlukan pengelolaan dan pemrosesan untuk mendapatkan wawasan yang berharga.

Dalam industri, khususnya di bidang manufaktur, layanan kesehatan, jaringan listrik, dan ritel, penanganan dan pengelolaan data sensor dalam jumlah besar bukanlah hal baru, mereka telah mengelola produksi atau layanan seperti ini selama bertahun-tahun. Misalnya dalam produksi, sensor mendeteksi suatu peristiwa dan mengirimkan sinyal yang sesuai ke sejarawan operasional, yang merupakan database yang mencatat dan menyimpan data yang berasal dari sensor. Penyimpanan data dioptimalkan untuk melakukan analisis yang bergantung pada waktu pada data yang disimpan dengan mengajukan pertanyaan seperti, bagaimana produksi jam ini menyimpang dari biasanya? Sistem basis data ini mengelola hal ini melalui perangkat lunak pelengkap yang dirancang untuk menyediakan pelaporan dan mendeteksi tren dan korelasi.

Teknologi mampu mengumpulkan data sensor dari ratusan jenis sensor dan dikembangkan untuk bertahan hidup di lingkungan yang tidak bersahabat dan untuk menyimpan data jika database tidak tersedia. Ini adalah metode yang sudah lama digunakan untuk menangani data server, jadi bagaimana hal ini akan berubah di Internet Industri?

Kemajuan terkini dalam miniaturisasi sensor dan teknologi radio nirkabel telah menciptakan lonjakan besar dalam penerapan sensor, dan akibatnya pada data sensor. Kemajuan ini mengarah pada diperkenalkannya sistem mikro-elektromekanik (MEM). Sensor kini cukup kecil untuk digunakan di mana saja dan dapat berkomunikasi melalui teknologi

nirkabel. Hal ini mengakibatkan ledakan data yang berpindah dari sensor ke sistem dan terkadang kembali lagi, jauh melampaui tingkat yang terjadi beberapa tahun lalu. Kini IIoT dipandang sebagai kontributor utama Big Data dan oleh karena itu memerlukan teknologi modern untuk menangani kumpulan data besar yang berisi data tidak terstruktur dan kotor.

Untungnya, untuk industri, layanan cloud tersedia untuk mengelola Big Data, dengan penyimpanan on-demand tanpa batas dan teknologi sumber terbuka seperti Hadoop, yang merupakan sistem penyimpanan data terdistribusi berbasis cloud open source yang dioptimalkan untuk menangani data tidak terstruktur dan terstruktur. Demikian pula, ada alat analisis seperti MapReduce, yang dikembangkan oleh Google untuk indeks pencarian webnya. Hadoop menggunakan sistem file HDFS-nya sendiri dan bekerja dengan menugaskan potongan data ke setiap server dalam sistem penyimpanan terdistribusinya. Hadoop kemudian melakukan operasi MapReduce sebelum mengambil hasilnya kembali ke HDFS. Metode ini sangat bagus untuk analisis pekerjaan batch; namun, banyak kasus penggunaan IIoT memerlukan analisis real-time atau mendekati real-time yang cepat pada data saat sedang dalam proses. Oleh karena itu, mengetahui teknologi mana yang dibutuhkan bergantung pada jenis Big Data, yang dapat memiliki beberapa karakteristik yang disebut dengan empat Vs. Masing-masing akan dibahas selanjutnya.

Volume

Kemampuan untuk menganalisis data dalam jumlah besar adalah tujuan utama dari Big Data. Misalnya, semakin besar kumpulan data, semakin kita dapat mempercayai perkiraannya. Analisis pada kumpulan 500 faktor lebih dapat dipercaya daripada kumpulan 10 faktor.

Kecepatan

Kecepatan berkaitan dengan kecepatan data masuk ke sistem dan seberapa cepat data tersebut memerlukan analisis. Beberapa data, seperti sensor M2M, memerlukan analisis dalam penerbangan atau dalam memori; data lain dapat disimpan dan kemudian dianalisis satu kali di Hadoop. Contoh penggunaan jangka panjang untuk analisis kecepatan tinggi adalah data pasar saham dan keuangan. Lembaga keuangan dan bank telah menganalisis jenis data ini dengan cepat, bahkan sampai menggunakan kabel bawah laut pribadi antara bursa di London dan New York untuk menghemat waktu penanganan Big Data berkecepatan tinggi yang berharga ini.

Kecepatan data dalam konteks IIoT, atau yang dikenal dengan streaming data, memerlukan penanganan dan analisis secara real-time atau mendekati real-time. Kendala ini memberi tekanan tambahan pada sistem penyimpanan dan penanganan data. Masalahnya adalah cara kerja Internet Industri; perangkat mengirim data sensor kembali ke domain operasi dan manajemen untuk diproses. Sekarang data biasanya dikirim untuk menunjukkan perubahan status dengan entitas atau kondisi yang dipantau, dan perangkat pengirim mungkin mengharapkan respons.

Metode umpan balik kontrol ini sangat umum di industri dan sistem yang memproses data harus mampu menangani aliran data yang datang dari sensor perangkat, memproses data dalam penerbangan (dalam memori), dan mengidentifikasi serta mengekstrak data yang

diperlukan. , sebelum dapat mengambil tindakan yang tepat. Misalnya, sebuah sensor pada motor berkecepatan tinggi di dalam mesin sentrifugal mengirimkan data bahwa ia telah mendeteksi suhu berbahaya, dan secara bersamaan sensor lain yang memantau motor melaporkan kinerja dan getaran yang tidak menentu. Sistem ingin mengetahui hal ini dengan segera, bukan sebagai hasil pekerjaan batch, namun secara real time, sehingga sistem dapat bereaksi dan mengirimkan sinyal umpan balik untuk mematikan motor yang salah.

Variasi

Karakteristik lain dari Big Data adalah bahwa ia biasanya berantakan dan berasal dari berbagai sumber, seperti umpan sensor mentah atau API layanan web yang tidak sesuai dengan struktur relasional yang terorganisir, oleh karena itu diperlukan database NoSQL. Penggunaan umum pemrosesan Big Data adalah mengekstrak makna dari data tidak terstruktur sehingga dapat dimasukkan sebagai data struktural ke dalam aplikasi dan hal ini memerlukan pembersihannya. Data sensor terkenal kotor karena stempel waktu sering kali hilang atau hilang dalam komunikasi dan oleh karena itu memerlukan banyak pembenahan sebelum diproses.

Contoh dari wawasan real-time mengenai penanganan data sensor Big Data dapat ditemukan di proyek Smart City. Misalnya, jika sistem pemantauan lalu lintas mendeteksi kemacetan atau kecelakaan dari sensor pinggir jalan, sistem tersebut dapat secara instan mengirimkan umpan balik kontrol untuk mengubah lampu lalu lintas, sehingga memperlancar arus lalu lintas untuk mengurangi kemacetan.

Kebenaran

Masalah dengan Big Data muncul ketika kita melakukan lebih dari sekadar mengumpulkan dan menyimpan data dalam jumlah besar dan menganalisis penyimpanan data menggunakan 3 V dan mempertimbangkan apakah data tersebut benar adanya.

Masalahnya adalah data tidak hanya kotor atau tidak dapat diandalkan, namun bisa juga palsu. Misalnya, Anda mengumpulkan data dari berbagai sumber sensor bodoh. Anda mengumpulkan data ini dan mengubahnya menjadi informasi, dengan dasar bahwa data mengarah pada informasi yang mengarah pada pengetahuan. Jika data awalnya tidak berharga, maka hasilnya juga akan sama (sampah masuk, sampah keluar, seperti yang mereka katakan).

Nilai

Karena tidak semua data sama, maka penting untuk memutuskan data apa yang akan dikumpulkan dan dianalisis. Misalnya, sudah menjadi praktik populer di industri dan perusahaan untuk mengumpulkan segala sesuatu, bahkan ide Big Data adalah menyimpan segala sesuatu dan tidak membuang apa pun! Masalahnya di sini adalah data hanya bernilai jika Anda dapat menentukan relevansinya dengan nilai bisnis. Lagi pula, memiliki kumpulan nilai Big Data tidak berarti apa-apa kecuali analisis data ilmiah telah memprogram perangkat lunak untuk mengambil nilai dari kumpulan nilai tersebut. Anda harus tahu apa yang Anda cari. Big Data tidak akan menghasilkan korelasi dan tren kecuali algoritmanya telah diprogram untuk mencari hal-hal tersebut.

Visibilitas

Memvisualisasikan data sangat penting karena memungkinkan orang memahami tren dan korelasi dengan lebih baik. Perangkat lunak visualisasi dapat menyajikan data dalam berbagai format, seperti dasbor dan spreadsheet atau melalui laporan grafis. Apapun cara penyajiannya, data akan tetap divisualisasikan dalam format yang dapat dibaca manusia sehingga lebih mudah untuk dipahami.

Namun, terkadang visibilitas berarti berbagi data di antara mitra dan kolaborator, dan hal ini merupakan hal yang baik dan berpotensi membahayakan. Dalam konteks Internet Industri, akan menjadi hal yang aneh jika menawarkan informasi kepada calon pesaing, karena hal itu dapat menyebabkan pihak lain mencuri data yang sangat sensitif. Misalnya saja mesin Bubut di sebuah pabrik akan diprogram dengan template desain yang menentukan desain dan produksi suatu produk tertentu. Membiarkan informasi tersebut bocor ke Internet dapat berakibat buruk bagi perusahaan. Katakanlah Anda mengontrak perusahaan luar negeri untuk memproduksi satu juta kaos. Sekarang setelah mereka memiliki templatnya, apa yang menghentikan mereka untuk mengeluarkan 2 juta tambahan untuk dijual di pasar gelap?

Hal penting tentang Big Data adalah dibutuhkan kecerdasan yang sangat besar untuk menyaring nilai bisnis darinya. Membuat data lake tidak secara otomatis memfasilitasi intelijen bisnis. Jika Anda tidak mengetahui pertanyaan yang benar untuk ditanyakan mengenai data, bagaimana Anda dapat mengharapkan jawaban yang masuk akal? Di sinilah kita harus memahami bagaimana atau apakah mesin berpikir dan berkolaborasi.

5.11 PEMBELAJARAN M2M DAN KECERDASAN BUATAN

Big Data memberdayakan pembelajaran M2M dan kecerdasan buatan, semakin besar kumpulan datanya, semakin dapat dipercaya perkiraannya atau begitulah yang terlihat. Pembelajaran M2M sangatlah penting dan terkadang sangat sederhana, misalnya saja ujian pilihan ganda. Katakanlah ujian ingin mengetahui tingkat pengetahuan siswa, sehingga dapat mengajukan pertanyaan secara acak, dapat dikategorikan sulit, sedang, atau mudah. Jika siswa menjawab salah, program mungkin akan menanyakan pertanyaan lain tentang mata pelajaran yang sama pada tingkat yang berbeda. Tujuannya bukan untuk mengecewakan siswa tetapi untuk menemukan pemahaman siswa tentang topik tersebut. Ini secara sederhana disebut pembelajaran mesin.

Jika kita bertanya kepada Google dengan kekuatan komputasinya yang luas untuk mencari masukan yang tidak masuk akal, apakah kita akan mengharapkan jawaban yang masuk akal? Kemungkinan besar hasilnya adalah tidak. Selain itu, di sinilah letak masalahnya, meskipun perusahaan mengumpulkan dan mengumpulkan data dalam jumlah besar dan membangun kumpulan data yang berisi data tidak terstruktur, bagaimana mereka menganalisis data ini untuk mengekstrak informasi berharga?

Jawabannya adalah saat ini mereka tidak bisa, namun mereka bisa mengumpulkan data dalam jumlah besar dan menyimpannya di fasilitas penyimpanan data terdistribusi seperti cloud, dan bahkan memanfaatkan perangkat lunak analitik canggih untuk mencoba menentukan tren dan korelasi. Namun, kami belum bisa mencapai prestasi tersebut saat ini, karena kami tidak mengetahui pertanyaan yang tepat untuk diajukan terhadap data. Yang kita

perlu adalah ilmuwan data, orang-orang yang ahli dalam memahami dan menelusuri sejumlah besar data tidak terstruktur untuk mencari makna dan keteraturan, untuk membedakan pola-pola yang pada akhirnya akan memberikan nilai.

Ilmuwan data dapat menggunakan keahlian mereka dalam analisis data untuk menentukan pola dalam data, yang merupakan inti dari komunikasi dan pemahaman M2M, sekaligus mengajukan pertanyaan relevan yang mendapatkan nilai sebenarnya dari data yang akan memberdayakan strategi bisnis.

Lagipula, kekayaan data yang tidak terstruktur sebuah data lake tidak berarti apa-apa kecuali Anda dapat merumuskan pertanyaan yang tepat untuk menginterogasi sumber data yang sangat besar tersebut guna mengungkap korelasi tersembunyi dari informasi potensial yang menambah nilai pada rencana strategis perusahaan.

Oleh karena itu, ilmuwan data telah menjadi profesional berketerampilan yang paling banyak dicari dalam bisnis ini. Internet Industri tidak akan ada tanpa Big Data dan analisis cerdas terhadap data yang dikirimkan, dan hal ini memerlukan staf terampil yang memahami data, algoritme, dan bisnis.

Namun, dengan mengesampingkan rasa takut terhadap robot dan mesin cerdas yang berbahaya, kita dapat melihat dengan jelas bahwa bahkan saat ini, kita memiliki Big Data dan analisis yang memungkinkan AI dan memberikan nilai bisnis. Misalnya, sistem IIoT mendengarkan sensor yang dapat berinteraksi dengan lingkungannya dan dapat merasakan serta bereaksi lebih cepat dibandingkan manusia. Sensor-sensor ini adalah mata, telinga, hidung, dan jari kita di dunia industri yang memungkinkan kita merespons lingkungan secara proaktif dan reaktif.

Manfaat besarnya adalah menambahkan komunikasi M2M dengan analitik real-time akan menciptakan sistem komputasi kognitif yang mampu mendeteksi atau memprediksi kelemahan, kegagalan, atau anomali dalam sistem yang tidak dapat dideteksi oleh operator manusia. Ada berbagai jenis pembelajaran mesin atau kecerdasan buatan yang definisinya selalu berubah. Misalnya, ada tiga klasifikasi umum kecerdasan buatan, pendekatan AI klasik, jaringan neuron sederhana, dan jaringan neuron jaringan biologis. Masing-masing mempunyai ciri khas tersendiri.

Pertimbangkan pendekatan AI klasik yang telah berlangsung sejak tahun 1960an; Anda dapat mengidentifikasi pendekatan ilmiah adalah dengan mengidentifikasi kecerdasan yang mudah ditemukan manusia. Misalnya, AI klasik berupaya menemukan cara agar mesin dapat meniru kemampuan manusia dalam hal pengenalan suara, wajah, dan teks. Pendekatan ini memberikan hasil yang cukup beragam, dan ucapan serta teks jauh lebih berhasil dibandingkan pengenalan wajah, terutama jika dibandingkan dengan kinerja manusia. Masalah dengan pendekatan AI klasik adalah kinerja mesin harus dinilai dan dikoreksi oleh pengajar manusia agar mesin dapat mengetahui mana yang benar dan mana yang tidak.

Pendekatan alternatif, sekali lagi dari tahun 60an dan 70an, memutuskan pada jaringan saraf, yang meniru cara kerja otak manusia. Dalam skenario ini, mesin belajar tanpa campur tangan manusia; itu hanya memahami data menggunakan algoritma yang kompleks. Masalahnya adalah hal ini memerlukan mesin untuk memproses data dalam jumlah besar dan

mencari pola, dan hal ini tidak selalu tersedia pada saat itu. Kami kemudian menemukan bahwa jaringan neuron sederhana kurang tepat karena tidak bisa dibandingkan dengan jaringan neuron sebenarnya. Faktanya, sekarang ini disebut pembelajaran mendalam, dan cocok untuk analisis kumpulan data statis yang besar.

Alternatifnya adalah jaringan saraf biologis, yang memperluas tema saraf dan membawanya beberapa langkah lebih jauh. Dengan model AI ini, jaringan saraf biologis sebenarnya mencoba meniru cara otak belajar, menggunakan apa yang disebut representasi terdistribusi secara berkala. Jaringan saraf biologis juga mempertimbangkan bahwa memori adalah bagian besar dari kecerdasan dan pada dasarnya merupakan rangkaian pola. Selain itu, pembelajaran berbasis perilaku dan harus berkesinambungan.

Awalnya kita mungkin berpikir baik-baik, lalu bagaimana, sampai kita melihat bagaimana setiap model digunakan:

- **AI Klasik**—Model ini masih digunakan karena sangat efisien dalam menjawab pertanyaan, seperti Watson dari IBM dan Siri dari Apple.
- **Jaringan neural**—Penambangan data dalam kumpulan data statis berukuran besar dengan fokus pada klasifikasi dan pengenalan pola.
- **Jaringan saraf biologis**—Jaringan syaraf biologis—biasanya memiliki banyak kegunaan pada perangkat keamanan yang bertugas mendeteksi perilaku yang tidak seperti biasanya, karena kekuatannya terletak pada prediksi, deteksi anomali, dan klasifikasi.

Cara kerjanya adalah masing-masing pihak akan mengambil pendekatan yang berbeda dalam memecahkan suatu masalah, katakanlah misalnya, akses file yang tidak tepat di jaringan departemen keuangan. Dalam skenario ini, AI klasik akan melaporkan berdasarkan aturan yang dikonfigurasi oleh administrator, siapa yang tidak boleh mengakses dan siapa yang boleh mengakses, serta melaporkan setiap upaya pelanggaran. Sekarang hal tersebut berfungsi dengan baik jika bersifat hitam putih, ada yang mempunyai akses dan ada yang tidak, tapi bagaimana jika ada orang yang memerlukan akses tetapi tidak setiap hari?

Di sinilah jaringan saraf dapat memainkan perannya dalam melihat sejumlah besar data historis dan menentukan seberapa sering jaringan tersebut diakses, seberapa sering, untuk berapa lama dan kapan, apakah setiap hari, minggu, atau hanya bulanan. Jaringan saraf biologis membawanya selangkah lebih maju; itu tidak hanya membangun profil untuk jaringan, tetapi juga membangun profil untuk setiap perilaku pengguna saat mengakses sumber daya jaringan. Kemudian dapat memberikan gambaran tentang perilaku setiap pengguna dan menentukan anomali dalam perilaku mereka.

Kita harus selalu mempertimbangkan kecerdasan buatan tidak selalu merupakan tujuan yang diinginkan dan pembelajaran mesin pada akhirnya tidak produktif. Manusia adalah mesin yang menakjubkan, mampu belajar dan beradaptasi dengan persyaratan dan lingkungan kerja yang terkadang tidak bersahabat dan kompleks. Misalnya, manusia belajar dan diajarkan keterampilan jauh lebih mudah dan murah dibandingkan mengganti peralatan robot atau CPS yang sangat mahal di lini produksi. Manusia juga sangat mampu melakukan pekerjaan yang presisi dan rumit, sesuatu yang sulit dilakukan oleh robot. Manusia juga mempunyai otak, ketangkasan, kekuatan, dan komitmen yang luar biasa terhadap teman kerja

dan keluarga, sayangnya manusia mempunyai kepribadian, mudah bosan, dan mempunyai ego yang tidak mungkin bisa ditandingi oleh komputer. Oleh karena itu, tugas yang berulang dan membosankan lebih cocok untuk robot. Lagipula manusia, betapapun cemerlangnya mesin, tidak dirancang untuk berdiri di jalur produksi sepanjang hari melakukan pekerjaan membosankan yang berulang-ulang. Kita mempunyai kelemahan yang menjadikan kita manusia dan hal ini mungkin akan menguntungkan robot dalam pasar kerja di masa depan.

5.12 REALITAS TERTAMBAH

Augmented reality (AR), meskipun masih dalam tahap awal, cukup membangkitkan minat terhadap lingkungan IIoT. Meskipun AR merupakan sesuatu yang baru, namun hal ini telah diselidiki sebagai teknologi futuristik beberapa dekade yang lalu dan meskipun terdapat potensi yang jelas, pengembangan AR masih terpinggirkan karena kurangnya teknologi yang saling melengkapi. Namun, dalam beberapa tahun terakhir minat terhadap AR telah bangkit kembali karena semua teknologi pelengkap kini menjadi kenyataan dan dalam banyak kasus berkembang pesat. Teknologi seperti pelindung AR, kacamata, dan headset kini sudah dalam tahap produksi, dan meskipun masih mahal dari sudut pandang konsumen, teknologi tersebut realistis untuk industri bergantung pada ROI (laba atas investasi) dari kasus penggunaan.

Namun, AR tidak melulu tentang kacamata atau tampilan visual; bisa saja itu adalah ponsel pintar dan juga tentang data. Lagipula AR hanya sebaik bayangan informasi yang menyertai objek yang Anda lihat. Bayangan informasi adalah data yang berhubungan dengan objek yang Anda lihat, Anda dapat menatap dinding rumah Anda sesuka Anda dan Anda tidak akan melihat pipa dan kabel atau apa pun yang lain. Agar AR berfungsi, objek yang Anda pelajari memerlukan diagram CAD 3D terkait yang disimpan baik secara lokal jika perangkat AR seperti tablet atau headset AR dapat mendukung file besar atau dari jarak jauh di cloud dalam kasus model kacamata AR saat ini. dan visor. Kemudian melalui proyeksi diagram CAD 3D, baik melalui tampilan head-up atau ke objek itu sendiri, Anda akan melihat pipa dan kabel, dan semua itu seharusnya ada di balik dinding.

Versi 3D yang lebih baru tidak hanya mengandalkan gambar CAD “as-built” karena gambar tersebut terkenal buruk dalam bidang bangunan dan konstruksi. Sebaliknya, mereka akan mengandalkan sensor yang tertanam untuk mengirimkan lokasi mereka guna membuat gambar 3D interaktif, yang akan menunjukkan dengan tepat apa yang terletak di balik dinding. AR sangat berguna dalam perdagangan bangunan dan konstruksi untuk pekerjaan perencanaan dengan kerusakan tambahan yang minimal.

AR memiliki banyak aplikasi lain, salah satu bentuknya yang penting dan pasif adalah pelatihan interaktif pemeliharaan mesin. Sebelumnya teknisi harus mengikuti kursus pelatihan vendor, lulus ujian sertifikasi, dan mengembangkan keterampilan selama bertahun-tahun sebelum mereka mampu memelihara mesin atau jaringan ini. Kini dengan AR, pelatihan dapat dipercepat karena manual data mendalam dan panduan layanan disimpan di cloud bersama dengan skema dan gambar 3D. Dengan memproyeksikan bayangan informasi ini di samping tampilan AR mesin fisik, teknisi dapat menerima langkah pemecahan masalah terperinci yang harus diikuti dan proyek gambar 3D ke produk fisik akan menunjukkan kepada

mereka secara tepat lokasi komponen dan cara mengaksesnya. AR dapat memainkan peran besar dalam pemeliharaan industri, menghilangkan sebagian besar persyaratan sebelumnya untuk pengetahuan ahli di lokasi, yang karena kelangkaannya memerlukan biaya yang mahal.

Kasus penggunaan lain untuk AR adalah dalam pengendalian dan manajemen di pusat operasi industri. Di pusat operasi tradisional, tampilan fisik menampilkan tampilan proses analog, misalnya suhu, tekanan, RPM, dan informasi sensor lainnya. Namun, dasbor fisik ini terhubung secara fisik atau menunjukkan representasi grafis dari dasbor yang telah dikonfigurasi dan diprogram. Dengan AR, data sensor dapat dilihat dari mana saja dan diproyeksikan ke permukaan apa pun, sehingga menciptakan fasilitas untuk memadupadankan data sensor untuk ditampilkan di dasbor seluler dadakan.

Industri ritel serta industri makanan dan hiburan juga kemungkinan besar akan menjadi pemain besar dalam permainan AR, menjadi pengguna awal dan pionir dalam membangun bayangan informasi mereka sendiri. Misalnya, jika pemilik restoran memublikasikan ke cloud untuk akses publik, harga, menu, dan tempat duduk yang tersedia saat ini, maka calon pelanggan saat melihat fasad eksternal akan melihat informasi tersebut ditumpangkan melalui kacamata atau perangkat AR mereka. Bahkan jika pemilik restoran sendiri tidak mengambil inisiatif, media sosial mungkin bisa melakukannya, dan calon pelanggan tidak akan melihat data real-time seperti ketersediaan tempat duduk namun mereka mungkin melihat penilaian dan ulasan pelanggan.

Potensi AR dan IIoT sangat besar, jadi kami menyimpan kasus penggunaan yang paling mengesankan untuk yang terakhir, yaitu penggunaan AR dalam layanan darurat. Misalnya, petugas pemadam kebakaran sudah memakai telepon genggam dan peralatan komunikasi, namun dengan menggunakan pelindung atau helm AR, mereka dapat menerima informasi sensor. Data lingkungan yang dikomunikasikan ini, dimasukkan dan ditampilkan secara real-time ke tampilan kepala petugas pemadam kebakaran akan memberikan informasi penting seperti suhu, status detektor asap, dan sensor keberadaan. Informasi ini memungkinkan petugas pemadam kebakaran melihat seluruh bangunan dari lantai ke lantai dan langsung mengetahui apakah ada orang di dalam gedung dan, jika ada, di ruangan mana, serta kondisi lingkungan di sekitarnya. Singkatnya, hanya batas imajinasi dan inovasi para pengembang dan industri yang mengadopsi teknologi yang membatasi kasus penggunaan AR ketika digabungkan dengan Internet Industri.

Pencetakan 3D

Pencetakan aditif atau yang lebih dikenal sebagai pencetakan 3D adalah teknologi utama yang memungkinkan realitas finansial IIoT di banyak kasus penggunaan industri. Pencetakan 3D bekerja dengan membuat gambar sebagai file komputer dari produk yang sudah ada atau melalui desain CAD satu lapisan tipis pada satu waktu. Itu dibangun pada setiap lapisan berikutnya hingga salinan lengkap subjek atau gambar CAD telah selesai. Setelah file komputer dibuat, file tersebut kemudian dapat dimasukkan ke printer 3D, yang dapat menafsirkan koordinat untuk membuat ulang desain menggunakan beberapa teknik dan media untuk membuat representasi fisik subjek.

Pencetakan 3D memungkinkan suatu produk dibuat dari file sumber, yang tidak jauh berbeda dengan cara mesin bubut yang dapat diprogram membuat produk 2D; Namun, cara melakukannya dalam 3D-lah yang berbeda. Oleh karena itu, pencetakan 3D sempurna untuk pembuktian konsep, dan pemodelan desain teoretis karena murah dan relatif cepat. Sebagian besar printer 3D industri atau konsumen tingkat rendah bekerja menggunakan plastik, namun printer kelas atas dapat dan memang menghasilkan komponen dan produk berkualitas industri yang digunakan dalam pesawat terbang, mobil, dan bahkan dalam perawatan kesehatan. Komponen khusus ini dapat dibuat dari berbagai macam substrat, tidak hanya plastik cair, yang biasanya digunakan dalam pencetakan aditif tingkat konsumen.

Dalam keperluan industri, teknik dan bahan lain digunakan untuk membentuk dan memadukan lapisan. Misalnya, serbuk logam digunakan dengan pengikat jetting, yang merekatkan serbuk logam tersebut untuk membentuk bentuk 3D. Dalam teknik industri lainnya, kaca, keramik, dan logam dapat digunakan sebagai bahan dasar menggunakan teknik yang disebut *power bed fusion*, yang menggunakan laser berkekuatan tinggi untuk menyatukan bahan-bahan tersebut untuk membentuk lapisan. Ada juga laminasi lembaran, yang mengikat lembaran logam, kertas, dan polimer menjadi satu, lapis demi lapis menggunakan kekuatan untuk membuat ikatan. Lembaran logam kemudian dipangkas dan dipotong dengan mesin penggilingan CNC untuk membentuk bentuk yang diinginkan.

Penerapannya dalam industri sangat luas karena pencetakan 3D cocok untuk segala jenis pembuatan prototipe, arsitektur, dan konstruksi yang cepat. Pencetakan 3D memungkinkan tidak hanya pemodelan cepat tetapi juga produksi objek khusus berukuran satu lot karena hanya file templat perangkat lunak dasar yang perlu diubah. Hal ini sangat menarik dalam bidang manufaktur dimana sebelumnya untuk mengubah desain produk diperlukan kerja berminggu-minggu untuk memperbaiki jalur produksi dan mengkonfigurasi ulang mesin. Dengan pencetakan 3D, ukuran lot dapat diperoleh secara menguntungkan dan hemat biaya.

Penting untuk membedakan antara pasar konsumen yang sangat antusias terhadap pencetakan 3D dan realitas industri. Komponen yang dibuat menggunakan pencetakan 3D di industri bukanlah model atau gimmick seperti yang digunakan oleh NASA, dan dalam industri penerbangan dalam mesin jet. Demikian pula, bahan ini biasa digunakan pada mobil, dengan setidaknya satu pabrikan membuat seluruh kendaraannya melalui pencetakan 3D.

Pencetakan 3D lebih dari sekadar memanipulasi polimer, keramik, kertas, dan logam tetapi juga dapat digunakan dalam perawatan kesehatan. Manufaktur aditif digunakan dalam prostetik dan komponen medis seperti sensor dan aktuator medis yang ditanamkan di dalam tubuh, seperti alat pacu jantung misalnya. Namun, penelitian terbaru didorong oleh kebutuhan bio-medis seperti pembuatan cetakan kulit 3D, dan jaringan tubuh lainnya, dan mungkin bahkan organ lengkap dalam waktu dekat. Tujuannya di sini adalah untuk mereproduksi organ pasien yang rusak menggunakan pencetakan 3D untuk membuat penggantinya tanpa memerlukan transplantasi donor. Cara kerjanya adalah lapisan sel hidup yang diambil dari pasien disimpan melalui printer 3D ke dalam pelat kultur untuk membangun setiap lapisan struktur organik tiga dimensi. Karena model 3D dibuat dari sel hidup pasien

sendiri, tubuh tidak akan menolak sel tersebut dan sistem kekebalan tidak akan menyerang sel tersebut sebagai benda asing, yang merupakan masalah besar dalam transplantasi donor.

5.13 MANUSIA VERSUS OTOMATISASI

Manusia adalah inovator dan penyedia teknologi terbaik dan kita menyesuaikan lingkungan sesuai keinginan kita sehingga kita dapat tetap eksis bahkan dalam kondisi yang paling tidak bersahabat sekalipun. Sebagai spesies, kita dapat hidup dalam kondisi ekstrem hingga 50 derajat celcius atau bertahan selama berbulan-bulan di Antartika dengan suhu yang hampir mencapai -20 derajat. Kita dapat melakukan ini karena, secara unik di antara hewan, kita dapat merancang dan mengubah lingkungan agar sesuai dengan kebutuhan fisik kita. Kita tidak hanya dapat menyediakan tempat berlindung bagi diri kita sendiri dan saudara-saudara kita di iklim yang tidak ramah, namun kita juga dapat menghasilkan pangan dan rezeki melalui industri, pertanian, dan perburuan. Seiring dengan berkembangnya kita sebagai masyarakat, kita juga telah mengembangkan keterampilan sosial, aturan, empati, dan kecerdasan emosional yang memungkinkan kita berfungsi sebagai kelompok sosial yang hidup dalam harmoni.

Namun melalui persainganlah yang mendorong manusia untuk unggul. Ancaman atau persainganlah yang memunculkan sifat kompetitif kita, seperti yang dapat kita lihat dalam olahraga dan perang. Kita mempunyai ego dan kepribadian, dan kita mempunyai emosi yang sama kuatnya dengan cinta dan sama merusaknya dengan kebencian, iri hati, dan keserakahan. Hal-hal tersebut belum tentu menjadi penghambat inovasi atau penemuan; mereka mungkin sebenarnya adalah percikan yang menyalakan api.

Pada saat terjadi perselisihan atau stres, manusia menjadi sangat kreatif, penuh rasa ingin tahu, dan suka berpetualang dan banyak inovasi, penemuan, penemuan, atau gangguan sosial besar muncul selama masa perang atau kelaparan. Yang penting, manusia tidak hanya dapat menyadari keterbatasan fisik mereka sendiri, yang sangat besar, namun juga dapat melampaui batas-batas tersebut dan memajukan kemampuan dan cakrawala mereka bahkan melampaui planet mereka sendiri.

Kita dapat mengembangkan robot dan sistem cyber-fisik lainnya untuk melakukan perintah kita di lingkungan yang terlalu berbahaya atau ganas bagi kehidupan. Selain itu, manusia dapat beradaptasi, belajar, dan mengubah perilaku dan karakteristik fisik untuk memenuhi kebutuhan habitat kita. Tubuh manusia adalah mesin yang menakjubkan, karena dapat belajar dan melawan stres fisik, seperti yang kita saksikan saat menjalani program pelatihan kebugaran apa pun. Otot kita beradaptasi terhadap stres beban kerja dengan menjadi lebih kuat dan mengembangkan stamina, seperti halnya sistem kardiovaskular kita. Detak jantung kita menurun dan pernapasan kita menjadi lebih efisien. Namun, yang paling menarik, otot dan saraf kita menciptakan sirkuit yang memungkinkan kita melakukan tugas tanpa berpikir secara sadar. Misalnya, seorang pemain tenis mengembalikan servis dengan backhandnya.

Mesin dan robot tidak memiliki karakteristik berikut; mereka hanyalah perangkat mekanis yang dirancang untuk melakukan pekerjaan sederhana, meskipun berulang-ulang

dan tanpa lelah. Fakta bahwa robot tidak kenal lelah tentu saja merupakan kekuatan besar mereka, tetapi mereka sangat terbatas, atau saat ini. Namun, jika robot atau sistem cyber-fisik lainnya dapat berkomunikasi melalui pembelajaran dan komunikasi M2M tingkat lanjut, mungkin mereka dapat bekerja secara kolaboratif sebagai sebuah tim, seperti halnya manusia, namun tanpa kinerja yang tidak dapat diprediksi yang didorong oleh hal-hal negatif seperti rasa iri, pertengkaran, intimidasi, erangan, atau keluhan. Semakin menawan kualitas positif persahabatan dan semangat tim yang ditunjukkan oleh tim manusia.

Hal ini tentu saja merupakan tujuan dari pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan untuk menciptakan mesin cerdas yang dapat memiliki kesadaran tertentu. Idealnya, mereka memiliki tingkat kecerdasan bawaan yang memungkinkan mereka bekerja dan beradaptasi dengan keadaan dan lingkungan mereka dan orang lain, tetapi tanpa kelemahan sikap dan kepribadian manusia.

Saat ini di bidang robotika, kita masih jauh dari tujuan; namun, pembelajaran mesin dalam perangkat lunak berjalan dengan sangat baik. Saat ini kondisi pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan ditentukan oleh inovasi terbaru. Pada bulan November 2015, Google meluncurkan sistem pembelajaran mesinnya yang disebut TensorFlow. Minat terhadap pembelajaran mendalam terus mendapatkan momentum, terutama setelah pembelian DeepMind Technologies oleh Google, yang kemudian berganti nama menjadi Google DeepMind.

Pada bulan Februari 2015, para ilmuwan DeepMind mengungkapkan bagaimana komputer telah belajar sendiri untuk memainkan hampir 50 video game, dengan mencari tahu apa yang harus dilakukan melalui jaringan saraf yang dalam dan pembelajaran penguatan. Watson, yang dikembangkan oleh IBM, merupakan penawaran komputasi kognitif pertama yang tersedia secara komersial. Pada tahun 2015, ini digunakan untuk mengidentifikasi pengobatan kanker otak. Pada bulan Agustus 2015, IBM mengumumkan telah menawarkan Rp.1 miliar untuk mengakuisisi perusahaan pencitraan medis, Merge Healthcare, yang bersama dengan Watson akan menyediakan sarana untuk pembelajaran mesin.

Yang mengherankan, AlphaGo dari Google mengalahkan juara dunia Lee Sodol di permainan papan GO, yang merupakan permainan yang sangat kompleks dengan kemenangan terbaik dari lima. Yang aneh adalah Lee Sodol dan juara Eropa (yang sebelumnya dikalahkan oleh AlphaGo) tidak dapat memahami logika Google AlphaGo. Tampaknya, AlphaGo memainkan sebuah gerakan yang tidak dapat dipahami oleh manusia; memang semua pemain top dunia percaya bahwa AlphaGo telah melakukan kesalahan besar. Bahkan penantanginya, juara dunia Lee Sodol, menganggap itu sebuah kesalahan; memang dia sangat terkejut dengan langkah AlphaGo sehingga dia mengambil waktu sejenak untuk mempertimbangkannya, sampai dia sadar akan kecemerlangan dari langkah tersebut. "Itu bukan gerakan manusia...sebenarnya saya belum pernah melihat manusia melakukan gerakan ini". Tak perlu dikatakan lagi, AlphaGo Google memenangkan permainan. Mengapa AlphaGo mengalahkan Lee Sodol yang brilian? Apakah ini hanya karena sebagai sebuah mesin, AlphaGo dapat memainkan permainan melawan dirinya sendiri, dan memutar ulang semua permainan

manusia yang dikenal, membangun memori tentang kemungkinan gerakan sebagai proses pembelajaran 24/7 yang dapat terus ditingkatkan permainan strategisnya.

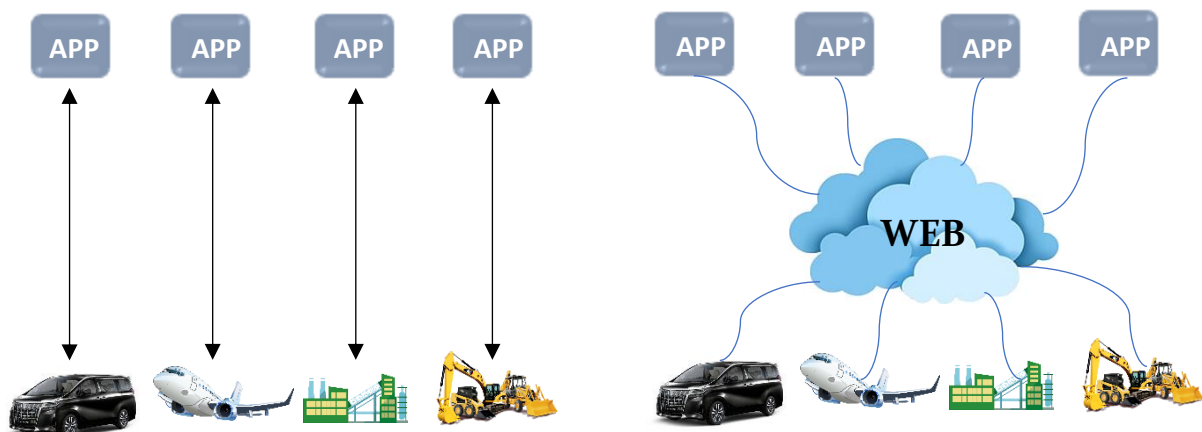
Tim Google menganalisis kemenangan tersebut dan menyadari bahwa AlphaGo melakukan sesuatu yang sangat aneh mereka menghitung sebuah gerakan, berdasarkan jutaan gerakan latihan permainan manusia yang diketahui sehingga pemain manusia hanya memiliki satu dari sepuluh ribu peluang untuk mengenali dan melawan gerakan yang tampaknya gila itu. bergerak. Sejujurnya bagi Lee Sodol yang hebat, dia berhasil mengecoh AlphaGo untuk memenangkan salah satu dari lima pertandingan terbaik, dan itu tampaknya merupakan pencapaian yang luar biasa.

BAB 6

MERANCANG ARSITEKTUR IOT DALAM INDUSTRI 4.0

Internet Industri bergantung pada struktur teknologi M2M. Terkadang, teknologi dan praktik lama yang telah ada selama beberapa dekade yang dapat memicu inovasi, dan sebagai hasilnya, arsitektur IIoT sering dilihat sebagai evolusi alami dari M2M. Hal ini terutama berlaku dalam bidang manufaktur, yang merupakan pengguna terbesar teknologi IIoT, terutama karena sejarah panjangnya dalam otomatisasi mesin, robotika, serta komunikasi dan kerja sama M2M.

Gambar 6.1 menunjukkan arsitektur M2M tradisional dan arsitektur arsitektur IIoT. Jika Anda membandingkannya, menjadi jelas bahwa satu-satunya perbedaan pada tingkat tinggi ini adalah penambahan Internet.



Gambar 6.1. Arsitektur M2M dan IIoT

Namun, kenyataannya ketika kita menggali lebih dalam sangatlah berbeda, seperti yang akan kita lihat ketika kita mempertimbangkan model arsitektur referensi IIC (Industrial Internet Committee).

6.1 ARSITEKTUR REFERENSI INTERNET INDUSTRI

Internet Industri, seperti yang telah kita lihat, merupakan bagian dari klasifikasi horizontal yang lebih luas yang disebut Internet of Things. Internet of Things mencakup segalanya konsumen, industri, perusahaan, dan komersial Internet Industri mengambil pandangan yang lebih fokus dan berkonsentrasi pada energi, layanan kesehatan, manufaktur, sektor publik, transportasi, dan sistem industri terkait.

Ada banyak sistem industri yang diterapkan saat ini yang saling berhubungan (M2M) dan menggabungkan campuran sensor, aktuator, komponen logika, dan jaringan untuk memungkinkan mereka saling terhubung dan berfungsi. Perbedaannya dengan pendekatan Internet Industri adalah bahwa sistem industri (IS) ini akan menjadi sistem Internet Industri (IIS) ketika mereka terhubung ke Internet dan berintegrasi dengan sistem perusahaan, untuk

tujuan meningkatkan aliran dan analisis proses bisnis. IIS akan menyediakan data operasional melalui sensornya ke sistem back-end perusahaan untuk pemrosesan data tingkat lanjut dan analisis historis dan prediktif tingkat lanjut berbasis cloud. Layanan cloud tingkat lanjut akan mendorong pengambilan keputusan yang optimal dan efisiensi operasional serta memfasilitasi kolaborasi antara kontrol industri yang otonom. sistem.

Untuk mewujudkan tujuan ini, IIS memerlukan kerangka arsitektur yang berbasis standar, terbuka, dan dapat diterapkan secara luas. Dengan menyediakan arsitektur referensi, IIC (Industrial Internet Consortium) telah menyediakan sarana untuk mempercepat penyebaran IIS secara luas, dengan menggunakan kerangka kerja yang dapat diimplementasikan dengan blok bangunan yang dapat dioperasikan dan dipertukarkan.

Sifat arsitektur referensi Internet Industri yang dapat dipertukarkan sangat penting karena dirancang agar fleksibel dan mencakup berbagai skenario penerapan di banyak industri, seperti energi, layanan kesehatan, dan transportasi, misalnya. Oleh karena itu, arsitektur referensi adalah kerangka umum yang bekerja pada abstraksi tingkat tinggi, yang memungkinkan desain mengikuti dan mematuhi arsitektur referensi tanpa membebani desain dengan batasan yang tidak perlu dan sewenang-wenang. Selain itu, dengan memisahkan arsitektur dari spesifikasi dan kompleksitas teknis, arsitektur referensi Internet Industri melampaui teknologi yang tersedia saat ini. Pendekatan ini akan mendorong pengembangan teknologi baru melalui identifikasi kesenjangan teknologi berdasarkan kerangka arsitektur.

6.2 KERANGKA ARSITEKTUR INTERNET INDUSTRI (IIAF)

Tanpa mendalami standar, perlu dirangkum secara singkat beberapa konsep IIAF karena hal itu akan memberi Anda pemahaman tentang struktur IIAF. IIAF didasarkan pada standar ISO/IEC/IEEE 42010:2011, yang mengkodifikasikan konvensi dan praktik umum desain arsitek. Dengan mengadopsi konsep-konsep standar ini, seperti pemangku kepentingan dan sudut pandang, IIAF mengikuti konstruksi spesifikasi, itulah sebabnya IIAF dijelaskan dengan mengacu pada keprihatinan, pemangku kepentingan, dan sudut pandang terkait. Pemangku kepentingan adalah individu, tim, organisasi, atau siapa pun yang berkepentingan dengan sistem. Kekhawatiran mengacu pada topik yang menarik, dan sudut pandang adalah cara untuk menggambarkan dan mengatasi kekhawatiran.

Contoh sudut pandang dan kaitannya dengan suatu masalah adalah jika Anda ingin memahami suatu sistem dan bagaimana mesin berinteraksi satu sama lain. Cara mengatasi permasalahan ini adalah melalui dekomposisi desain sistem dengan menelusuri detail antarmuka spesifik dan karakteristik setiap mesin yang saling terhubung dalam sistem. Diagram komponen akan membuat antarmuka lebih mudah dipahami dan mungkin diagram urutan akan menunjukkan bagaimana mereka berinteraksi. Diagram ini menjawab permasalahan sudut pandang tersebut (Gambar 6.2).



Gambar 6.2. Pov Pemangku Kepentingan

6.3 SUDUT PANDANG INTERNET INDUSTRI

Sudut pandang terbagi dalam empat klasifikasi bisnis, Penggunaan, Fungsional, dan Implementasi. Sudut pandang Bisnis menjawab kekhawatiran para pemangku kepentingan sehubungan dengan hal-hal yang berorientasi bisnis, seperti visi, nilai, dan tujuan bisnis. Oleh karena itu, sudut pandang ini menjadi perhatian para pengambil keputusan bisnis. Sudut pandang Penggunaan mengatasi kekhawatiran terkait bagaimana sistem diharapkan digunakan dan biasanya direpresentasikan sebagai skenario kasus penggunaan dengan pengguna sebagai aktor yang berinteraksi dengan sistem untuk menjalankan fungsi tertentu. Sudut pandang Fungsional berfokus pada komponen-komponen fungsional dalam sistem dan bagaimana mereka saling berhubungan dan berintegrasi baik secara internal maupun eksternal dengan sistem lain. Terakhir, sudut pandang Implementasi yang membahas permasalahan siklus hidup komponen fungsional dan bagaimana komponen tersebut diimplementasikan dalam sistem.

Sudut Pandang Bisnis

Sudut pandang Bisnis membahas permasalahan berorientasi bisnis seperti bagaimana sistem memberikan nilai pada bisnis dan bagaimana sistem tersebut selaras dengan strategi bisnis serta permasalahan keuangan seperti laba atas investasi (ROI) yang diharapkan. Oleh karena itu, pemangku kepentingan cenderung merupakan visioner bisnis dan pengambil keputusan yang mampu mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengatasi permasalahan dan persyaratan bisnis. Pemangku kepentingan ini biasanya mempunyai kepentingan besar dalam bisnis dan mempunyai pengaruh kuat dalam pengambilan keputusan dan pemahaman mendalam tentang strategi perusahaan.

Sudut Pandang Penggunaan

Sudut pandang Penggunaan mengambil kebutuhan bisnis dan mewujudkannya melalui penciptaan aktivitas pengguna dan sistem yang memberikan hasil dan tujuan bisnis yang diperlukan. Aktivitas yang dijelaskan berfungsi sebagai masukan untuk persyaratan sistem, yang pada akhirnya akan memungkinkan fungsionalitas yang dibutuhkan sistem.

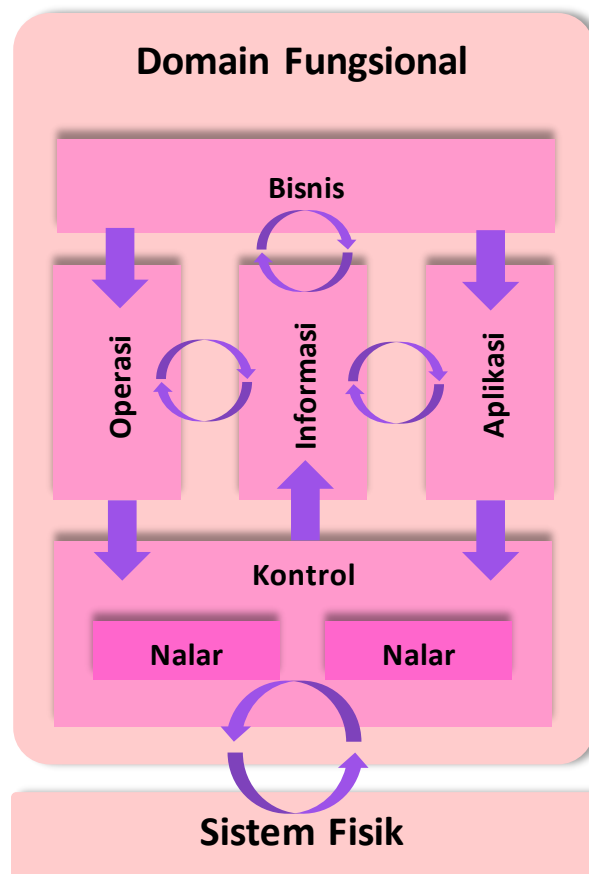
Sudut Pandang Fungsional

Sudut Pandang Fungsional menjawab kekhawatiran para pemangku kepentingan mengenai fungsi sistem Internet Industri. Hal ini lebih mudah diucapkan daripada dilakukan dalam sistem yang besar dan kompleks, sehingga untuk mengatasi permasalahan fungsionalitas IIS, IIC menciptakan konsep model domain fungsional. Lebih jauh lagi, IIC bermaksud agar konsep domain fungsional dapat diterapkan di berbagai industri serta persyaratan dan spesifikasi IIS spesifiknya. Akibatnya, penerapan model domain bersifat fleksibel dan tidak dimaksudkan sebagai kumpulan domain fungsional minimum atau yang diperlukan. Misalnya, kasus penggunaan di industri tertentu mungkin lebih menekankan pada beberapa domain fungsional dibandingkan domain fungsional lainnya.

IIS tipikal dapat dipecah menjadi lima domain fungsional:

- Kontrol domain
- Domain operasi
- Domain informasi
- Domain aplikasi
- Domain bisnis

Hal ini ditunjukkan pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3. Domain fungsional

Karena IIC merancang domain fungsional agar dapat diterapkan secara luas di berbagai kasus penggunaan industri, terdapat metode implementasi yang fleksibel. Misalnya, desain dapat menggabungkan domain fungsional ke dalam satu sistem, atau membaginya dan mendistribusikannya ke banyak sistem.

Domain fungsional dapat dipecah menjadi serangkaian blok bangunan yang penting bagi setiap domain fungsional, karena pengalaman menunjukkan bahwa domain tersebut dapat diterapkan secara luas. Namun, blok bangunan ini juga bukan merupakan kumpulan yang lengkap atau minimum dan suatu desain dapat mengimplementasikan satu atau lebih ke dalam sistem sesuai kebutuhan. Tujuan IIC adalah untuk memberikan titik awal untuk mengkonseptualisasikan arsitektur IIS dalam domain fungsional.

6.4 DOMAIN KONTROL

Representasi dari domain kontrol biasanya merupakan kumpulan unit fungsional yang melakukan tugas seperti membaca data dari sensor kemudian unit logika menerapkan aturan, logika, dan selanjutnya menerapkan umpan balik ke mesin untuk melakukan kontrol atas proses tersebut. Dalam skenario industri, akurasi dan resolusi merupakan komponen penting dari fungsi kontrol, dan dengan demikian, logika, elemen komputasi, biasanya ditempatkan sedekat mungkin dengan sensor secara teknis. Contoh domain kontrol mungkin ada dalam sistem IIS yang besar, misalnya, ruang kontrol di pembangkit listrik tenaga nuklir atau di IIS yang lebih kecil, mikroprosesor di kendaraan otonom, yang mengontrol suhu di kantor pintar.

Domain kontrol terdiri dari serangkaian fungsi umum, yang kompleksitasnya mungkin berbeda-beda. Contohnya adalah IIS memerlukan sensor dan oleh karena itu domain kontrol memerlukan fungsi untuk dapat membaca aktivitas sensor. Hal ini memerlukan tidak hanya perangkat keras, perangkat lunak, tetapi juga analitik, karena terdapat persyaratan untuk penginderaan rekursif. yang merupakan mekanisme umpan balik kompleks yang memerlukan hubungan real-time ke IIS.

Ada juga persyaratan bagi domain kontrol untuk secara cerdas memanipulasi aktuasi, yaitu sinyal yang dikirim ke perangkat keras, perangkat lunak melalui perangkat untuk mengontrol umpan balik ke aktuator, untuk memicu relai untuk memulai suatu tindakan, misalnya, untuk mengembalikan sistem ke kondisi semula. batas pengoperasian yang aman. Contohnya adalah motor terlalu panas, atau sensor mendeteksi getaran berlebih, yang bisa berbahaya.

Komunikasi

Fungsi komunikasi menghubungkan semua sensor fungsional, pengontrol aktuator, perangkat I/O jarak jauh, dan pada akhirnya gateway ke protokol umum. Hal ini penting, karena dalam banyak skenario IIoT seperti di bidang manufaktur, protokol bus lapangan tradisional merupakan hal yang umum, sehingga diperlukan penerjemahan antara sensor dan aplikasi back-office. Tidak selalu mungkin untuk menerapkan satu sistem yang homogen, misalnya situs Greenfield yang menggunakan IPv6 dan CoAP. Dalam banyak kasus, perangkat dan protokol lama akan hadir seperti ZigBee, dalam hal ini terjemahan diperlukan di gateway.

Abstraksi entitas inilah yang memisahkan protokol perangkat yang ada dari kompleksitas yang mendasari spesifikasi dan persyaratan antarmuka, yang membuat interkoneksi dapat dilakukan.

Misalnya, dalam sebuah gedung pintar mungkin terdapat ratusan atau ribuan perangkat dari beberapa vendor yang semuanya menggunakan serangkaian protokol, namun masing-masing sangat spesifik untuk suatu tugas, yang tidak dapat diabaikan begitu saja. Untuk memasukkannya ke dalam IIS, diperlukan gateway translasi. Demikian pula, beberapa sensor bodoh, yang tidak memiliki mikroprosesor atau kemampuan untuk mendukung tumpukan IPv6, juga memerlukan terjemahan melalui proxy IPv6.

Pemodelan

Konsep pemodelan data, kadang-kadang disebut sebagai analisis tepi, berkaitan dengan representasi keadaan, kondisi, dan perilaku sistem yang dikendalikan. Kompleksitas yang diperlukan oleh pemodelan data bergantung pada sistem yang dikendalikan, misalnya menentukan persyaratan umpan balik bagi boiler untuk mempertahankan suhu ideal, atau lebih rumit lagi untuk menerapkan pola perilaku pada mesin jet pesawat. Namun, ketika kita melampaui persyaratan tersebut ketika berhadapan dengan sistem yang bergantung pada kecerdasan buatan dan kemampuan kognitif, maka hal ini menjadi jauh lebih kompleks. Selain itu, kompleksitas sistem memerlukan pemahaman tentang sistem sejenis dan kemampuan mengkorelasikan data dari keduanya agar memiliki pendekatan holistik dalam mengendalikan sistem.

Manajemen aset

Ini adalah fungsi operasional perusahaan yang memungkinkan sistem kontrol dengan mudah melakukan onboarding, mengonfigurasi, menetapkan kebijakan, dan melakukan diagnosis mandiri serta peningkatan firmware/perangkat lunak otomatis.

Pelaksana

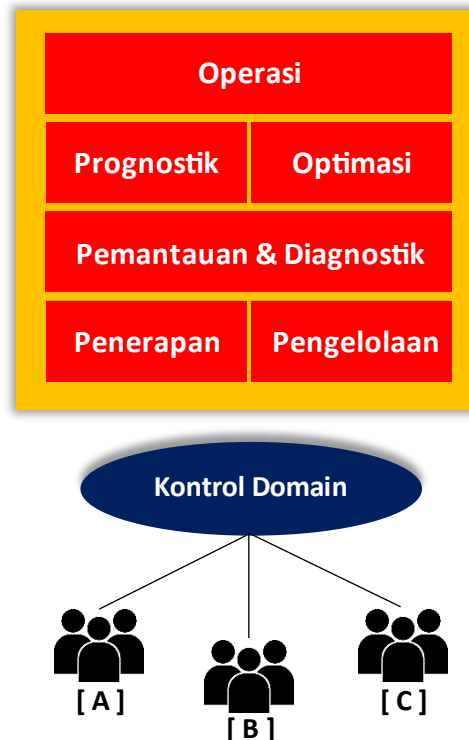
Pelaksana adalah salah satu unsur penyusun yang pada akhirnya bertanggung jawab untuk menjamin kebijakan; akibatnya, pelaksana memungkinkan pemahaman tentang kondisi dan keadaan. Ini juga memantau lingkungan dan dampak yang mungkin terjadi pada sistem yang dikendalikan. Kontrol umpan balik dari Pelaksana dapat berupa tindakan berurutan melalui aktuasinya sendiri atau melalui sistem rekan. Ada dua jenis pelaksana:

- Langsung—Mekanisme kontrol yang relatif sederhana melalui umpan balik melalui algoritma untuk mengontrol boiler misalnya.
- Canggih—Teknik ini menggabungkan aspek teknologi kognitif dan pembelajaran mesin yang memberikan otonomi tingkat tinggi. Hal ini memungkinkan mesin mengambil keputusan terbaik atau terburuknya sendiri.

6.5 DOMAIN OPERASIONAL

Secara tradisional sistem kontrol saling berhubungan dan berkomunikasi hanya dengan sistem dalam lingkungannya sendiri, namun dengan munculnya Internet Industri hal tersebut telah berubah. Sekarang IIS berkomunikasi dengan IIS lain di belahan dunia lain, bertukar data dan belajar satu sama lain. Misalnya, mengoptimalkan operasi perusahaan taksi

mungkin akan menghemat biaya dan menghasilkan efisiensi operasional. Domain operasi dipecah menjadi domain kontrol seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4. Operasi Untuk Mengontrol Domain

Domain operasi terdiri dari blok bangunan seperti prognos, optimasi, pemantauan dan diagnosis, penyediaan dan penerapan, dan manajemen sistem. Fungsi-fungsi ini berhubungan langsung dengan fungsi kontrol yang lebih rendah dan pada akhirnya kepada pengguna. Jika pada awalnya kita mempertimbangkan tugas penyediaan dan penerapan, kita dapat melihat bahwa tugas tersebut terdiri dari serangkaian fungsi yang diperlukan untuk mengonfigurasi (menyediakan layanan) sehubungan dengan onboard, registrasi, dan pelacakan aset. Kegunaan fungsi operasional adalah mengirimkan aset secara online dari jarak jauh, aman, berapapun skalanya dan dengan biaya yang efektif.

Utilitas manajemen sistem menawarkan seperangkat alat atau fungsi yang memungkinkan fungsi manajemen aset memiliki komunikasi dua arah dengan aset (perangkat, aktuator, dan sensor) untuk mengontrol dan mengelola aset jarak jauh.

Utilitas Pemantauan dan Diagnosis adalah rangkaian fungsi berharga yang memungkinkan deteksi dan prediksi terjadinya kesalahan atau masalah. Memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan secara proaktif mengatasi masalah sangatlah penting dalam lingkungan industri. Selain itu, pemantauan dan diagnosis memiliki ketergantungan pada analisis historis dan prediktif Big Data serta perkiraan streaming waktu nyata.

Prognosis merupakan rangkaian fungsi yang memberikan pemantauan dan diagnosis karena berfungsi sebagai mesin analisis prediktif di ISS. Dengan menggunakan data dalam jumlah besar yang disimpan di Big Data lake untuk menentukan analisis historis dan bahkan

prediktif, potensi masalah pada mesin dan sistem dapat diidentifikasi sebelum masalah tersebut terjadi.

Optimasi adalah serangkaian fungsi yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi aset. Tujuan utamanya adalah meningkatkan keandalan dan kinerja aset sekaligus mengurangi konsumsi energi. Selain itu, pengoptimalan berupaya meningkatkan ketersediaan dan efisiensi serta memastikan aset beroperasi pada kinerja optimal puncak.

Untuk mencapai tujuan optimasi, beberapa kondisi harus dipenuhi:

- Pengumpulan, validasi, pemrosesan, dan analisis data otomatis.
- Menangkap dan mengidentifikasi alarm, kejadian, dan masalah sistem utama seperti kegagalan daya, kesalahan sistem dan jaringan, latensi, kehilangan paket dan waktu henti serta aplikasi yang tidak responsif.
- Kecerdasan dan kemampuan menganalisis dan menentukan akar permasalahan yang diketahui.

6.6 DOMAIN INFORMASI

Dalam domain informasi, tujuannya adalah untuk mengubah data operasi yang diambil dari domain lain, terutama domain kontrol dan beragam sensornya, menjadi informasi, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai umpan balik kontrol untuk menstabilkan atau meningkatkan proses. Namun, dalam ranah informasi, tujuannya bukan sekedar mengumpulkan data sensor mentah, tujuannya adalah mengumpulkan data sensor, menyimpan dan memprosesnya agar dapat diubah dari data mentah menjadi informasi, dan kemudian disaring menjadi pengetahuan. Mengubah data mentah menjadi pengetahuan akan sangat meningkatkan kemampuan kami untuk beradaptasi dan meningkatkan pengambilan keputusan operasional dan bisnis, serta mengoptimalkan fungsi proses, sehingga menghasilkan produktivitas, keuntungan, dan efisiensi operasional yang lebih besar.

Ada banyak contoh bagaimana informasi dan pengetahuan suatu proses dapat memberikan manfaat, seperti memahami hubungan terbalik antara biaya operasional dan rutinitas standar. Jika, misalnya, armada truk meninggalkan pabrik pada pukul 08.00 setiap pagi pada puncak jam sibuk, maka konsumsi bahan bakar dan biaya-biaya selanjutnya akan mengurangi keuntungan. Dengan membiarkan truk berangkat lebih lambat, setelah jam sibuk pagi hari ketika kemacetan telah mereda mungkin akan menguntungkan, namun bagaimana dengan perjalanan pulang, ketika truk mungkin akan berangkat lagi pada malam hari, dan bahkan lalu lintas menjadi lebih padat? Informasi dan analisis mungkin memecahkan dilema ini dengan menyarankan keberangkatan lebih awal, sebelum jam sibuk pagi hari, yang mungkin berhubungan dengan pengemudi yang datang lebih awal untuk mengantarkan barangnya, yang berarti waktu menganggur. Namun, hal ini juga akan memfasilitasi kepulangan lebih awal setelah melewati kesibukan malam.

Pengetahuan selalu membantu karena memungkinkan manajer untuk beradaptasi dengan kondisi saat ini, seperti salju lebat yang menutup rute normal, sehingga mereka dapat

mengubah rute pengiriman atau proaktif dalam memberi tahu pelanggan tentang penundaan yang akan terjadi.

Data terdiri dari fungsi untuk menyerap data dan status operasional dari semua domain lainnya; ia bertanggung jawab atas kualitas pemrosesan data seperti pemfilteran data, pembersihan, dan penghapusan data duplikat. Ada juga fungsi yang memungkinkan transformasi sintaksis dan semantik, yang masing-masing berkaitan dengan mendapatkan format dan makna pesan yang benar. Fungsi lain dari data adalah menyediakan penyimpanan, persistensi, dan distribusi data, dan ini berkaitan dengan analisis batch atau streaming.

Semua fungsi ini dapat dilakukan dalam mode streaming real-time dimana data diproses saat diterima dalam kuasi-real-time. Namun, hal ini tidak selalu memungkinkan atau ekonomis karena biasanya data disimpan untuk analisis tugas batch selanjutnya. Contoh yang terakhir adalah banyaknya data yang dihasilkan dan dikumpulkan dari mesin jet pesawat terbang. Data ini dikumpulkan dalam penerbangan dan karena kuantitas dan biaya transmisi sejumlah data tersebut melalui tautan satelit, data tersebut disimpan dan diunggah ke sistem untuk analisis tugas batch selanjutnya ketika pesawat berlabuh saat mendarat.

Analytics berisi serangkaian fungsi yang memungkinkan pemodelan data, analitik, dan mesin aturan pemrosesan data tingkat lanjut. Fungsi analitik dapat dilakukan secara on/offline dalam mode streaming atau batch. Biasanya, dalam mode streaming, peristiwa dan peringatan yang dihasilkan dimasukkan ke dalam fungsi domain aplikasi, sedangkan hasil analisis pekerjaan batch masuk ke domain bisnis.

6.7 DOMAIN APLIKASI DAN BISNIS

Domain aplikasi bertanggung jawab atas fungsi yang mengontrol logika dan memberikan fungsionalitas bisnis tertentu. Pada level ini, aplikasi tidak mengontrol proses mesin atau sistem, karena itulah fungsi dari domain kontrol. Aplikasi tidak memiliki akses langsung, kendali, atau wewenang untuk mengendalikan proses SSI. Sebaliknya, fungsi aplikasi menjalankan fungsi konsultasi; namun, mereka menyediakan aturan dan logika kasus penggunaan, serta API yang dapat digunakan aplikasi untuk mengekspos fungsionalitas dan kemampuannya ke sistem. Domain aplikasi mendukung antarmuka pengguna yang memungkinkan interaksi dengan aplikasi.

Domain bisnis memungkinkan integrasi dan kompatibilitas antara fungsi sistem Internet Industri dan sistem bisnis perusahaan seperti ERP (manajemen sumber daya perusahaan), CRM (manajemen hubungan pelanggan), WSM (manajemen stok gudang), dan banyak lainnya. Sebagai contoh, layanan pemeliharaan prediktif untuk halaman fabrikasi mungkin memiliki analisis historis dan prediktif mengenai tingkat kegagalan di masa lalu dan kemungkinan kegagalan pada peralatan las, yang memungkinkan mereka memperkirakan kemungkinan kegagalan. Dengan mengintegrasikan sistem ERP, mereka dapat memastikan stok selalu tersedia dan disediakan untuk pelanggan.

Sudut Pandang Implementasi

Sudut pandang implementasi mungkin merupakan aspek yang paling menarik dari IIRA karena melibatkan teknologi dibandingkan fungsi bisnis atau penggunaan. Tidak diragukan

lagi, arsitektur IIS akan dipandu oleh kendala bisnis dan keuangan, yang mencakup, antara lain, persyaratan bisnis, keselarasan dengan strategi perusahaan, anggaran, dan laba atas investasi sehubungan dengan keunggulan finansial dan kompetitif. Namun, dari perspektif tingkat tinggi, menarik untuk melihat bagaimana kita membangun IIS. Apa yang diperlukan dan apa saja kompleksitas teknis yang ada? Lagipula hype mengenai IoT telah ada selama beberapa tahun, lalu mengapa semua orang belum melakukannya? Menariknya, untuk menjawab pertanyaan tersebut, mari kita lihat sudut pandang implementasinya.

6.8 TOPOLOGI ARSITEKTUR

IIC telah menggunakan arsitektur jaringan tradisional seperti mengikuti desain tiga tingkat, memiliki gateway media-converto di wilayah perbatasan untuk mengkonversi dan menerjemahkan protokol dan teknologi yang heterogen. Selain itu, ia memiliki topologi penyimpanan multi-tingkat yang dapat mendukung pola tingkat kinerja, tingkat kapasitas, dan tingkat arsip yang masing-masing terkait dengan kabut dan awan. Selain itu, arsitekturnya juga mendukung konektivitas langsung edge-to-cloud (kabut) dan topologi analitik terdistribusi (cloud).

Topologi Tiga Tingkat

Cara terbaik untuk memvisualisasikan sistem IIoT adalah dengan melihat sekilas topologi tiga tingkat. Ini adalah representasi IIS yang sangat sederhana namun mewakili area inti yang perlu kita perhatikan ketika merancang jaringan IIS.

Misalnya, edge tier adalah jaringan proximity yang menampung semua end-node, seperti sensor, aktuator, dan perangkat I/O jarak jauh yang menyediakan fasilitas komunikasi ke sensor dan komponen yang tidak berfungsi. Sekilas, jaringan proximity atau edge tier ini terlihat cukup sederhana; namun, seperti yang akan segera kita lihat, masalahnya ada pada detailnya. Namun, sebelum kita melangkah lebih jauh, mari kita lihat arsitektur IIC, dimulai dengan tingkatan edge.

Tingkat Tepi

Tingkat tepi adalah tempat data dari semua simpul akhir dikumpulkan, dikumpulkan, dan dikirimkan melalui jaringan kedekatan ke gerbang perbatasan. Tergantung pada protokol dan teknologi yang digunakan dalam tingkat tepi, beberapa terjemahan data dan integrasi antarmuka dapat diterapkan di hub, perangkat I/O jarak jauh, atau konverter protokol. Tingkat tepi berisi fungsi untuk domain kontrol.

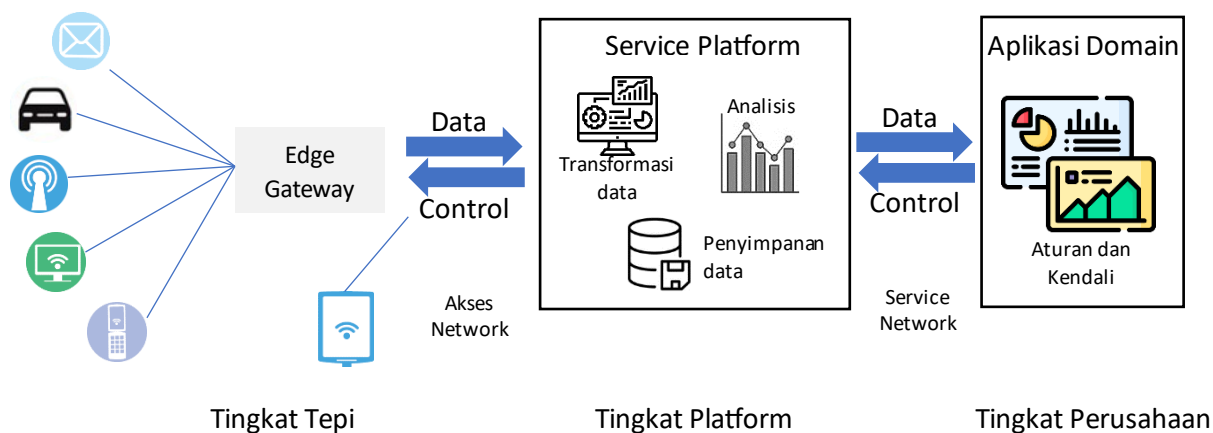
Tingkat Platform

Tingkat platform menerima data dari tingkat tepi melalui jaringan akses dan bertanggung jawab atas transformasi dan pemrosesan data. Tingkat platform juga bertanggung jawab untuk mengelola data kontrol yang mengalir ke arah lain, misalnya, dari perusahaan ke tingkat tepi. Di dalam tingkat platform kita akan menemukan sebagian besar fungsi yang terkait dengan domain informasi dan operasi.

Tingkat Perusahaan

Tingkat perusahaan mengimplementasikan aplikasi dan logika bisnis untuk sistem pendukung keputusan dan antarmuka pengguna akhir, seperti untuk spesialis operasi. Tingkat

ini menampung sebagian besar fungsi aplikasi dan domain bisnis. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana semua ini terjadi, perhatikan Gambar 4-5.



Gambar 6.5. Arsitektur tiga tingkat

Pada Gambar 6.5, kita dapat melihat hubungan antara domain fungsional dan arsitektur tiga tingkat. Namun, tidak ada eksklusivitas antara domain fungsional dan tingkatan, karena keduanya dapat meminta layanan satu sama lain. Selain itu, terdapat beberapa fungsi, misalnya transformasi data, yang dapat dilakukan di berbagai tingkatan, seperti tingkat edge dan platform. Namun, transformasi data di tingkat tepi bergantung pada perangkat atau protokol tertentu, sedangkan di platform, transformasi data adalah fungsi yang dilakukan pada semua data agregat.

Ditampilkan juga cakupan dan posisi kedekatan, akses, dan jaringan layanan. Ketiga jaringan dapat mengambil berbagai bentuk tergantung pada lokasi geografis dan topologi organisasi.

6.9 TEPI YANG DIMEDIASI GERBANG

Tujuan dari perangkat tepi yang dimediasi gateway adalah untuk mengumpulkan aliran data dan koneksi dari semua node akhir dan dalam jaringan homogen, gateway menyediakan satu titik koneksi ke Wide Area Network (WAN). Dalam jaringan heterogen, gateway selain bertindak sebagai hub agregasi untuk perangkat akhir mungkin juga harus menyediakan media terjemahan antara standar yang berbeda seperti RS232, Ethernet, atau Modbus. Namun, salah satu keuntungan menggunakan perangkat mediasi gateway di edge adalah perangkat ini menyediakan skalabilitas dengan memecah kompleksitas jaringan endnode yang mendasarinya. Dengan membuktikan satu titik masuk/keluar ke tingkat edge dan akses ke node akhir di luar gateway menyediakan tempat yang ideal untuk manajemen serta pemrosesan dan analisis data lokal.

Konsep yang menjaga sebagian pemrosesan data dan analitik tetap dekat dengan edge disebut komputasi kabut, bukan komputasi awan, karena penyimpanan dan pemrosesan data dilakukan lebih dekat ke permukaan tanah. Melakukan analisis dan pemrosesan data di dekat edge akan mengurangi masalah latensi karena data tidak berpindah jarak jauh ke penyedia

cloud. Sebaliknya, data tersebut akan dihubungkan melalui tautan yang dioptimalkan ke jaringan pribadi atau pihak ketiga untuk diproses.

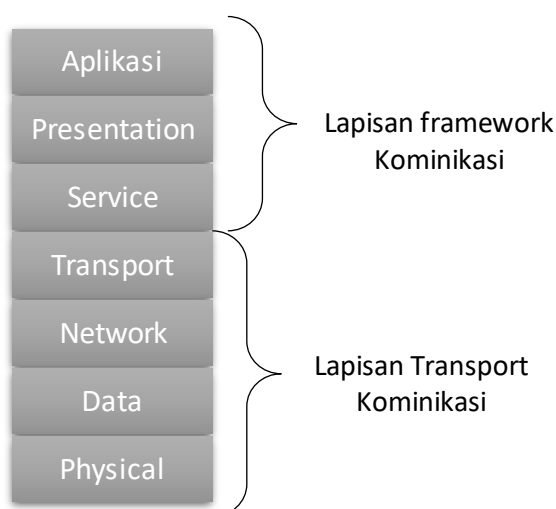
Konektivitas

Bagaimana kita menghubungkan titik akhir, seperti sensor dan aktuator, dalam IIS bisa menjadi masalah yang sederhana atau sangat kompleks. Jika terdapat konektivitas LAN lokal seperti field bus, Ethernet, atau Wi-Fi, masalah tersebut kemungkinan besar dapat teratasi. Namun hal lain terjadi ketika menghubungkan sensor di daerah terpencil di mana pilihan daya dan komunikasi mungkin terbatas. Akibatnya, beragam teknologi komunikasi bermunculan untuk menyesuaikan dengan skenario tertentu, sehingga pilihannya membingungkan. Namun, konektivitas yang ada di mana-mana ini merupakan salah satu pendukung Internet Industri sehingga kita tidak perlu mengeluh.

Peran arsitektural yang dimainkan oleh konektivitas merupakan landasan dalam menyediakan komunikasi antar endnode dan hal ini memainkan peran utama dalam interoperabilitas, integrasi, dan komposisi. Jika integrasi memerlukan sinyal dan protokol umum, seperti Ethernet, interoperabilitas memerlukan format data (sintaks) yang sama dan metode umum untuk memahami makna simbol dalam pesan (semantik). Komposabilitas adalah kemampuan untuk memahami pesan yang ingin disampaikan oleh pengguna.

Akibatnya, ketika kita berbicara tentang interoperabilitas teknis, yang kami maksud adalah bit dan byte yang menggunakan antarmuka umum (kabel atau nirkabel). Interoperabilitas sintaksis memerlukan protokol umum yang digunakan untuk berkomunikasi melalui antarmuka umum. Konektivitas IIS terdiri dari dua lapisan fungsional:

- **Communication Transport Layer**—Menyediakan sarana komunikasi antara dua endnode karena menyediakan antarmuka, dan protokol umum. Perannya adalah untuk menyediakan kompatibilitas teknis dan interoperabilitas antara dua node. Fungsinya berhubungan dengan lapisan 1 – 4 model data OSI.
- **Lapisan Kerangka Konektivitas**—Tujuan dari fungsi-fungsi dalam lapisan ini adalah untuk menyediakan format, sintaksis, dan semantik yang jelas dari protokol komunikasi umum. Fungsi ini mencakup lapisan atas 5 – 7 dalam model OSI.



Gambar 6.6. Lapisan komunikasi OSI

Karakteristik Sistem Utama

Beberapa karakteristik utama fungsi konektivitas adalah kinerja, yang ditentukan oleh latensi rendah (penundaan) dan jitter (variasi adalah penundaan), throughput tinggi, ketahanan, dan skalabilitas. Dalam IIS, latensi dan jitter mungkin merupakan faktor yang paling penting karena IIS biasanya memerlukan waktu reaksi yang sangat singkat karena tindakan mereka sering kali dikoordinasikan dengan proses di dunia nyata. Skalabilitas juga merupakan faktor yang sangat diinginkan, karena dalam beberapa kasus penggunaan IIS, jutaan endnode sensor dapat dihubungkan sehingga IIS harus mampu berkembang untuk mengakomodasi semuanya. Demikian pula, ketahanan adalah faktor utama lainnya dalam konteks industri karena keandalan adalah hal yang terpenting. Jaringan harus cukup kuat untuk bertahan dalam kondisi dunia nyata yang sulit. Dalam lingkungan seperti ini, titik akhir akan gagal, sehingga diperlukan pelokalan kehilangan dan cakupan komunikasi. Selain itu, titik akhir mungkin dapat memulihkan dirinya sendiri melalui pengumpulan energi sehingga harus dapat memulihkan komunikasi dengan baik.

Keamanan Konektivitas

Komunikasi data memerlukan keamanan yang mengikuti tiga prinsip TI CIA (kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan). Namun, keamanan IIS dalam konteks titik akhir memiliki persyaratan berikut.

Kebijakan pertukaran titik akhir yang eksplisit melalui manajemen akses:

Teknik otorisasi—Ini melalui teknik dan sistem manajemen Identitas dan Akses (IAM).

Enkripsi—Baik untuk proses autentikasi identitas maupun untuk data yang masuk. Selain itu, karena IIS dapat memiliki siklus hidup yang panjang hingga 20 tahun, dalam beberapa kasus, komponen konektivitas harus memiliki umur panjang dan mudah diganti atau ditingkatkan.

Karakteristik Fungsional Utama Konektivitas

Peran kunci dari fungsi konektivitas adalah untuk menyediakan sintaksis umum (berbicara dalam protokol yang sama) dan menentukan interoperabilitas antar titik akhir sehingga mereka dapat saling memahami. Akibatnya, informasi harus terstruktur sehingga setiap node dapat membangun datanya dalam format yang sama dan memahami pertukaran informasi.

Namun, ada juga pengiriman dan izin, yang memungkinkan pengambilan keputusan cerdas, penemuan, dan pertukaran informasi antar node. Hasilnya, kerangka konektivitas dapat mendukung otentikasi dan otorisasi, misalnya hak untuk membaca/menulis dan bertukar data. Namun, dalam topologi desain, komunikasi dapat bersifat peer-to-peer, server klien, atau publikasi/berlangganan. Teknologi terbitkan/berlangganan adalah protokol berdasarkan penerbit yang menerbitkan tanggal topik yang ingin didaftarkan oleh pelanggan. Hasilnya adalah hal ini memisahkan penerbit dari pelanggan, menjadikan mereka independen satu sama lain. Anda akan melihat banyak model penerbitan/berlangganan, seperti MQTT dan DDS, seiring kemajuan Anda dalam membaca buku ini.

Ada juga fungsi layanan kualitas data, seperti persyaratan untuk mengirimkan data pada prioritas yang lebih tinggi, dan dengan kualitas layanan yang lebih baik. Data yang dikirim

melalui titik akhir mungkin merupakan data upaya terbaik, email, atau data yang memerlukan kinerja tinggi dan kinerja latensi rendah seperti streaming video, data, atau suara.

Oleh karena itu, kami melihat mekanisme penyampaian berikut:

- ❖ Pengiriman paling banyak sekali—Ini biasanya disebut *fire and forget* dan menggunakan protokol yang tidak dapat diandalkan seperti UDP
- ❖ Setidaknya sekali pengiriman—Ini adalah pengiriman yang andal seperti TCP/IP di mana setiap pesan dikirimkan ke penerima
- ❖ Tepat sekali pengiriman—Teknik ini digunakan dalam pekerjaan batch sebagai sarana pengiriman yang memastikan paket yang terlambat, tertunda karena latensi berlebihan atau penundaan atau bahkan jitter tidak mengacaukan hasilnya

Selain itu, ada juga banyak faktor lain yang perlu dipertimbangkan seperti umur, yang berhubungan dengan IIS untuk membuang paket data lama, seperti faktor *time-to-live* pada paket IP. Ada juga toleransi kesalahan, yang memastikan adanya kemampuan bertahan dari kesalahan dan tersedia rute alternatif atau redundansi perangkat keras, yang akan menjamin ketersediaan dan keandalan. Demikian pula halnya dengan keamanan, yang akan kita bahas secara rinci pada bab selanjutnya.

6.10 FUNGSI UTAMA LAPISAN KOMUNIKASI

Fungsi lapisan komunikasi dapat mengirimkan data ke alamat dan aplikasi yang benar. Jika, misalnya, suatu aplikasi ingin berkomunikasi saat browsing web, aplikasi tersebut akan mengalamatkan paket dengan alamat IP penerima, seperti 172.16.10.5, pertanyaannya adalah bagaimana kartu jaringan penerima akan mengetahui aplikasi ke mana paket masuk tersebut harus dikirimkan. Jawabannya cukup sederhana, misalnya layanan pos mengirimkan data pengalamatan IP ke suatu alamat, mungkin pada contoh 172.16.10.5. Namun, nomor port, dalam contoh ini 80 untuk lalu lintas HTTP, memberitahukan kartu antarmuka jaringan ke aplikasi mana data harus dikirimkan. Hal ini mirip dengan mengirimkan surat ke sebuah kondominium, di mana mungkin terdapat ratusan apartemen yang semuanya berbagi jaringan. alamat yang sama. Pelabuhan (nomor apartemen) memastikan pengiriman yang benar.

Namun, ada beragam teknologi dan protokol potensial. Terlebih lagi, ada banyak cara agar titik akhir dapat berkomunikasi melalui IP; misalnya titik akhir dapat menggunakan unicast, yang merupakan pengalamatan langsung titik-ke-titik (saya tahu alamat dan port individual Anda, saya akan menyampaikan pesan secara khusus kepada Anda), atau mereka dapat menggunakan multicast, di mana sumber mengirimkan siaran ke saluran yang dipilih. kelompok penerima. Selain itu, ada teknik siaran dimana siaran penuh ke setiap node di segmen jaringan menerima pesan, baik mereka menginginkan informasi tersebut atau tidak. Hal ini tentu saja sangat membuang-buang bandwidth; namun, ini bisa sangat efisien dalam hal waktu respons.

Beberapa protokol, seperti TCP/IP, berbasis koneksi yang membuat jabat tangan tiga arah untuk membuat sesi sebelum mengirimkan data. TCP/IP dirancang beberapa dekade yang lalu untuk memfasilitasi transmisi data melalui media jaringan yang tidak dapat diandalkan, seperti modem dial-up 56Kbps yang lama. UDP di sisi lain tidak dapat diandalkan, karena ia mengirim dan melupakan, namun cepat dan sangat efisien melalui jaringan yang dapat diandalkan seperti LAN. Ada juga protokol modern lainnya yang muncul untuk mengatasi kegagalan TCP/IP dan UDP dan untuk mengatasi persyaratan teknologi modern dari teknologi tertentu seperti VoIP dan video streaming. Protokol baru ini menggunakan RTP (protokol transport yang andal), yang mengatasi sebagian besar masalah penundaan dan waktu setup yang lama dengan TCP/IP, dan juga mengurangi ancaman tidak dapat diandalkannya UDP.

Namun, masalahnya adalah sebagian besar protokol komunikasi tidak sinkron, dan ini merupakan masalah besar. Jika kita mengambil contoh sebuah node yang berkomunikasi dengan server yang mengirimkan peringatan atau alarm, maka diperlukan tindakan secara real atau mendekati waktu nyata. Untungnya, bus lapangan dan teknologi komunikasi sinkron lainnya mampu mewujudkan hal ini, sehingga menghasilkan komunikasi yang akurat. Namun Ethernet bisa sinkron, baik berdasarkan desain atau dengan menggunakan protokol pengaturan waktu seperti Precision Time Protocol atau dengan menggunakan antarmuka Ethernet sinkron.

Pada bagian terakhir, kita melampaui desain dan konektivitas fisik, namun kita tetap harus mempertimbangkan bahwa jaringan saat ini juga berkaitan dengan manajemen data yang efisien karena teknik penanganan data diperlukan dan relevan dengan cara kita mengurangi dan mengubah data untuk masukan ke mesin analitik. Selain itu, mengelola data dalam jumlah besar adalah inti dari IIoT dan merupakan cara kita dapat berkomunikasi secara efisien antar perangkat dalam jumlah besar.

6.11 MANAJEMEN DATA

Menangani sejumlah besar data yang kita perkirakan akan diperoleh dari skenario Internet Industri seperti data dalam penerbangan yang dihasilkan oleh mesin jet pesawat terbang, atau motor turbin angin, memerlukan pertimbangan khusus. Misalnya, kita harus mempertimbangkan bagaimana kita dapat mengelola data dalam jumlah besar, bahkan untuk tujuan apa. Sebuah rig pengeboran minyak menghasilkan data dalam jumlah besar, yang sebagian besar dibuang karena dianggap tidak berharga sebelum teori Big Data menyatakan bahwa semuanya disimpan dan tidak dibuang apa pun.

Namun masalahnya adalah sensor menghasilkan data dalam jumlah besar seiring berjalannya waktu, dan data tersebut harus ditangani, dikelola, dan dianalisis dengan biaya yang besar. Perusahaan menolak biaya pengangkutan dan penyimpanan data ini, karena analisis masih bergantung pada ilmuwan data yang mengajukan pertanyaan yang benar, namun mereka melakukannya pada tingkat yang semakin tidak senonoh. Namun, hal ini tidak menghentikan mereka untuk menimbun data dengan sedikit niat atau strategi untuk mendapatkan nilai. Oleh karena itu, industri harus mencari cara efektif untuk mengurangi

volume data yang mereka kumpulkan. Demikian pula, mereka juga harus mencari cara yang efisien untuk menganalisis data, sehingga memperoleh manfaat optimal dari data yang mereka kumpulkan.

Reduksi data cenderung melalui pengambilan sampel atau penyaringan, yang mengurangi volume dan kecepatan data yang dikumpulkan tanpa kehilangan nilai kandungan informasinya. Pengambilan sampel dan pemfilteran adalah teknik reduksi data tanpa faktor analitis apa pun. Namun, proses analisis sebenarnya merangkum data dan menghasilkan perkiraan, sehingga reduksi data sebanding dengan kompresi data, di mana Anda kehilangan banyak noise namun kebenaran sinyalnya tetap ada.

Yang penting, jika kita berusaha mengumpulkan semua data penting yang dihasilkan oleh proses industri, maka kita harus mempunyai cara yang efisien untuk mengidentifikasi dan kemudian mengumpulkan data yang kita minati, dan mengabaikan sisanya. Pola publikasikan dan berlangganan merupakan cara efektif untuk menerima informasi yang ingin kita ketahui saja. Daripada menerima semuanya, kita bisa selektif memilih topik atau kategori data mana yang ingin kita teruskan. Publikasikan dan berlangganan bekerja sangat efisien dalam OOP (Pemrograman Berorientasi Objek) dan dalam mengelola distribusi beragam data dalam jumlah besar di seluruh jaringan.

Teknik pola terbitkan/berlangganan sangat efisien untuk mendistribusikan dan bertukar pembaruan informasi antar sistem terdistribusi yang terhubung secara longgar. Model terbitkan/berlangganan memfasilitasi optimalisasi komunikasi di seluruh jaringan antara sistem yang menghasilkan konten yang menarik, seperti alarm dan peringatan, dan sistem yang berkepentingan untuk mendengarkan pembaruan secara efisien dan secepat mungkin.

Keuntungan dari pola terbitkan/berlangganan adalah dapat memisahkan penerbitan dan pelanggan baik dalam lokasi maupun waktu, yang berarti pelanggan segera menerima pembaruan status penerbit terlepas dari lokasi atau waktu jaringan mereka. Hal ini mengurangi risiko penundaan peringatan dan alarm karena jajak pendapat pelanggan untuk pembaruan. Namun, terbitkan/berlangganan memiliki keuntungan lain, seperti ketika mereka berada di jaringan yang tidak dapat diandalkan, dalam hal ini penerbit akan menyimpan dan memperbarui pelanggan ketika konektivitas pulih.

Tujuan publikasi dan berlangganan adalah untuk menyediakan aliran data latensi rendah yang andal antara node tingkat tepi dan layanan berbasis cloud. Sebaliknya, ia juga dapat memasok data aliran kontrol dari sistem di platform dan tingkat perusahaan ke perangkat endnode. Selain itu, ini memberikan skalabilitas karena dapat menangani sejumlah besar penerbit, yang merupakan sumber data dan pelanggan, sebagai konsumen data.

Publikasikan dan berlangganan dapat mendukung mode operasi berikut alarm dan kejadian, perintah dan kontrol, serta konfigurasi. Tergantung pada protokol dan topologinya, ini dapat berfungsi sebagai topologi bus atau broker.

Pertanyaan

IIS memiliki dua cara untuk membuat pertanyaan perangkat lunak. Ada model kueri satu kali, yang mirip dengan kueri database tradisional, yang merupakan proses pekerjaan

batch, dan ada kueri berkelanjutan. Metode selanjutnya dikaitkan dengan analisis aliran data dan database dalam memori, yang memungkinkan pemrosesan data waktu nyata.

Kueri dapat menginterogasi subnet tertentu dari data yang dihasilkan perangkat. Jika perangkat tersebut dapat dialamatkan secara langsung, data yang diminta akan ditarik berdasarkan permintaan atau didorong ke gateway yang menangani I/O untuk perangkat yang tidak dapat dialamatkan. Ada juga penggunaan perintah kueri secara selektif, yang mana pengguna dapat melakukan kueri atau mengotomatisasi secara manual melalui perangkat lunak. Metode terakhir biasanya digunakan dalam analisis dan pelaporan yang dijalankan secara batch.

6.12 PENYIMPANAN, PERSISTENSI, DAN PENGAMBILAN

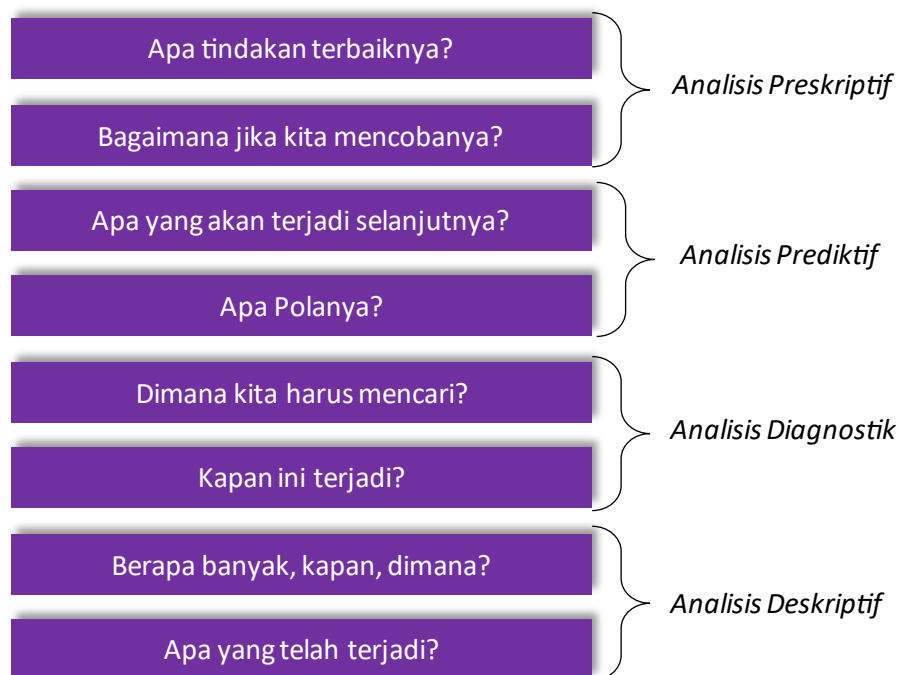
Penyimpanan, persistensi, dan pengambilan memiliki beberapa tujuan penting, seperti menyediakan fungsi yang memungkinkan pembuatan catatan audit, mendukung simulasi melalui pemutaran ulang, dan menyediakan penyimpanan dan skalabilitas yang andal melalui penyimpanan cloud.

Ada beberapa bentuk penyimpanan data yang didukung dalam IIS:

- ❖ **Rekam**—Mendukung pendefinisian subset data persisten dalam urutan berurutan, mirip dengan database. Namun, data rekaman biasanya tidak digunakan sebagai subjek kueri, melainkan data rekaman digunakan untuk pencatatan, pasca-pemrosesan, dan analisis.
- ❖ **Putar Ulang**—Metode ini mendukung pengambilan data sebagai kumpulan, yang memungkinkan data yang direkam sebelumnya diputar ulang sebagai item data sesuai urutan penerimaannya.
- ❖ **Historian**—Mengumpulkan dan menyimpan data dari proses mesin lokal untuk pemrosesan batch.
- ❖ **Big Data**—Solusi pilihan modern untuk mengelola dan menyimpan data sistem dalam jumlah besar. Kemampuan untuk menyimpan data dalam jumlah besar bergantung pada elastisitas dan efektivitas biaya cloud.

6.13 ANALISIS DATA TINGKAT LANJUT

Seperti banyak teknologi atau teknik di Internet Industri, analisis tingkat lanjut bukanlah sesuatu yang baru; memang konsep tersebut telah ada selama beberapa dekade dan hanya algoritma dan metodenya saja yang berubah. Minat terhadap analisis tingkat lanjut tiba-tiba tumbuh dengan diperkenalkannya Big Data dan Internet of Things. Sebelumnya, minat terhadap algoritma canggih hanya terbatas pada sektor bisnis tertentu seperti asuransi, pemasaran, dan keuangan dimana risiko dan peluang merupakan pendorong utama. Namun, dengan munculnya Big Data dan sumber daya cloud untuk memanfaatkannya, muncul pula minat dari banyak sektor lain dalam industri, untuk mencari cara meningkatkan pengambilan keputusan, mengurangi risiko, dan mengoptimalkan hasil bisnis.



Gambar 6.7 Jenis Dan Metode Analisis

Hal ini membawa pergeseran besar dari intelijen bisnis tradisional, yang lebih berfokus pada analisis deskriptif yang menggunakan data historis untuk menentukan apa yang telah terjadi. Sebaliknya, para pemimpin bisnis mencari analisis tingkat lanjut, yang melengkapi analisis deskriptif dengan membawa analisis lebih lanjut melalui analisis diagnostik dengan menanyakan, bukan hanya apa yang terjadi, namun juga mengapa hal itu terjadi. Selain itu, ia menggunakan analisis prediktif untuk menanyakan apa yang akan terjadi. Dan yang terakhir, ia menggunakan analitik preskriptif untuk menanyakan apa yang harus Anda lakukan (lihat Gambar 6.7).

Meskipun analitik deskriptif dasar memberikan ringkasan umum data historis, analitik tingkat lanjut memberikan wawasan data yang lebih mendalam dan pada akhirnya pengetahuan dari analisis data yang lebih terperinci menggunakan kumpulan sampel yang lebih besar. Manfaat dari pengambilan keputusan berdasarkan data tidak hanya menurunkan risiko dan meningkatkan kemungkinan kesuksesan bisnis, namun juga mengungkap korelasi tersembunyi di dalam data. Misalnya, aplikasi anjungan minyak menerapkan analisis pada berbagai sumber terstruktur dan tidak terstruktur termasuk laporan geologi, studi data seismik, data pengeboran bawah lubang, foto satelit, data sonar dasar laut, dan banyak sumber data lainnya untuk merekomendasikan rencana eksplorasi dan pengeboran yang optimal.

Namun, mengekstraksi nilai dari data memerlukan serangkaian keterampilan dan bakat yang mencakup integrasi dan persiapan data, membuat model database dan lingkungan komputasi, penambangan data, dan mengembangkan algoritma cerdas tertentu. Hal ini karena memahami data bukanlah tugas yang mudah.

Pasar yang bergejolak membuat sangat sulit untuk memprediksi tren masa depan dan potensi dampak dari keputusan bisnis. Memiliki data yang akurat dan perkiraan yang andal

memungkinkan para pemimpin bisnis mengambil keputusan dengan percaya diri, seperti ketika membuat perencanaan dan analisis keuangan (FP&A).

Alat perangkat lunak intelijen bisnis standar dapat digunakan untuk menganalisis Big Data, seperti analisis prediktif, penambangan data, analisis teks, dan analisis statistik. Demikian pula, beberapa perangkat lunak BI perusahaan dan alat visualisasi data juga terbukti bermanfaat dalam proses analisis. Namun, salah satu karakteristik Big Data adalah campuran data terstruktur dan tidak terstruktur, dan data agregat semi-terstruktur ini mungkin tidak cocok dengan database relasional tradisional.

Selain itu, sumber daya komputasi yang tersedia di gudang data tradisional mungkin tidak mampu menangani tuntutan pemrosesan Big Data misalnya, analisis data real-time dari data jalur pipa minyak dan gas. Hasilnya, kelas teknologi Big Data yang lebih baru seperti Hadoop merupakan solusi penyimpanan data tidak terstruktur terdistribusi dan alat terkait seperti YARN, MapReduce, dan Spark. Demikian pula, database NoSQL lebih cocok dibandingkan database relasional SQL tradisional, karena database tersebut dapat menyimpan data dalam semua format struktural. Teknologi sumber terbuka baru ini menyediakan kerangka kerja yang mendukung pemrosesan kumpulan data yang besar dan beragam.

6.14 MERANCANG SISTEM INTERNET INDUSTRI

Transduser (sensor dan aktuator) adalah inti fundamental dari setiap arsitektur M2M atau IIoT. Mereka adalah perangkat terdepan dari sistem apa pun dan memungkinkan kita merasakan dan memanipulasi lingkungan kita. Namun, transduser hanya dapat digunakan jika dapat berkomunikasi dengan perangkat lain atau mesin pemrosesan pusat dan untuk melakukan hal tersebut, transduser harus saling terhubung.

Seperti yang kita lihat sebelumnya, M2M dan Industrial Internet of Things berbagi referensi dan arsitektur yang sama. Yang umum bagi keduanya adalah area jaringan kedekatan, yang menampung perangkat. Area kedekatan adalah kunci konektivitas yang menghubungkan semua perangkat dan backhaul ke aplikasi, server back-end, dan penyimpanan. Ingat bab sebelumnya, satu-satunya evolusi nyata antara M2M dan Internet Industri adalah pengertian bahwa IIoT memiliki konektivitas Internet.

Oleh karena itu, ketika kita membandingkan dan mempelajari arsitektur M2M dan arsitektur IIoT, kita dapat mempertimbangkan kecerdasan sistem cloud Internet dan middleware antarmuka sebagai bagian dari IIoT dan bukan sebagai bagian integral dari setiap sistem IIoT atau M2M. Oleh karena itu, kami dapat mengevaluasi konektivitas back-end setiap sistem secara terpisah dari area kedekatan umum.

Selanjutnya, jika kita mempertimbangkan elemen-elemen penting yang membentuk arsitektur IIoT dan M2M, yang merupakan persyaratan mendasar untuk membangun sistem yang saling berhubungan, kita dapat melihatnya sebagai hal yang setara. Bab ini membahas “Hal” koneksi perangkat yang merupakan indra dan manipulator sistem M2M dan IIoT.

Perangkat dapat memiliki banyak bentuk dan bentuk, dan ini merupakan prasyarat utama untuk memahami cara membangun sistem yang saling berhubungan. Tidak semua

perangkat sama atau memang memiliki kompleksitas atau persyaratan konektivitas yang sama. Perangkat dapat digunakan dalam berbagai cara di pakaian, kartu kredit, mesin, ponsel cerdas, mesin jet, dan bahkan di tubuh Anda yang berarti tidak masuk akal jika mencoba menciptakan sistem yang terpadu untuk memantau, mengelola, dan mengendalikan perangkat tersebut.

Selain itu, terdapat serangkaian transduser yang dapat dipilih, apakah berupa sensor analog pasif yang sederhana, murah, sensor digital TTL dan aktuator, sistem tertanam yang kompleks, sistem canggih pada sebuah chip (SoC), atau logika kepemilikan khusus tingkat lanjut yang terpasang di dalamnya. mesin industri yang mendukung protokol mereka sendiri. Kita tidak mungkin memiliki satu metode pun untuk menghubungkannya. Selain itu, setiap perangkat akan memiliki karakteristik komunikasinya masing-masing, bergantung pada perannya dan hal ini akan menentukan seberapa sering dan berapa banyak data yang dikirimkan. Peran dan jenis perangkat akan membatasi karakteristik fisik seperti ukuran dan kekuatan; misalnya System on a Chip (SoC) di pabrik pintar kemungkinan besar memiliki sumber daya eksternal. Di sisi lain, perangkat yang ditempatkan di lokasi lapangan yang terpencil mungkin memiliki daya sendiri, mungkin dengan baterai sel kancing kecil, yang tidak akan bertahan berbulan-bulan, melainkan bertahun-tahun. Tentu saja, ada sumber daya alternatif lain, seperti energi matahari atau tenaga angin, namun sumber daya tersebut masih terbatas, dan sepertinya tidak cocok untuk memberi daya pada satelit atau pemancar radio 3/4G/LTE.

Saat merancang perangkat dan sistem yang saling terhubung, penting untuk mempertimbangkan karakteristik fisik dan persyaratan kinerja setiap perangkat. Masalah-masalah ini akan menentukan metode dan protokol komunikasi mana yang cocok untuk setiap kasus. Merancang sistem yang saling berhubungan tidaklah rumit, dan alat yang tepat untuk setiap kasus sudah tersedia. Ini hanyalah sebuah kasus mencocokkan persyaratan dengan alat yang tersedia.

6.15 KONSEP IIOT

Setidaknya ada empat skenario dasar yang perlu dipertimbangkan ketika merancang sistem untuk menghubungkan perangkat IIoT. Setiap kasus penggunaan memiliki genre tertentu, dan muncul dari satu konsep horizontal Internet of Things. Konsep dunia Segala yang terhubung ke Internet, yang merupakan istilah umum untuk IoT, adalah teknologi horizontal yang mencakup banyak disiplin ilmu.

Selanjutnya, bagian konsep yang lebih spesifik muncul sebagai pasar vertikal dan ini adalah:

- IoT Perusahaan
- IoT Konsumen
- IoT Komersial
- IoT Industri

Masing-masing skenario memiliki karakteristik berbeda berdasarkan lingkungan di mana skenario tersebut biasanya diterapkan dan kebutuhan komunikasinya masing-masing. Misalnya, dalam skenario perusahaan, perangkat IoT biasanya terhubung menggunakan

koneksi Ethernet (berkabel atau nirkabel), karena ini adalah protokol komunikasi de-facto di perusahaan. Selain itu, perangkat hanya akan terhubung secara lokal dan berkomunikasi antar gateway, sistem back-end, dan perangkat penyimpanan. Ketika konektivitas Internet diperlukan oleh perangkat IoT perusahaan, entitas akan berkomunikasi melalui gateway Internet.

Sebaliknya, IoT komersial, seperti meteran listrik atau air yang dipasang di lokasi pinggiran kota atau pedesaan, tidak akan mendapatkan manfaat dari Ethernet nirkabel atau kabel yang tersedia secara lokal dan mungkin mengharuskan Anda berkomunikasi langsung dengan gateway Internet penyedia layanan. Hal ini mirip dengan IoT industri, namun apa yang mendefinisikan IIoT, seperti penerapan pabrik yang cerdas, adalah bahwa banyak komunikasi M2M yang diperlukan, bahkan wajib, dilakukan secara real-time. Oleh karena itu, untuk memahami cara membangun dan menghubungkan jaringan perangkat Internet Industri, Anda memerlukan pemahaman mendalam tidak hanya tentang bagaimana transduser akan berkomunikasi dengan seluruh dunia, tetapi juga tentang latensi dan prediktabilitas jaringan.

6.16 JARINGAN KEDEKATAN

Pilihan teknologi komunikasi akan secara langsung mempengaruhi biaya, keandalan, dan kinerja sistem interkoneksi perangkat. Namun, karena perancang sistem dapat menerapkan perangkat dengan berbagai cara, tidak ada satu teknologi pun yang cocok untuk semua skenario tidak ada satu teknologi yang cocok untuk semua skenario.

Sebagai contoh, pertimbangkan skenario sederhana penerapan IIoT di gedung pintar. Dalam desain ini, penempatan sensor dan aktuator di seluruh bangunan akan menjadi persyaratan. Mungkin terdapat ribuan sensor yang diperlukan untuk memantau kondisi lingkungan, seperti suhu, kelembapan, asap, suara, atau tekanan, dan mungkin ratusan aktuator untuk mengontrol sistem yang mendasarinya. Mengkabelkan semua perangkat ini secara fisik untuk listrik dan komunikasi di tempat yang sulit dijangkau akan menjadi tugas yang sangat mahal, berat, dan memakan waktu, sehingga menggunakan baterai dan jaringan sensor nirkabel untuk listrik dan komunikasi adalah solusi yang ideal.

Konsekuensinya, ketika kita merancang jaringan, kita harus mempertimbangkan persyaratan node sederhana yang memerlukan daya rendah namun perlu berkomunikasi dengan mentransfer data dalam jarak pendek. Ini adalah dasar dari jaringan area lokal WSN (wireless node network). Jaringan WSN terdiri dari banyak node WSN, dan ini biasanya merupakan transduser murah yang dihubungkan ke jaringan untuk membentuk konfigurasi mesh atau bintang lokal yang mencakup area lokal seperti lantai pabrik pintar atau ruang fisik di gedung pintar.

Tiap node WSN bagaikan sensor tertanam murah yang memiliki kecerdasan terbatas dan menjalankan satu fungsi seperti yang digunakan untuk memonitor suhu atau ketinggian air. Karena murah, mereka dapat digunakan dalam jumlah besar dalam Jaringan Sensor Nirkabel (WSN), yang mencakup wilayah strategis yang luas. Hasilnya, WSN terdiri dari kumpulan node WSN yang terdistribusi, seperti sensor dan aktuator yang ditempatkan secara strategis dan saling berhubungan dalam topologi star atau mesh. Karena topologi desainnya,

setiap node WSN meneruskan data ke tetangganya hingga data mencapai node tepi, yang biasanya merupakan perangkat pengontrol hub. Lalu lintas balik, yang menjalankan fungsi kontrol, akan berjalan dari aplikasi back-end ke aktuator dengan cara yang sama.

Karakteristik lain dari node WSN adalah dayanya yang rendah sehingga dapat menggunakan baterai atau dapat memanen energi melalui radiasi matahari, kinetik, angin, atau elektromagnetik. Node WSN hanya menghasilkan atau menggunakan sejumlah kecil data; misalnya, mereka mendeteksi dan mengkomunikasikan perubahan suhu apa pun atau menyalakan lampu atau mengaktifkan relai. Node WSN sering kali menggunakan antarmuka komunikasi yang sangat mendasar sehingga perlu terhubung ke perangkat edge yang sadar IP untuk berkomunikasi dengan seluruh sistem.

Node Tepi WSN

Node tepi WSN adalah gerbang antara jaringan WSN dan biasanya jaringan backhaul IP. Node tepi juga kemungkinan akan melakukan penerjemahan dan pembungkahan ulang protokol komunikasi lokal antara node WSN dan node tepi ke IP, dan akan melakukan agregasi dan korelasi data dari semua node. Selain itu, node tepi akan dapat mengidentifikasi setiap node WSN melalui antarmuka standarnya. Selain itu, node tepi akan melakukan beberapa pemrosesan data lokal dan menyaring sebagian besar lalu lintas yang tidak diperlukan yang melintasi tautan jaringan IP backhaul. Alasan kami memiliki pemrosesan lokal di perangkat edge adalah, dalam jaringan WSN, kami hanya perlu mengetahui perubahan status sensor. Tidak perlu mengirimkan aliran data identik secara konstan dari sensor melalui jaringan IP ke aplikasi kontrol jika tidak ada yang berubah. Oleh karena itu, pengontrol tepi hanya meneruskan pemberitahuan perubahan status dalam sensor tertentu (Δ). Hal ini sangat mengurangi lalu lintas yang diteruskan ke pengontrol tanpa hambatan apa pun terhadap kinerja atau efisiensi.

Protokol Jaringan WSN

Karakteristik dari semua node WSN adalah memerlukan teknologi dan protokol komunikasi berdaya rendah. Wi-Fi merupakan pesaing yang jelas dalam beberapa kasus penggunaan perusahaan dan komersial karena ada di mana-mana di sebagian besar tempat komersial dan industri. Namun, Wi-Fi memerlukan daya yang besar dan mungkin bertentangan dengan WLAN yang ada. Akibatnya, perangkat IIoT yang digunakan dalam kasus penggunaan industri dipilih berdasarkan konsumsi daya radio yang rendah, dan perangkat yang tidak bertentangan dengan siaran radio yang ada. Ada banyak teknologi bersaing yang tersedia.

6.17 TEKNOLOGI BERDAYA RENDAH

Penelitian dan pengembangan terbaru teknologi jaringan IIoT bertujuan untuk memfasilitasi pengembangan solusi konektivitas berbiaya rendah dan berdaya rendah. Teknologi baru berdaya rendah ini mendukung desain dan pembuatan jaringan node WSD cerdas dan mini yang sangat besar. Saat ini, upaya penelitian dan pengembangan besar-besaran mencakup penelitian radio berdaya rendah dan efisien, yang memungkinkan masa pakai baterai hingga beberapa tahun. Ada juga minat yang besar terhadap produksi perangkat

IoT yang mampu memanfaatkan energi matahari, angin, atau medan elektromagnetik sebagai sumber daya, karena hal ini dapat menjadi kemajuan teknologi besar dalam penerapan jaringan mesh gaya M2M jarak jauh di daerah pedesaan. Misalnya saja dalam skenario pertanian cerdas. Perangkat IoT pemanen energi akan menyediakan sarana melalui jaringan M2M mesh untuk solusi jangka panjang yang sangat toleran terhadap kesalahan dan tanpa pengawasan yang hanya memerlukan sedikit intervensi manusia.

Namun penelitian dan teknologi tidak hanya terfokus pada teknologi saja. Mereka juga dengan cermat mempelajari metode yang akan membuat protokol aplikasi dan format data jauh lebih efisien. Misalnya, sumber daya rendah mengharuskan perangkat yang beroperasi dengan tingkat daya minimal atau yang memanfaatkan energi, sekali lagi pada tingkat subsisten, harus mengomunikasikan datanya dengan cara yang sangat efisien dan tepat waktu dan hal ini mempunyai implikasi serius terhadap desain protokol. Ada juga beberapa trade-off serius yang perlu dipertimbangkan, misalnya kecepatan data yang lebih tinggi memerlukan tingkat daya yang lebih tinggi agar radio dapat melakukan transmisi pada frekuensi yang lebih tinggi, sehingga frekuensi yang lebih rendah sering kali dianggap lebih baik. Namun, frekuensi yang lebih rendah juga berarti transmisi yang lebih lambat, untuk jumlah data yang sama, sehingga radio akan bertahan lebih lama, sehingga mengonsumsi daya tambahan. Oleh karena itu, kita harus mempertimbangkan dengan hati-hati frekuensi (bandwidth), ukuran pesan yang dikirim, serta teknologi dan protokol yang tersedia untuk menjaga daya radio/waktu transmisi seminimal mungkin guna menghemat masa pakai baterai.

Merancang Jaringan Perangkat Berdaya Rendah

Masalahnya adalah dengan penerapan transduser IIoT, tidak semua teknologi dan protokol cocok untuk setiap skenario. Ada juga masalah lain yaitu ada masalah teknis yang membuat kebingungan. Sebagai contohnya, pertimbangkan perangkat (transduser) yang terhubung melalui topologi mesh atau star. Bagaimana perangkat ini berkomunikasi secara efektif dengan perangkat lain atau dengan perangkat gateway edge?

Ada beberapa permasalahan disini salah satunya adalah teknologi lapisan fisik yang diadopsi, misalnya kabel atau nirkabel. Teknologi nirkabel komunikasi radio harus memenuhi standar yang disyaratkan untuk penerapannya. Lagi pula, tidak ada gunanya menghasilkan produk startup yang menggunakan antarmuka non-standar di industri yang dituju. Di sinilah standar menjadi sangat penting.

Sekarang standar sangatlah penting, namun sangat kering, jadi kami hanya akan membahas standar industri utama yang harus dipatuhi oleh produk spesifik industri mana pun. Contohnya adalah sebuah startup yang mengembangkan produk hebat harus mematuhi standar industri relevan yang ada, jika tidak maka produk tersebut tidak akan pernah diterima secara komersial. Para pengambil keputusan di industri sangat menghindari risiko dan kecil kemungkinannya untuk mengambil solusi yang tidak memenuhi standar industri yang ada.

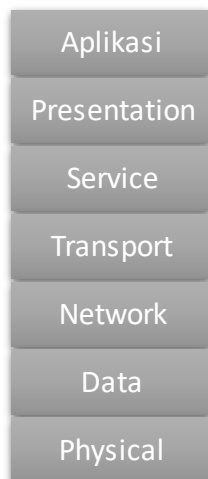
Sebagai contoh, pertimbangkan bus kendaraan yang memiliki jaringan komunikasi internal khusus yang menghubungkan komponen-komponen di dalam kendaraan (mobil, bus, kereta api, kapal, atau pesawat terbang). Kendaraan menggunakan topologi bus khusus, karena memiliki persyaratan khusus untuk pengendalian kendaraan dan untuk keselamatan

penumpang, seperti sistem kendaraan yang memerlukan jaminan pengiriman pesan yang tinggi ke setiap komponen. Sistem kendaraan juga mengharuskan adanya pesan yang tidak bertentangan, waktu pengiriman pesan yang deterministik, yang memerlukan perutean yang berlebihan. Namun, biaya rendah dan ketahanan terhadap kebisingan EMF adalah dua karakteristik lain yang mengharuskan penggunaan protokol jaringan yang kurang umum.

Protokol populer termasuk ControllerAreaNetwork (CAN), LocalInterconnect Network (LIN), dan lain-lain. Teknologi jaringan komputer konvensional (seperti Ethernet dan TCP/IP) jarang digunakan, kecuali di pesawat terbang, yang menggunakan implementasi ARINC 664 seperti Avionics Full-Duplex Switched Ethernet. Pesawat yang menggunakan AFDX antara lain B787, A400M, dan A380.

Standar lain yang sudah mapan adalah IEEE 1451. IEEE 1451, sebuah keluarga Standar Antarmuka Transduser Cerdas, menjelaskan serangkaian antarmuka komunikasi yang terbuka, umum, dan tidak bergantung pada jaringan untuk menghubungkan transduser (sensor atau aktuator) ke mikroprosesor, sistem instrumentasi, dan kontrol. /jaringan bidang.

Hal ini tentu saja menimbulkan pertanyaan tentang teknologi dan protokol apa yang harus digunakan, dan untuk menjawab pertanyaan tersebut kita perlu memahami—hanya pada tingkat tinggi bagaimana perangkat (M2M) berkomunikasi. Untuk memahami hal ini, kita perlu kembali ke beberapa hal mendasar tabel OSI untuk komunikasi jaringan berlapis (lihat Gambar 6.1).



Gambar 6.8Tabel OSI

Tabel OSI tujuh lapisan, ditunjukkan pada Gambar 6.8, menentukan setiap lapisan struktural dalam komunikasi data. Dengan mengacu pada Gambar 6.8, kita dapat mengisolasi tujuh lapisan fungsional:

Lapisan 1—Lapisan fisik tempat perangkat keras menghasilkan sinyal listrik atau optik untuk mewakili data yang melintasi jaringan fisik baik itu serat optik, tembaga (cat 5 atau 6), atau nirkabel.

Lapisan 2—Lapisan Data, protokol yang memungkinkan setiap sistem host memahami pembungkai data. Misalnya, data apa yang berkaitan dengan pengalamatan host, dan data apa yang merupakan payload.

Lapisan 3—Lapisan Jaringan berhubungan dengan alamat jaringan, yang merupakan IP spesifik, yang mengidentifikasi host.

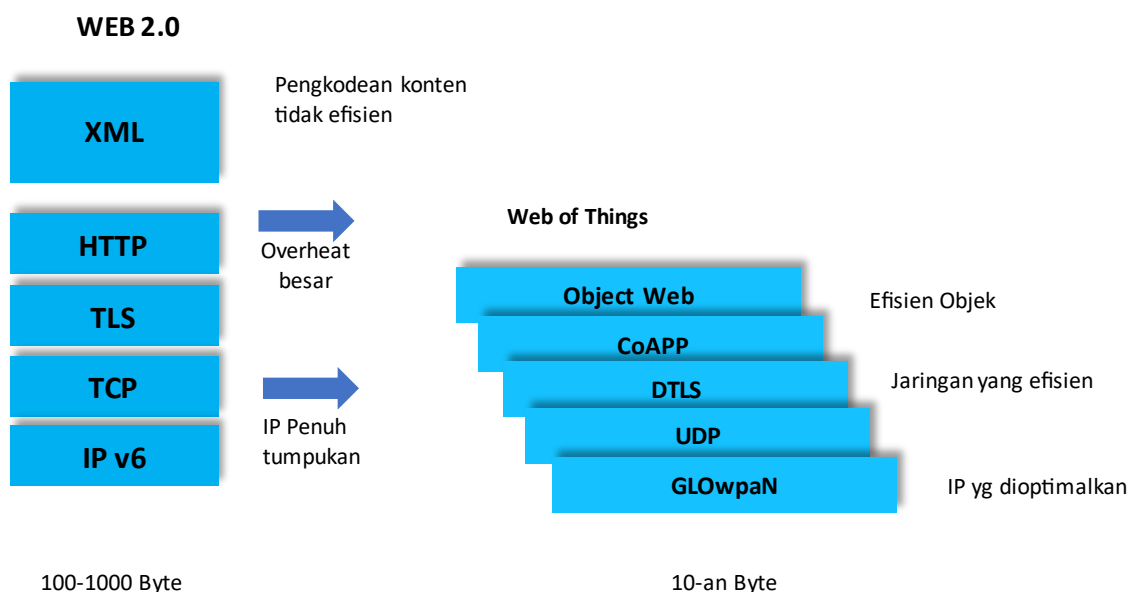
Lapisan 4—Fasilitas Transport, yang khusus untuk TCP/IP dan menangani paket yang hilang, paket yang tidak berurutan, dan dapat meminta pengirim untuk mengirim ulang atau mengatur ulang paket berdasarkan nomor urutnya.

Lapisan 5—Lapisan Sesi memelihara informasi sesi antara dua host, yang sangat penting pada TCP/IP karena dapat menerapkan enkripsi dan tindakan keamanan lainnya.

Lapisan 6—Lapisan Presentasi mengirimkan data dalam format yang diperlukan penerima.

Lapisan 7—Lapisan Aplikasi berisi protokol ujung ke ujung yang digunakan untuk komunikasi. Misalnya HTTP ketika klien web berbicara dengan server web.

Ini adalah struktur ISO yang membantu kami selama beberapa dekade terakhir dalam komunikasi data; namun, aplikasi berbasis web memerlukan struktur yang lebih padat. Itu menjadi model berlapis TCP/IP lima lapis, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5-2.



Gambar 6.9. Lapisan web 2.0

Demikian pula, IIoT untuk mencapai kinerja yang diperlukan untuk aplikasi dan layanan real-time memerlukan kerangka kerja yang lebih ringkas. Intinya di sini adalah bahwa komunikasi data antar titik akhir menjadi lebih penting karena kita telah mengadopsi teknologi canggih dan perjanjian tingkat layanan. Hal ini tentunya terjadi pada IoT, karena komunikasi real-time sangat penting bagi industri.

Dengan IoT konsumen, yang mungkin lepas landas atau tidak, komunikasi real-time tidak wajib dilakukan. Pengguna awal perangkat rumah pintar, olahraga, atau perangkat

kesehatan mungkin sudah muak dengan kegagalan otomatisasi IoT, namun hal ini bukanlah sebuah bencana besar. Namun, di bidang manufaktur atau industri lainnya, kegagalan operasional atau sistem dapat menyebabkan hilangnya pendapatan jutaan dolar. Hal ini tentu saja menjadikan IIoT sangat menarik sekaligus memiliki risiko yang sangat besar.

Pertanyaannya kemudian adalah bagaimana IIoT mengatasi masalah tersebut, yang dapat mengurangi stres para CEO yang tidak mau mengambil risiko. Jawabannya adalah melalui struktur protokol yang berbeda, ketika aplikasi berbasis web mengurangi tumpukan ISO menjadi lima tingkat, struktur IoT semakin berkurang dan bergantung pada protokol yang jauh lebih efisien. Misalnya, bandingkan model pada Gambar 5.3.

	<i>Internet Protocol Suite (TCP/IP)</i>	<i>IP Smart Object Protocol Suite</i>
Lapis Aplikasi	HTTP/FTP/SMTP/etc	CoAP
Lapis Transport	TCP/UDP	UDP
Lapis Network	IP v4 / IP v6	GLOWPAN
Lapis Link	802.3 – Ethernet 802.11 – Wireless	IEE 802.15.4e

Gambar6.10. Lapisan IP vs lapisan IIoT

Evolusi model OSI dengan jelas menunjukkan kemajuan besar dalam teknologi dan efisiensi protokol. IIoT mengatasi tantangan-tantangan ini dan memanfaatkan kemajuan teknologi fisik dan komunikasi protokol yang canggih untuk mengatasi masalah IP yang ada dengan latensi, jitter, dan penundaan, yang merupakan kutukan bagi jaringan IP tradisional. Hasilnya, kami kini memiliki tumpukan OSI terkondensasi yang menyediakan komunikasi node-dua-node yang lebih efisien dan memberikan kinerja lebih baik, yang dapat memenuhi standar efisiensi industri. Hasilnya adalah pertumbuhan besar dalam kinerja teknologi radio dan kabel pada lapisan fisik; Lagi pula, siapa yang bisa percaya satu dekade yang lalu bahwa kita akan memiliki jaringan nirkabel 1 GB dan operator yang menerapkan teknologi Ethernet kabel 40/100 GB di tulang punggung mereka? Demikian pula, kita telah melihat peningkatan besar dalam efisiensi protokol pbingkai data rasio overhead terhadap data dalam paket IP yang dikirimkan melalui jaringan berdaya rendah telah menurun drastis.

Selain itu, kami tidak mungkin membayangkan kemajuan teknologi dan protokol jaringan yang akan membuat IoT menjadi mungkin dilakukan. Bagian selanjutnya menunjukkan beragam teknologi dan protokol yang tersedia saat merancang sistem IIoT; ingatlah bahwa satu ukuran tidak cocok untuk semua.

Ketika kita mempertimbangkan Internet Industri, tidaklah mudah untuk memilih satu protokol umum, seperti IPv6, untuk keseluruhan jaringan karena kita harus

mempertimbangkan bagaimana kita akan mengintegrasikan beragam teknologi komunikasi lama. Hal ini penting karena banyak perangkat yang ada, khususnya sensor, akan menjadi perangkat bodoh atau pasif tanpa kemampuan untuk menghosting tumpukan IP, misalnya. Perangkat ini mungkin telah dikonfigurasi untuk dihubungkan langsung melalui kabel ke PCB atau PC mungkin menggunakan koneksi serial RS232. Banyak sensor yang ada di lingkungan manufaktur akan dikonfigurasi dengan cara ini sehingga kita perlu memeriksa beberapa teknologi komunikasi yang ada dan bagaimana kita dapat memanfaatkannya ke dalam arsitektur Internet Industri yang baru.

Protokol Industri Warisan

Jika kita mempertimbangkan bahwa banyak teknologi industri yang diimplementasikan dengan siklus hidup hingga 20 tahun, maka tidak mengherankan jika kita masih memiliki banyak teknologi lama yang masih ada. Memang kita memiliki apa yang dianggap sebagai protokol komunikasi kuno yang masih aktif di lingkungan industri; namun, protokol ini bekerja dengan baik dan memberikan kinerja yang dibutuhkan dalam lingkungan industri.

6.18 KOMUNIKASI SERIAL RS232

Komunikasi analog serial dan spesifikasi RS232 kembali ke zaman mainframe dan komunikasi melalui modem yang menggunakan kabel dan konektor telepon standar, colokan DIN serial sembilan pin, atau bahkan modem yang menampung handset telepon. Secara umum, RS232 berjalan pada 9.600Kbps tetapi kecepatannya meningkat menjadi 56Kbps dan bahkan lebih tinggi. Spesifikasi RS232 bersifat peer-to-peer di mana hanya dua mesin, host titik akhir, yang dapat berkomunikasi secara langsung. Hal ini terjadi karena RS232 dijalankan melalui satu kabel seperti saluran telepon yang menghubungkan dua host. Ada juga fakta bahwa RS232 dan mode komunikasi serial lainnya berjalan pada lapisan 1 model OSI. Hal ini berarti tidak ada lapisan data link atau pengalamatan MAC yang digunakan bersama, jadi host hanya terhubung satu sama lain setelah baud rate, parity, dan stop bit dipastikan kompatibel. Otentikasi bergantung pada sistem host, bukan teknologi komunikasi. Oleh karena itu RS232 sangat sederhana dan mudah diimplementasikan bahkan pada perangkat yang paling terbatas secara fisik, karena tidak memerlukan prosesor dan tumpukan protokol yang lebih tinggi seperti TCP/IP.

Perangkat yang menjalankan RS232 dapat dengan mudah diakomodasi, meskipun kurangnya kemampuan IP melalui konverter serial-ke-USB yang murah, yang dapat kita sambungkan langsung ke gateway area kedekatan. Selain itu, sebagai bentuk komunikasi analog, RS232 dapat menjangkau tautan yang lebih panjang dibandingkan metode komunikasi digital dan jauh lebih rentan terhadap noise dan sinyal memudar, bahkan dalam jarak jauh. Oleh karena itu, tidak ada alasan kuat, jika perangkat ini masih menjalankan tugas yang dirancang untuknya, untuk meningkatkan atau menggantinya.

Lingkar Arus 40-20mA

Metode analog tradisional lainnya dalam transmisi data di lingkungan industri adalah melalui teknologi yang disebut loop arus, meskipun para teknisi sering menyebutnya sebagai

4-20mA. Istilah 4-20mA berasal dari cara kerja teknologinya. Penerima pada loop akan menerima input analog dari, katakanlah, sensor suhu. Pemancar kemudian memodulasi sinyal analog tersebut menggunakan sumber data DC yang lebih besar dari 4mA dan kurang dari 20mA. Penyebaran 16mA ini dibagi menjadi alokasi digital kecil dan pemancar loop saat ini akan menetapkan sinyal analog yang masuk pada tingkat yang sesuai, sebanding dengan nol menjadi 4mA dan nilai tertinggi yang mungkin 20mA. Dengan memodulasi sinyal masuk pada arus DC yang disuplai oleh sumber listrik bukan pemancar representasi analog yang akurat dari sinyal dapat direproduksi.

Loop arus memiliki semua keunggulan dari bentuk komunikasi analog lainnya, misalnya tidak rentan terhadap kebisingan dan dapat diangkut dalam jarak jauh. Selain itu, karena loop arus menggunakan angka nol palsu (4mA), kebisingan di permukaan tanah sebenarnya berada di bawah sinyal, yang memiliki tingkat dasar minimal 4mA. Oleh karena itu, setiap kebisingan tingkat rendah mudah dipisahkan dari sinyal. Hal hebat lainnya tentang loop arus adalah jauh lebih mudah untuk memecahkan masalah, karena mengikuti hukum kelistrikan dan sifat-sifat loop. Di setiap titik dalam satu lingkaran, level arusnya akan sama, yang berarti dapat dengan mudah diperiksa hanya dengan menggunakan voltmeter digital. Jika menunjukkan 12mA pada sumbernya maka dijamin menunjukkan 12mA pada penerima.

Loop arus digunakan secara luas di lingkungan manufaktur lama dan pabrik untuk menghubungkan perangkat analog. Ini dapat diandalkan, kuat, dan tahan terhadap kebisingan dan gangguan.

Teknologi Bus Lapangan

Dua contoh teknologi industri sebelumnya mengutip dua teknologi analog yang lambat namun andal yang memiliki tujuan bahkan dalam domain digital saat ini. Namun, teknologi ini ditujukan untuk menangani data sensor dalam skenario non-kritis. Sayangnya, sebagian besar sistem manufaktur dan pemrosesan di pabrik-pabrik modern saat ini memerlukan kinerja real-time, atau hampir mendekati real-time. Cara yang telah dikembangkan selama bertahun-tahun adalah dengan menerapkan konsep bus terdistribusi, di mana setiap node di bus dapat berkomunikasi secara langsung melalui bus ke setiap node lainnya jika izin diberikan. Ini bukan hanya cara mesin di lantai pabrik berkomunikasi; ini juga merupakan dasar untuk sistem otomasi, kendali, dan manajemen pada mobil, pesawat terbang, truk, dan kereta api melalui CAN (Controller Area Network), yang dikembangkan secara khusus untuk memungkinkan mikroprosesor di kendaraan berkomunikasi tanpa memerlukan komputer host lokal.

Namun, CAN bukan satu-satunya teknologi bus lapangan. Masih banyak versi dan standar lain seperti EtherCat, Profibus, Foundation FieldBus, Modbus, BitBus, dan banyak lainnya.

Sayangnya, meskipun terdapat banyak pilihan teknologi bus lapangan, interoperabilitas sering kali bukan suatu pilihan. Hal ini karena teknologi bus lapangan menggunakan lapisan 1, 2, dan 7 model OSI. Lapisan 1 dan 2 menggambarkan karakteristik fisik teknologi seperti waktu bit, sinkronisasi, bagaimana pesan diformat dan disusun, dan penanganan kesalahan, di antara rincian teknis lainnya. Namun, lapisan 7 berhubungan dengan bagaimana berinteraksi dengan aplikasi akhir. Oleh karena itu, tujuan interoperabilitas

adalah untuk menemukan kumpulan layanan lapisan aplikasi umum yang dapat disajikan terlepas dari spesifikasi teknis yang lebih rendah.

Meskipun terjadi kegagalan interoperabilitas, penerapan dan standar bus lapangan menjadi populer karena sejumlah alasan, salah satunya adalah biaya. Bus lapangan biasanya jauh lebih murah untuk kabel daripada instalasi 4-20mA, karena sebagian besar perangkat berbagi satu bus umum dengan tetesan individual. Selain manfaat biaya adalah efisiensi; jaringan terdistribusi bus lapangan dapat menangani beberapa variabel per perangkat, sedangkan 4-20mA hanya dapat menangani dan memodulasi satu variabel. Pemeliharaan juga merupakan keuntungan lain, karena dengan penerapan bus lapangan, untuk pertama kalinya masalah dapat diprediksi menggunakan data diagnostik yang tersedia pada perangkat bus lapangan. Hal ini memberikan landasan bagi strategi pemeliharaan prediktif dan proaktif yang sering dianggap sebagai salah satu pendorong penerapan IIoT.

Bus lapangan masih ada dan akan tetap ada dalam beberapa waktu ke depan karena umur peralatan manufaktur yang panjang dan keinginan untuk mempertahankan standar industri. Namun, field bus tersingkir dengan munculnya Industrial Ethernet.

6.19 PROTOKOL KOMUNIKASI MODERN

Ethernet Industri

Ethernet Industri tidak jauh berbeda dengan Ethernet yang kita gunakan dalam bisnis. Industrial Ethernet menggunakan frame dan protokol yang sama, namun perbedaannya adalah ia menggunakan kabel dan konektor yang jauh lebih kuat. Ini secara efektif berarti bahwa Ethernet Industri 100% dapat dioperasikan dengan Ethernet standar pada tingkat data dan protokol.

Ethernet Industri menggunakan kabel yang kuat, karena biasanya harus tahan terhadap lingkungan yang keras dengan suhu yang lebih tinggi, tingkat getaran, interferensi, dan kelembapan yang lebih tinggi. Kondisi lingkungan yang keras ini membuat kabel Ethernet standar kategori 5/6 dan konektor RJ45 plastik murah tidak cocok. Penggunaan serat optik dapat mengurangi beberapa masalah seperti interferensi.

Beberapa penerapan awal Ethernet mengalami masalah karena deteksi tabrakan dan sifat setengah duplex dari spesifikasi awal. Namun, operasi duplex penuh menghilangkan masalah awal tersebut dan Ethernet sekarang digunakan dalam penerapan real-time karena kemampuan bawaannya untuk berkomunikasi pada lapisan alamat MAC, membuatnya lebih cepat daripada TCP/IP.

Keuntungan menggunakan standar yang ada di mana-mana seperti protokol standar Ethernet 802.xx adalah integrasi dengan jaringan IP seperti LAN bisnis, WAN, dan Internet sangatlah mudah. Demikian pula, integrasi dengan aplikasi dan layanan bisnis yang tersedia di cloud juga mudah dilakukan, karena tidak diperlukan gateway untuk mengubah atau menerjemahkan paket. Mereka semua dapat berkomunikasi melalui Ethernet. Ada juga kemampuan untuk terhubung ke lebih banyak perangkat dengan bandwidth dan kecepatan lebih besar menggunakan paket data yang lebih besar. Namun, yang terakhir juga dapat dilihat

sebagai kelemahan, karena paket Ethernet minimum adalah 64 byte, sedangkan sistem industri umumnya cenderung mengirim data dalam paket kecil sekitar 8-10 byte.

Sayangnya, seperti yang telah kita lihat, banyak format Ethernet Industri yang tidak dapat dioperasikan. Meskipun semuanya mendukung lapisan inti Ethernet dan TCP/IP dari 1-4. Sekali lagi di lapisan 7, lapisan aplikasi, dan dengan model komunikasi umum enkapsulasi dan manajemen, berbagai implementasi Ethernet Industri berbeda. Misalnya, beberapa model enkapsulasi, seperti Ethernet/IP, foundation field bus, dan sistem distribusi seperti Profinet.

Dengan teknik enkapsulasi, paket telegram field bus yang ada cukup dienkapsulasi ke dalam container TCP atau UDP. Setelah dienkapsulasi, paket TCP atau UDP yang berisi datagram bus lapangan diangkut melalui jaringan Ethernet sebagai frame Ethernet, sama seperti paket IP lainnya. Keuntungan dari metode ini adalah tidak ada teknologi bus lapangan yang mendasar yang perlu diubah. Yang diperlukan hanyalah bus lapangan yang sesuai ke gateway Ethernet. Metode ini memfasilitasi penerapan yang cepat dan efisien tanpa perubahan teknis apa pun pada mesin atau sistem PLC. Dalam konfigurasi ini, Ethernet bertindak sebagai tulang punggung, menyediakan bandwidth dan kecepatan besar yang tidak dimiliki teknologi bus lapangan.

Menangani lalu lintas yang kritis terhadap waktu merupakan perhatian utama dalam Internet Industri karena sebagian besar mesin dan proses manufaktur bersifat kritis terhadap waktu. Waktu reaksi Ethernet I/O jarak jauh yang umumnya sekitar 100 ms tidak dapat diterima dalam manufaktur yang memerlukan waktu deterministik dalam kisaran mikrodetik. Oleh karena itu, Industrial Ethernet harus mengatasi masalah ini dan dapat diselesaikan melalui beberapa metode.

Bus Lapangan atau Protokol Aplikasi yang Dienkapsulasi

Salah satu metode untuk memfasilitasi waktu reaksi Ethernet yang lebih cepat untuk lalu lintas waktu-kritis adalah dengan merangkum lalu lintas bus lapangan dalam kontainer TCP/UDP dan terowongan yang melalui jaringan Ethernet. Hal ini tidak akan mengurangi waktu reaksi secara signifikan, meskipun akan menurunkan waktu reaksi menjadi sekitar 20 ms pada segmen kecil lokal. Namun, menggunakan port Ethernet sinkron atau menggunakan protokol waktu presisi (IEEE 1588), bersama dengan pengalamatan MAC langsung—menggunakan teknik pengalamatan Ethernet asli tanpa pengalamatan IP apa pun—akan menurunkan waktu reaksi menjadi 1 ms.

Teknik lainnya adalah dengan menyediakan tiga saluran. Ini berfungsi jika Anda berbagi lalu lintas melalui suatu segmen, misalnya protokol dan data aplikasi, lalu lintas yang tidak sensitif terhadap waktu kritis, dan lalu lintas yang sensitif terhadap waktu kritis. Gunakan TCP/IP standar untuk lalu lintas aplikasi dan basis pengiriman upaya terbaik (5-10 ms). Kemudian, untuk lalu lintas yang tidak kritis namun masih sensitif terhadap waktu (1 ms), Anda dapat menggunakan prioritas pada tingkat paket data untuk memberikan prioritas pada paket tersebut. Terakhir, untuk lalu lintas yang sangat mendesak, kita dapat memasang peralihan perangkat keras yang cepat pada lapisan Ethernet untuk menurunkan waktu hingga 0,2 ms.

Seperti yang dapat Anda lihat dari banyak format yang tersedia untuk Ethernet Industri, tidak ada satu ukuran yang cocok untuk semua dan akan ada kasus di mana kita harus mengintegrasikan field bus, 4-20mA, dan RS232 ke dalam Ethernet untuk memberikan konfigurasi. konektivitas ke perangkat dalam jaringan proximity.

Namun, apa yang kita bahas di sini hanyalah teknologi komunikasi yang sudah ada dan yang ada saat ini, antara lain di bidang manufaktur, pemrosesan, otomasi kendaraan, dan jaringan listrik. Kita masih harus mempertimbangkan teknologi komunikasi non-waktu kritis yang menjadikan Internet of Things layak dilakukan. Masalahnya adalah terdapat lebih banyak lagi teknologi nirkabel ini, dan tidak, tidak ada satu solusi yang cocok untuk semua skenario.

6.20 ETHERNET STANDAR

Protokol Ethernet 02.3, yang merupakan teknologi jaringan dan protokol pilihan untuk komersial dan perusahaan, ada dimana-mana saat ini. Ethernet adalah protokol sekaligus teknologi. Itu diangkut melalui kawat tembaga (kabel cat 5/6), serat optik, dan gelombang radio (Wi-Fi dan microwave) dalam penerapan jarak pendek, menengah, dan panjang. Ethernet populer karena pada awal tahun 1980an, Ethernet menjadi teknologi jaringan yang dominan dalam bisnis jaringan komputer komersial yang sedang berkembang. Ethernet lebih murah untuk kabel dibandingkan pesaingnya seperti TokenRing, dan lebih mudah bagi perancang jaringan untuk merencanakan topologi jaringan dan bagi teknisi untuk menerapkan dan memecahkan masalah. Akibatnya, Ethernet menjadi teknologi jaringan *de facto* di perusahaan dan saat ini Anda tidak mungkin menemukan hal lain di jaringan komputer komersial atau bisnis.

Protokol Ethernet bekerja berdasarkan gagasan bahwa setiap adaptor jaringan yang dipasang di perangkat akan memiliki alamat MAC unik, yang dikodekan atau dibakar ke dalam perangkat, menjadikannya unik. Karena prinsip keunikan ini, setiap perangkat dapat dialamatkan dengan mudah menggunakan alamat MAC ini. Hasilnya, Ethernet merangkum data yang ingin dikirim dengan frame header, yang merupakan alamat MAC sumber dan tujuan dari mesin pengirim dan penerima. Ethernet kemudian dapat meneruskan frame ini ke driver lapisan fisik untuk diangkut melintasi media yang dipilih, tembaga, optik, atau nirkabel. Penerima, seperti semua perangkat Ethernet lainnya di jaringan, mendengarkan lalu lintas apa pun yang memiliki alamat uniknya dan hanya memproses paket yang memiliki alamat uniknya, alamat siaran (pesan untuk semua perangkat), atau alamat multicast (alamat grup) jika itu adalah anggota berlangganan. Hal ini membuat Ethernet sangat mudah dipahami pada tingkat setinggi ini.

Ethernet memang memiliki beberapa keterbatasan, atau setidaknya demikian pada masa-masa awal, yang membuatnya tidak cocok untuk penggunaan industri. Misalnya, standar awal adalah half-duplex, yang berarti hanya dapat mengirim atau menerima satu per satu, tidak melakukan keduanya secara bersamaan. Selain itu, didasarkan pada media bersama, sehingga adaptor jaringan harus mendeteksi ketika tidak ada komunikasi lain dan media tersedia. Sebagai akibat dari media penyiaran bersama dan potensi tabrakan domain

yang besar, Ethernet memerlukan deteksi tabrakan, yang berarti adaptor jaringan harus mendengarkan dan mendeteksi tabrakan dan bersiap untuk mengirimkan ulang frame.

Desain awal ini baik untuk penggunaan perusahaan dan komersial dalam jaringan kecil, yang merupakan norma pada saat itu, namun tidak cocok untuk keperluan industri yang memerlukan kinerja real-time yang lebih deterministik. Oleh karena itu, Ethernet lambat untuk diterima dalam aplikasi industri, oleh karena itu semua teknologi bus lapangan yang kita miliki saat ini. Namun, seiring dengan pertumbuhan Ethernet yang luar biasa, terjadi peningkatan teknologi yang besar dalam standarnya. Saat ini, Ethernet tidak lagi mengalami keterbatasan desain sebelumnya dan full-duplex, peralihan Ethernet tingkat lanjut membuat tabrakan menjadi mubazir. Ethernet juga mampu bekerja pada baud rate hingga 100Gbps melalui kabel optik jarak jauh.

Akibatnya, Ethernet menemukan jalan keluar dari perusahaan dan mulai digunakan dalam industri. Teknologi ini sudah digunakan dalam jaringan transportasi data inti jarak jauh DWDM, dan telah mengambil alih teknologi TDM dalam radio backhaul untuk telekomunikasi di jaringan operator seluler (3G/4G/LTE). Oleh karena itu, karena fleksibilitas, keberadaan, dan hubungan erat Ethernet dengan rangkaian protokol TCP/IP, kita dapat mengharapkan Ethernet memainkan peran besar dalam Internet Industri.

6.21 TEKNOLOGI KOMUNIKASI NIRKABEL

Banyaknya komunikasi nirkabel selama dua dekade terakhir telah menjadi salah satu pendorong adopsi Internet of Things oleh konsumen dan industri. Sebelum teknologi nirkabel tersebar luas di rumah, konsumen memiliki semua yang mereka perlukan untuk membangun rumah pintar mereka sendiri; Faktanya, teknologi tersebut sudah ada sejak awal tahun 1980-an. Masalahnya adalah tidak ada cara untuk menghubungkan pengontrol mikroprosesor yang ramping ke sensor dan aktuator tanpa memasang kabel di seluruh rumah. Hal ini tentu saja akan sangat mengganggu dan berpotensi merusak, sehingga tidak sepadan dengan masalahnya. Wi-Fi, Bluetooth, dan ZigBee telah menghilangkan hambatan besar untuk masuk dan sekarang kita dapat menghubungkan perangkat. Namun dan ini adalah tema yang berulang tidak ada satu standar nirkabel yang cocok untuk semua tujuan. Berbagai teknologi nirkabel muncul karena mereka melayani tujuan yang berbeda. Beberapa, seperti Wi-Fi (802.11), dirancang untuk bandwidth dan throughput tinggi untuk penelusuran web dan pengunduhan dari Internet. Sebaliknya, Bluetooth dirancang untuk menyediakan jaringan area pribadi untuk menghubungkan secara nirkabel perangkat yang Anda pakai atau bawa, seperti ponsel atau jam tangan ke headset, dan oleh karena itu memerlukan jangkauan pendek dan kemampuan daya serta throughput yang lebih kecil.

Keunggulan ZigBee adalah menghubungkan perangkat di sekitar rumah sehingga jangkauan dan kemampuannya berada di antara Wi-Fi dan Bluetooth, atau setidaknya begitulah awal mulanya. Saat ini, ZigBee mencakup jaringan area tetangga (NAN) dalam skenario IoT industri dan jangkauan serta kemampuan Bluetooth juga telah meningkat melampaui cakupan PAN (personal area network). Terlepas dari teknologi yang Anda pilih untuk diadopsi, teknologi tersebut akan selalu memiliki kendala, seperti jangkauan, keluaran,

daya, ukuran fisik, dan biaya. Oleh karena itu, Anda harus mengambil pendekatan yang cermat saat mengevaluasi teknologi nirkabel yang paling sesuai dengan kebutuhan Anda.

IEEE 802.15.4

Salah satu pendukung IoT awal adalah standar IEEE 802.15.4 berdaya rendah. Ini pertama kali dilakukan pada tahun 2003 untuk menetapkan standar untuk radio komersial berdaya rendah. Standar ini ditingkatkan pada tahun 2006 dan 2011 untuk menyediakan teknologi radio yang lebih hemat energi. IEEE 802.15.4 adalah dasar untuk spesifikasi ZigBee, ISA100.11a, WirelessHART, dan MiWi, yang masing-masing memperluas standar dengan mengembangkan lapisan atas, yang tidak ditentukan dalam IEEE 802.15.4. Alternatifnya, 802.15.4 dapat digunakan dengan 6LoWPAN dan protokol Internet standar untuk membangun Internet tertanam nirkabel.

Bluetooth Hemat Energi

Bluetooth hemat energi yang juga dikenal sebagai Bluetooth 4.0 atau Bluetooth Smart adalah versi Teknologi Bluetooth yang dirancang khusus untuk IoT. Seperti namanya, ini adalah versi teknologi yang ramah daya dan sumber daya, dan dirancang untuk berjalan pada perangkat berdaya rendah yang biasanya beroperasi dalam jangka waktu rendah, baik dengan mengumpulkan energi atau menggunakan baterai berukuran koin.

Salah satu kekuatan utama Bluetooth adalah sudah ada selama beberapa dekade, sehingga terdapat miliaran perangkat yang mendukung Bluetooth. Selain itu, Bluetooth merupakan protokol nirkabel standar yang mapan dan diakui dengan dukungan multi-vendor dan interoperabilitas yang luas, menjadikannya teknologi ideal bagi pengembang. Keunggulan lainnya adalah daya puncak, rata-rata, dan idle yang rendah, yang memungkinkan perangkat berjalan pada sumber daya rendah.

Teknologi Bluetooth membuatnya ideal untuk perangkat berdaya rendah seperti node WSN di jaringan edge IIoT dan M2M. Bluetooth berfungsi dalam jarak dekat dan perangkat berkemampuan Bluetooth berpasangan satu sama lain dalam hubungan master/slave untuk berkomunikasi. Ada beberapa versi spesifikasi Bluetooth dan ini dioptimalkan untuk kasus penggunaan tertentu, seperti Basic Rate dan Extended Data Rate untuk speaker dan headset, sedangkan Bluetooth Smart akan diterapkan di perangkat pintar IoT.

Namun, yang membuat Bluetooth cocok untuk node WSN adalah kemampuannya membentuk jaringan ad-hoc yang disebut piconet. Piconet adalah pengelompokan perangkat Bluetooth berpasangan yang dapat terbentuk secara dinamis saat perangkat masuk atau keluar dari jarak radio. Piconet terdiri dari dua hingga delapan perangkat yang berkomunikasi dalam jarak pendek. (Ingat tujuan awal Bluetooth sebagai jaringan area pribadi (PAN) untuk menyambungkan headphone, ponsel, dan perangkat elektronik pribadi lainnya secara nirkabel?) Selain itu, keberadaan Bluetooth di mana-mana, format mini, biaya rendah, dan kemudahan penggunaan menjadikannya sebuah teknologi nirkabel jarak pendek yang sangat menarik.

ZigBee dan ZigBeeIP

ZigBee adalah teknologi nirkabel global terbuka dan dirancang khusus untuk digunakan di kawasan konsumen, komersial, dan industri. Oleh karena itu, ZigBee berdaya rendah dan

mudah digunakan, serta ada di mana-mana di antara aplikasi dan perangkat jaringan IoT, penginderaan, dan kontrol. ZigBee dibangun berdasarkan standar IEEE 802.15.4, yang mendefinisikan lapisan fisik dan MAC. Namun, apa yang membuat ZigBee berbeda adalah bahwa ia merupakan superset dari IEEE 802.15.4 karena menyediakan dukungan lapisan aplikasi dan keamanan. Hal ini memungkinkan interoperabilitas dengan produk dari produsen berbeda.

ZigBee bekerja pada area seluas sekitar 70 meter, namun jarak yang jauh lebih jauh dapat diperoleh ketika menyampaikan komunikasi dari satu node ZigBee ke node lainnya dalam suatu jaringan.

Aplikasi utama untuk ZigBee 802.15.4 adalah aplikasi kontrol dan pemantauan yang memerlukan tingkat throughput data yang relatif rendah, dan persyaratan daya yang rendah. ZigBee bekerja di tiga pita bebas lisensi pada 2.4GHz, 915MHz untuk Amerika Utara, dan 868MHz untuk Eropa. Oleh karena itu, standar ZigBee dapat beroperasi di seluruh dunia, meskipun spesifikasi pasti untuk masing-masing pita sedikit berbeda. Pada 2.4GHz, terdapat 16 saluran yang tersedia, dan kecepatan data maksimum adalah 250Kbps. Untuk 915MHz (Amerika Utara), tersedia 10 saluran dan standarnya mendukung kecepatan data maksimum 40Kbps, sedangkan pada 868MHz (Eropa), hanya tersedia satu saluran dan dapat mendukung transfer data hingga 20Kbps.

ZigBee mendukung tiga topologi jaringan - jaringan star, mesh, dan cluster tree atau hybrid. Jaringan bintang umumnya digunakan karena paling sederhana untuk diterapkan. Namun, konfigurasi jaringan mesh atau peer-to-peer memungkinkan diperolehnya tingkat keandalan yang tinggi. Pesan dapat dirutekan melalui jaringan menggunakan stasiun yang berbeda sebagai relay. Biasanya terdapat pilihan rute yang dapat digunakan dan ini membuat jaringan menjadi sangat kuat. Jika ada gangguan pada satu bagian jaringan, bagian lain dapat digunakan sebagai gantinya.

Standar dasar ZigBee mendukung alamat IEEE 64-bit serta alamat pendek 16-bit. Alamat 64-bit secara unik mengidentifikasi setiap perangkat di jaringan serupa dengan cara perangkat memiliki alamat IP unik. Setelah jaringan disiapkan, alamat pendek digunakan dan ini memungkinkan lebih dari 65.000 node didukung.

IP ZigBee

Masalah dengan standar ZigBee asli adalah tidak mendukung IP, yang menjadi masalah ketika menghubungkan jaringan ZigBee dengan dunia nyata. Namun, spesifikasi ZigBee IP dibuat dengan arsitektur berlapis dan oleh karena itu cocok untuk semua lapisan tautan dalam keluarga 802.15.4. ZigBee IP memanfaatkan pendekatan berlapis ini dan menggabungkan teknologi, seperti 6LoWPAN dan RPL, yang mengoptimalkan meshing dan perutean IP untuk jaringan sensor nirkabel. Perpaduan teknologi ini menghasilkan solusi yang sesuai untuk memperluas jaringan IP ke teknologi MAC/PHY berbasis IEEE 802.15.4. Dengan menggabungkan 6LoWPAN ke dalam tumpukannya, ZigBee dapat mendukung penyatuan dan perutean IP. Oleh karena itu, ZigBee memberikan node fungsi yang berbeda dalam jaringan IP ZigBee, bergantung pada posisi dan kemampuannya.

Node tersebut dapat berupa koordinator IP ZigBee, router IP ZigBee, dan host IP ZigBee. Koordinator mengendalikan pembentukan dan keamanan jaringan; ini membutuhkan perangkat cerdas yang dapat diprogram. Router IP, di sisi lain, dapat berupa perangkat pintar apa pun karena memperluas jangkauan jaringan. Demikian pula, host IP melakukan fungsi penginderaan atau kontrol tertentu di edge.

ZigBee IP dikembangkan khusus untuk mendukung IP dan ZigBee Smart terbaru 2.0 persyaratan NAN. ZigBee IP mendukung 6LoWPAN untuk kompresi header, IPv6, PANA untuk otentikasi, RPL untuk routing, dan TLS dan EAP-TLS untuk protokol keamanan, TCP, dan UDP. Aplikasi Internet lainnya seperti HTTP dan mDNS didukung sebagai aplikasi yang beroperasi melalui IP ZigBee. Namun, node IP ZigBee dan node standar atau PRO ZigBee tidak dapat berada di jaringan yang sama. Mereka akan memerlukan gateway di antara mereka untuk mendapatkan interoperabilitas. ZigBee IP bekerja secara lancar dengan MAC/PHY lain yang mendukung IP, seperti Ethernet dan Wi-Fi.

Z-Gelombang

Z-Wave adalah teknologi komunikasi RF berdaya rendah yang terutama dirancang untuk otomatisasi rumah untuk produk seperti pengontrol lampu dan sensor. Dioptimalkan untuk komunikasi paket data kecil yang andal dan berlatensi rendah dengan kecepatan data hingga 100Kbit/s, ia beroperasi pada pita sub-1GHz dan tahan terhadap gangguan dari Wi-Fi dan teknologi nirkabel lainnya dalam rentang 2,4GHz seperti Bluetooth. atau ZigBee. Ini mendukung jaringan mesh penuh tanpa memerlukan node koordinator dan sangat skalabel, memungkinkan kontrol hingga 232 perangkat. Z-Wave menggunakan protokol yang lebih sederhana dibandingkan beberapa teknik RF lainnya, yang memungkinkan pengembangan lebih cepat dan sederhana. Namun, satu-satunya pembuat chip adalah Sigma Designs, dibandingkan dengan berbagai sumber teknologi nirkabel lainnya seperti ZigBee dan lainnya. Ada banyak teknologi jaringan nirkabel yang tersedia untuk penggunaan khusus di berbagai industri.

Hamburan Balik Wi-Fi

Sebuah teknologi baru, dan mungkin lebih relevan dengan Internet konsumen tetapi mungkin mendapat tempat di lioT, adalah hamburan balik Wi-Fi. Teknik ini bergantung pada fakta bahwa gelombang radio dan energinya dapat dipantulkan dari router Wi-Fi untuk memberi daya pada perangkat pasif bebas baterai. Perangkat pasif tidak hanya menerima energi yang diperlukan untuk beroperasi, tetapi juga dapat memantulkan sebagian energi tersebut ke node Wi-Fi lain untuk mengirim transmisi radio.

Salah satu masalah terbesar dengan IoT adalah bagaimana semua perangkat akan diberi daya. Hamburan balik Wi-Fi sebenarnya bisa menjadi jawabannya. Alih-alih membuat semua perangkat dijalankan dengan baterai kancing, yang suatu saat perlu diganti, back-scatter Wi-Fi mungkin bisa menyediakan daya ke perangkat-perangkat ini.

Teknologi ini ditemukan oleh Universitas Washington yang mengembangkan prototipe tag berdaya sangat rendah dengan antena. Tag kecil ini dapat dipasang ke perangkat apa pun dan dapat berkomunikasi dengan laptop atau ponsel cerdas yang mendukung Wi-Fi, sambil menghabiskan daya yang sangat kecil.

Tag tersebut memantau sinyal Wi-Fi yang bergerak melalui udara antara router dan laptop atau ponsel pintar. Tag mengkodekan data yang dipantulkannya, membuat perubahan kecil pada sinyal nirkabel. Laptop dan ponsel pintar berkemampuan Wi-Fi kemudian mendeteksi perubahan kecil ini dan dapat membedakan sinyal serta menerima data dari tag.

Dengan mengumpulkan daya dari sinyal RF sekitar, perangkat pasif dapat berkomunikasi dengan memantulkan sebagian sinyal tersebut ke node lain, meskipun dengan sedikit perubahan.

RFID

Teknologi nirkabel lain yang sangat populer yang digunakan dalam IoT ritel, komersial, dan industri adalah sistem RFID. RFID menggunakan tag untuk menyimpan informasi elektronik yang dapat dikomunikasikan secara nirkabel melalui medan elektromagnetik. Tergantung pada sistemnya, tag dapat bersifat pasif atau aktif dan ini akan menentukan jangkauan pengoperasian tag dan pembaca RFID. Misalnya, beberapa tag akan menggunakan energi dari gelombang radio interogasi pembaca dan hanya bertindak sebagai transponder pasif. Tag pasif lainnya dapat diberi daya melalui induksi elektromagnetik, yang dihasilkan ketika tag tersebut berada di dekat pembaca. Jenis tag ini memiliki jangkauan pengoperasian yang sangat pendek karena harus dekat dengan sumber elektromagnetik. Di sisi lain, beberapa tag bertenaga baterai dan mentransmisikan secara aktif dan tag ini dapat ditempatkan ratusan meter dari pembaca.

Teknologi RFID digunakan di banyak industri untuk mengidentifikasi dan melacak inventaris, orang, benda, dan hewan karena keserbagunaan tag dan kemampuannya untuk ditempelkan pada apa saja. RFID juga digunakan dalam sistem pembayaran nirkontak dengan menggunakan kartu atau bahkan telepon pintar yang ditempatkan dekat dengan pembaca RFID. Namun, RFID tidak selalu memerlukan kontak dekat; dalam beberapa kasus, bahkan kontak jarak jauh yang paling singkat saja sudah cukup. Contohnya adalah waktu mobil sport memutar lintasan. Bahkan pada kecepatan tinggi tersebut, RFID bekerja secara efisien dan andal serta menghasilkan waktu yang akurat.

Keunggulan lain dari RFID adalah tag tidak perlu saling berhadapan atau bahkan terlihat, sehingga mudah disembunyikan di dalam kemasan dan produk. Tag RFID dapat dibaca secara bersamaan oleh pembaca jika berada dalam jangkauan, yang merupakan keuntungan besar dibandingkan kode batang, yang dibaca satu per satu. Ratusan RFID dapat dibaca sekaligus.

Miniaturisasi telah meningkatkan penggunaan RFID, karena sekarang tag dapat berukuran mikroskopis. Hitachi sejauh ini telah memproduksi tag RFID mini terkecil dengan ukuran 0,05 mm x 0,05 mm dan tag berukuran debu ini dapat menyimpan angka 38 digit pada ROM 128-bit.

NFC

Near Field Communication (NFC) berevolusi dari teknologi RFID dan sekarang menjadi metode umum penggunaan komunikasi nirkabel jarak pendek dalam sistem pembayaran nirsentuh. Cara kerja NFC adalah sebuah chip yang tertanam dalam kartu bank, misalnya, bertindak sebagai salah satu ujung tautan nirkabel ketika diberi energi oleh kehadiran chip

NFC lainnya. Akibatnya, sejumlah kecil data kemudian dapat diteruskan antara kedua chip tersebut. Dengan NFC, tidak perlu memasang perangkat dan jangkauannya dibatasi hingga beberapa sentimeter. NFC telah menjadi populer di kalangan pengembang aplikasi ponsel pintar untuk menciptakan sistem pembayaran atau metode mentransfer kontak antar ponsel hanya dengan menempatkannya berdekatan.

Benang

Protokol jaringan IPv6 berbasis IP yang sangat baru yang ditujukan untuk lingkungan otomatisasi rumah disebut Thread. Berdasarkan 6LoWPAN, Thread bukanlah protokol aplikasi IoT seperti Bluetooth atau ZigBee. Namun, dari sudut pandang aplikasi, ini terutama dirancang sebagai pelengkap Wi-Fi karena menyadari bahwa meskipun Wi-Fi bagus untuk banyak perangkat konsumen, Wi-Fi memiliki keterbatasan untuk digunakan dalam pengaturan otomatisasi rumah.

Diluncurkan pada pertengahan tahun 2014 oleh ThreadGroup, protokol bebas royalti ini didasarkan pada berbagai standar, termasuk IEEE802.15.4 (sebagai protokol antarmuka udara nirkabel), IPv6, dan 6LoWPAN, serta menawarkan solusi berbasis IP yang tangguh untuk IoT. Dirancang untuk bekerja pada silikon nirkabel IEEE802.15.4 yang sudah ada dari vendor chip seperti Freescale dan Silicon Labs, Thread mendukung jaringan mesh menggunakan transceiver radio IEEE802.15.4 dan mampu menangani hingga 250 node dengan otentikasi dan enkripsi tingkat tinggi. Peningkatan perangkat lunak yang relatif sederhana akan memungkinkan pengguna menjalankan thread pada perangkat yang mendukung IEEE802.15.4.

6LoWPAN

Perangkat radio berdaya rendah harus mengirimkan datanya secara tepat waktu dan efisien dan untuk melakukan hal tersebut perlu adanya perbaikan dalam protokol komunikasi. Protokol IP yang ada memiliki terlalu banyak paket overhead untuk sebagian besar sensor tertanam, yang hanya mengirimkan sejumlah kecil data. Rasio overhead terhadap data tidak dapat diterima, sehingga diperlukan protokol komunikasi baru yang lebih efisien dan masih kompatibel dengan IP, yang disebut 6LoWPAN.

6LoWPAN adalah kependekan dari IPv6 melalui jaringan area pribadi berdaya rendah. 6LoWPAN menyediakan enkapsulasi dan kompresi header untuk paket IPv6, yang memberikan waktu transmisi lebih singkat.

Daripada menjadi teknologi protokol aplikasi IoT seperti Bluetooth atau ZigBee, 6LoWPAN adalah protokol jaringan yang mendefinisikan mekanisme enkapsulasi dan kompresi header. Standar ini memiliki kebebasan pita frekuensi dan lapisan fisik serta dapat digunakan di berbagai platform komunikasi, termasuk Ethernet, Wi-Fi, 802.15.4, dan ISM sub-1GHz. Atribut utamanya adalah tumpukan IPv6, yang telah menjadi pengenalan yang sangat penting dalam beberapa tahun terakhir untuk mengaktifkan IoT.

IPv6 menawarkan sekitar 5×10^{28} alamat untuk setiap orang di dunia, memungkinkan objek atau perangkat apa pun yang tertanam di dunia memiliki alamat IP uniknya sendiri dan terhubung ke Internet. Dirancang khusus untuk otomatisasi rumah atau gedung, misalnya, IPv6 menyediakan mekanisme transportasi dasar untuk menghasilkan sistem kontrol yang

kompleks dan untuk berkomunikasi dengan perangkat dengan cara yang hemat biaya melalui jaringan nirkabel berdaya rendah.

Dirancang untuk mengirim paket IPv6 melalui jaringan berbasis IEEE802.15.4 dan menerapkan standar IP terbuka termasuk TCP, UDP, HTTP, COAP, MQTT, dan soket web, standar ini menawarkan node beralamat ujung ke ujung. Hal ini memungkinkan router untuk menghubungkan jaringan ke IP. 6LoWPAN adalah jaringan mesh yang kuat, terukur, dan dapat pulih sendiri. Perangkat router mesh dapat merutekan data yang ditujukan ke perangkat lain, sementara host dapat tidur dalam jangka waktu yang lama.

RPL

Masalah perutean sangat menantang untuk jaringan berdaya rendah seperti 6LoWPAN. Hal ini disebabkan oleh perangkat yang beroperasi melalui link radio lossy yang buruk, dan situasi ini terjadi karena rendahnya daya yang tersedia untuk node yang disuplai baterai. Yang memperparah masalah adalah topologi mesh multi-hop dan seringnya perubahan topologi. Hal ini terutama berlaku jika mobilitas merupakan pertimbangan desain lainnya.

Salah satu solusi untuk beroperasi pada jaringan lossy adalah RPL, yang dapat mendukung berbagai macam lapisan link yang berbeda, termasuk yang dibatasi dan berpotensi lossy. Desainer biasanya menggunakan RPL bersama dengan perangkat host atau router dengan sumber daya yang sangat terbatas, seperti dalam otomatisasi gedung/rumah, lingkungan industri, dan aplikasi perkotaan.

RPL secara efisien dan cepat membangun pengetahuan perutean jaringan, yang dapat didistribusikan di antara node-node yang terhubung. Node RPL jaringan biasanya terhubung melalui jalur multi-hop ke sekelompok kecil perangkat root. Perangkat root bertanggung jawab untuk pengumpulan informasi rute. Setiap perangkat rute membuat Destination Oriented Directed Acyclic Graph (DODAG), yang merupakan visualisasi jaringan di sekitarnya, yang mempertimbangkan biaya link, atribut node, dan informasi status sehingga dapat merencanakan jalur terbaik ke setiap node.

RPL dapat mencakup berbagai jenis lalu lintas dan informasi sinyal yang dipertukarkan antar host. Mendukung lalu lintas Multipoint-to-Point (MP2P), Point-to-Multipoint (P2MP), dan Point-to-Point (P2P).

6.22 PROTOKOL KOMUNIKASI JARINGAN KEDEKATAN

Saat mempertimbangkan protokol komunikasi untuk jaringan kedekatan dan akses, Anda harus mempertimbangkan keragaman dan kemampuan perangkat yang ada dan protokol komunikasi lapisan bawah. Seperti yang Anda pelajari di bagian sebelumnya, tidak semua protokol mendukung IP, jadi Anda harus mempertimbangkan protokol ini ketika mencoba menemukan protokol lapisan data dan jaringan yang umum.

Protokol Internetwork (IPv4)

IP hadir dalam dua jenis berbeda IPv4 dan IPv6. IPv4 dianggap sudah hampir habis masa pakainya dan kita didesak untuk beralih ke IPv6. Namun, hal ini telah berlangsung selama lebih dari satu dekade dan setiap tahunnya disebut-sebut sebagai tahun penerapan IPv6

secara massal. Setiap tahun berlalu tanpa kemajuan lebih lanjut. Hal ini karena bisnis, perdagangan, dan industri hanya melihat sedikit keuntungan, namun berpotensi menimbulkan gangguan dan biaya besar dalam migrasi ke IPv6. Oleh karena itu, perubahan berjalan jauh lebih lambat dari yang diharapkan. Internet Industri dapat mengubah hal tersebut karena IPv6 dipandang sebagai teknologi utama yang memungkinkan IIoT.

Namun untuk saat ini, IPv4 jauh lebih umum di seluruh dunia. Karena para ahli teknologi telah menemukan cara untuk mengatasi banyak kekurangan yang dirasakan pada IPv4, kemungkinan besar hal ini akan tetap ada dalam beberapa waktu ke depan. Oleh karena itu, dalam konteks IIoT kita harus mempertimbangkan kedua varian tersebut karena IPv4 pasti akan ada setidaknya selama satu dekade ke depan.

Oleh karena itu, kita akan melihat secara singkat kedua protokol tersebut, termasuk cara kerjanya, apa yang perlu Anda ketahui tentang cara menggunakan masing-masing protokol, dan cara agar keduanya dapat hidup berdampingan dalam jaringan. Perbedaan nyata antara versi-versi tersebut adalah format alamatnya. Alamat IP adalah pengidentifikasi unik yang diberikan oleh Protokol Internet (IP) ke setiap node atau host dalam jaringan.

Host adalah segala sesuatu yang memerlukan koneksi dan komunikasi dengan host lain melalui jaringan. Host dapat berupa komputer (server dan PC), printer jaringan, ponsel pintar, tablet, dan bahkan TV dan lemari es. Jaringan adalah sekelompok dua atau lebih host yang terhubung menggunakan protokol (bahasa) komunikasi yang sama. Saat ini, metode yang paling populer dan tersebar luas untuk menghubungkan host adalah melalui Ethernet atau Wi-Fi, dan protokol yang paling populer adalah IP.

Alamat IP sebenarnya adalah alamat biner 32-bit karena komputer dan prosesor yang tertanam dalam host lain berkomunikasi dalam biner. Namun agar dapat dibaca manusia, alamat tersebut dirujuk dalam notasi titik-desimal, yang terdiri dari empat angka desimal, dipisahkan oleh titik, masing-masing antara 0 dan 255. Oleh karena itu, alamat biner 32-bit dibagi menjadi empat oktet (8-bit) dan memetakan ke empat angka desimal yang dipisahkan oleh titik.

IP ADDRESS

172	16	1	254
10101100	00010000	00000001	11111110

32-bit binary address → 4 x 8 Bits Binary

Semua alamat IPv4 sesuai dengan format empat byte ini. IP telah ada sejak lama dan metode pengalamatannya telah berkembang sesuai keadaan. Pada masa sebelum adanya Internet, alamat IP digunakan secara bebas dan tanpa konsensus nyata mengenai bagian mana yang merupakan jaringan dan bagian mana yang menjadi host. Jelasnya agar protokol tersebut berhasil, harus ada struktur yang disepakati sehingga siapa pun yang menerima paket alamat dapat memastikan jaringan mana yang dimilikinya dan apa pengenalan hostnya. Standar yang dihasilkan adalah kelas IP A, B, C, dan D, dengan seperlima E dicadangkan.

Kelas	IP Awal	IP Akhir	Net Bit	Host Bit	Jumlah Subnet	Bukan Host ID	Bits ID Awal
A	0.0.0.0	127.255.255.255	8	24	2^7	2^{24}	0
B	128.0.0.0	191.255.255.255	16	16	2^{14}	2^{16}	01
C	192.0.0.0	223.255.255.255	24	8	2^{22}	2^{14}	11
D	224.0.0.0	239.255.255.255	Multiple alamat				111

Alamat Kelas A yang diberikan kepada perusahaan besar atau teknologi seperti IBM, Microsoft, dan Apple. Ruang alamat kelas B ditujukan untuk perusahaan besar dan Universitas, sedangkan alamat kelas C ditujukan untuk perusahaan kecil. Ini adalah kebijakan standar selama beberapa waktu, hingga pada awal tahun 90an muncullah perluasan Internet yang pesat. Menanggapi besarnya permintaan alamat IP, dan di segmen yang jauh lebih kecil, IANA memperkenalkan CIDR (Classless Inter Domain Routing) pada tahun 1993. CIDR didasarkan pada variabel-length subnet masking (VLSM), yang tidak memiliki jaringan tetap dan segmen tuan rumah. Sebaliknya hal ini memungkinkan batasan menjadi fleksibel. Keuntungan memiliki masker yang fleksibel adalah memungkinkan perancang jaringan menyesuaikan masker untuk membuat subnet dengan ukuran berapa pun.

VLSM adalah dasar dari subnet masking dengan panjang fleksibel dan ini membuat gagasan kelas tetap menjadi mubazir. VLSM bekerja berdasarkan prinsip peminjaman bit dengan memerintahkan subnet mask untuk mendarat pada batas bit mana pun. Batasan kelas warisan 8, 16, dan 24 tidak lagi relevan; sekarang batasnya bisa berada di angka 17 atau 28. Hasilnya, subnet mask fleksibel diperkenalkan yang direpresentasikan dengan singkatan /(jumlah bit) seperti /8 atau sebagai notasi titik-desimal tradisional.

Pertumbuhan Internet juga menentukan perubahan dalam hal lain. Sebelum adanya Internet, alamat IP diberikan kepada siapa pun yang ditanya di blok kelas. Tidak ada permintaan nyata dan oleh karena itu tidak ada kekurangan alamat IP. Kalau dipikir-pikir, ini adalah kebijakan yang sangat boros. Namun dengan melonjaknya permintaan alamat IP pada pertengahan tahun 1990-an, menjadi jelas bahwa IPv4, meskipun ruang alamatnya tampak sangat luas yaitu 2^{32} atau lebih dari empat miliar alamat, tidak dapat dipertahankan. Untuk mengatasi masalah ini, alamat IP pribadi diperkenalkan.

Alamat IP pribadi adalah langkah taktis untuk mengurangi masalah kekurangan alamat IP yang kronis. Tiga blok alamat, yang diambil dari alamat IP asli kelas A, B dan C, ditetapkan sebagai alamat pribadi dan hanya dicadangkan untuk digunakan dalam batas-batas jaringan pribadi.

Rentang IP	Blok Alamat	Blok CIDR terpanjang
10.0.0.0 – 10.255.255.255	24 – Bit	/8
172.16.0.0 – 172.16.255.255	20 – Bit	/12
192.168.0.0 – 192.16.255.255	16 – Bit	/16

IANA menetapkan rentang alamat IP ini untuk digunakan oleh siapa saja untuk mengalamatkan jaringan pribadi mereka. Keputusan ini didasarkan pada asumsi bahwa sangat sedikit komputer yang digunakan di perusahaan swasta atau pemerintah yang benar-benar memerlukan koneksi ke Internet. Hal ini memang terjadi dan administrator jaringan perlahan-lahan mulai mengadopsi pengalamatan pribadi dalam jaringan bisnis mereka. Pengalamatan pribadi menjadi lebih mudah diterima karena laporan masalah keamanan dengan Internet mulai bermunculan. Namun, ada sebuah teknologi baru yang membuat alamat pribadi tidak hanya diterima dengan enggan oleh dunia usaha namun juga sangat diinginkan.

6.23 TERJEMAHAN ALAMAT JARINGAN

NAT, atau terjemahan alamat jaringan, adalah teknologi yang diterapkan pada router dan firewall yang menerjemahkan alamat pribadi (ilegal/tidak ada artinya di Internet) menjadi alamat IP publik yang sebenarnya. Ini berarti bahwa komputer yang dikonfigurasi dengan alamat pribadi sekarang dapat mengakses Internet melalui router atau firewall.

Administrator dapat mengelola satu titik keluar ini menggunakan daftar akses dan keindahan sebenarnya adalah ini merupakan salah satu cara. Komputer dengan alamat pribadi dapat memulai komunikasi dengan situs web di Internet, membuat sesi TCP, dan berkomunikasi dengan komputer lain di Internet, namun komputer tersebut aman dari akses langsung oleh sistem di Internet. Hal ini karena NAT akan mencegah host Internet mengakses (memulai jabat tangan/sesi TCP) host alamat pribadi di jaringan pribadi.

Pengalamatan pribadi dan NAT sangat membantu dalam memperpanjang masa pakai IPv4, seperti halnya hosting virtual situs web dan layanan cloud Internet. Namun, hal ini tidak bertahan lama, karena produk-produk disruptif lainnya menyebabkan permintaan akan IP meroket. Teknologi ADSL dan ponsel pintar, serta tablet, sekali lagi membuat IPv4 berada di ambang kelelahan. Selain itu, minat bisnis terhadap teknologi penerus IPv6 juga cukup baik, seiring berjalannya waktu semakin banyak alasan untuk tidak melakukan migrasi.

IPv6 memecahkan semua masalah IPv4 melalui persediaan alamat yang tidak terbatas, pengalamatan otomatis, dan tidak ada lagi masalah subnetting. IPv6 adalah masa depan tidak ada yang bisa membantahnya namun penerapannya sangat lambat. Mungkin itu harus ditafsirkan sebagai pujian terbesar dari IPv4.

IPv6

Jadi mengapa kita memerlukan versi IP baru, jika IPv4 begitu populer?. Faktor pendorong utama bagi revisi versi IP adalah pertumbuhan Internet secara eksponensial dan permintaan global terhadap ruang alamat IPv4 telah memenuhi kumpulan alamat yang tersedia. Internet of Things juga menyediakan kebutuhan akan kumpulan alamat yang lebih besar karena memerlukan protokol yang memiliki ruang alamat yang cukup besar untuk memenuhi permintaan “benda” dalam jumlah besar yang pada akhirnya akan terhubung ke Internet. IPv6 memecahkan masalah ini dengan memperluas ruang alamat yang dapat dialamatkan dari 32 menjadi 128 bit.

Alasan lainnya adalah IPv4 dirancang sebelum adanya Internet, atau tepatnya pada masa awal Internet ketika hanya beberapa universitas dan lembaga pemerintah yang

terhubung. Akibatnya, IPv4 kekurangan banyak fitur yang dianggap sebagai kebutuhan di Internet modern, misalnya, IPv4 sendiri tidak menyediakan fitur keamanan apa pun. Dengan IPv4 asli, data harus dienkripsi menggunakan beberapa aplikasi enkripsi keamanan lainnya, seperti SSL/TLS, sebelum diangkut melalui Internet. Sebaliknya, IPv6 memiliki IPSec sebagai persyaratan sehingga setiap paket dienkripsi tanpa memerlukan mekanisme keamanan lain.

IPv4 memiliki rasio header-to-payload yang tidak efisien, dan header-nya terlalu rumit. IPv6 menyederhanakan header dengan menghapus banyak opsi IPv4, atau dengan memindahkannya ke ekstensi di akhir paket. Oleh karena itu, header IPv6 hanya berukuran dua kali lipat dari header IPv4 meskipun ukuran paketnya empat kali lipat. Peningkatan efisiensi dan kesederhanaan header memungkinkan perutean lebih cepat meskipun ukuran paket lebih besar.

Dengan cara serupa, IPv4 tidak memiliki cara yang efisien untuk menyediakan data dengan kualitas layanan yang ketat, karena prioritas dalam IPv4 didasarkan pada kelas prioritas dan kelayakan drop. IPv4 mencapai hal ini melalui enam bit DSCP (Differential Service Code Point) dan bit ECN (Explicit Congestion Notice) untuk memberikan beberapa rincian dasar antara masing-masing kelas. IPv6, di sisi lain, memiliki kualitas layanan bawaan di semua node yang menggunakan IPv6. IPv6 mencapai hal ini dengan menggunakan kelas lalu lintas (8 bit) dan label aliran (20 bit), yang digunakan untuk memberi tahu router yang mendasarinya bagaimana memproses dan merutekan paket secara efisien. Kelas lalu lintas menggunakan DSCP (Titik Kode Layanan Diferensial) 6-bit dan ECN (Pemberitahuan Kemacetan Eksplisit) 2-bit yang sama dengan IPv4; namun, label aliran 20-bit diatur oleh sumber untuk mengidentifikasi aliran sesi, yang digunakan dalam aplikasi streaming. Peningkatan dalam header IPv6 berarti bahwa QoS dipertahankan bahkan di Internet publik, yang tidak mungkin dilakukan dengan IPv4.

Masalah lain dengan IPv4 adalah beban administrasi dalam menjaga konfigurasi alamat klien yang mendukung IP, karena klien ini dapat dikonfigurasi secara manual atau memerlukan mekanisme konfigurasi alamat. Untuk mengatasi masalah ini, IPv6 mengkonfigurasi alamat global uniknya sendiri, serta alamat tautan lokalnya sendiri, tanpa beban administratif apa pun.

IPv6 juga memiliki banyak fitur penting lainnya yang memberikan keunggulan dibandingkan IPv4, seperti ekstensibilitasnya. Ini dapat mendukung lebih banyak opsi dan ekstensi di masa depan daripada IPv4. IPv6 juga memberikan mobilitas yang lebih besar, yang merupakan sesuatu yang banyak diminati saat ini, karena memberikan kemampuan ponsel untuk menjelajah ke wilayah geografis yang berbeda dan tetap mempertahankan alamat IP mereka sendiri.

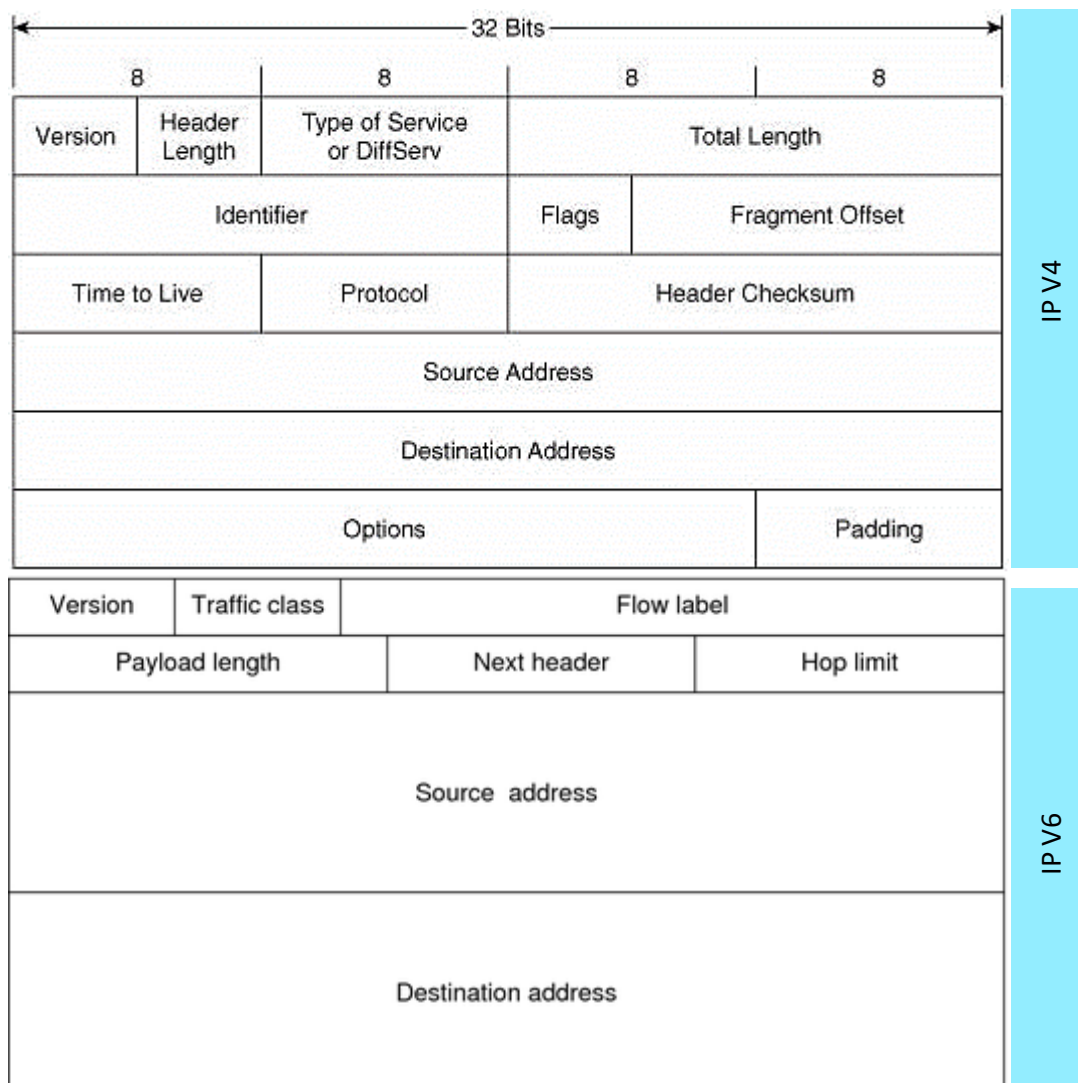
IPv6 juga telah menyederhanakan metode paket dan pengiriman dengan menghilangkan metode siaran yang sangat membutuhkan bandwidth, lebih memilih mekanisme pengiriman unicast, multicast, dan anycast.

Jenis Alamat

IPv6 memiliki 128 bit ruang alamat yang dibagi menjadi dua bagian 64-bit dengan paruh kedua alamat, 64 bit terakhir menjadi alamat antarmuka. Untuk menjadikan alamat

antarmuka unik, protokol IPv6 menggunakan alamat MAC 48-bit antarmuka jaringan sebagai pengidentifikasi unik. Untuk menjaga keunikannya, host mengambil alamat MAC-nya sendiri dan membaginya menjadi dua bagian. Ia kemudian memasukkan FF FE byte di antara dua segmen, membangun alamat antarmuka jaringan 64-bit yang unik.

Perbedaan IPv6 secara signifikan dari konsep pengalamatan IPv4 adalah bahwa IPv6 dirancang untuk memiliki banyak alamat per antarmuka. Misalnya, ia memiliki alamat global, yang setara dengan alamat publik IPv4. Ia juga memiliki alamat tautan lokal, yang digunakan IPv6 untuk berkomunikasi dengan host lain melalui tautan atau subnet bersama. Terakhir, ada alamat lokal unik, yang setara dengan alamat pribadi IPv4. Tiga bit paling signifikan dapat membedakan ketiga jenis alamat ini satu sama lain. Alamat global selalu memiliki tiga bit yang disetel ke 001. Tautan lokal disetel ke FD, dan lokal unik disetel ke FE.



Gambar 6.11. Tajuk IPv6

Subnet IPv6

Salah satu fitur yang paling ditakuti dari IPv4 adalah konsep subnet mask dengan panjang variabel, yang digunakan untuk mensubnet ruang alamat ke dalam bit jaringan dan

host. Dengan IPv6, segalanya menjadi lebih sederhana, karena 64 bit paling tidak signifikan dari alamat 128-bit (64 bit terakhir) selalu menunjukkan alamat host. Subnet adalah blok bit terpisah dengan panjang 16 bit yang menunjukkan subnet, yang menyediakan 65.000 kemungkinan. Itu lebih dari cukup. Gambar 6.11 menunjukkan bagaimana alamat routing (48 bit), subnet (16 bit), dan alamat host (64 bit) diturunkan dari alamat 128 IPv6.

IPv6 untuk IIoT

Pada bagian sebelumnya, kita telah membahas perbedaan antara IPv4 dan IPv6; namun, fitur spesifik apa dari IPv6 yang membuatnya cocok untuk IIoT?. Alasan paling jelas untuk menggunakan IPv6 daripada IPv4 adalah ketersediaan alamat IP global yang luas. Skalabilitas IPv6 sangat mencengangkan. Ini menyediakan 2.128 alamat unik, yang mewakili $3,4 \times 10^{38}$ alamat, jumlah yang sangat besar. Namun, bukan saja alamat-alamat ini tidak akan habis, tapi juga karena IPv6 meniadakan persyaratan NAT (terjemahan alamat jaringan). NAT mematahkan model Internet yang sebenarnya karena meskipun host di jaringan pribadi dapat mengakses server web di Internet, hal sebaliknya tidak benar dan host NAT tidak dapat diperoleh dari Internet. Hal ini terkadang dipandang sebagai manfaat utama NAT dalam konteks keamanan dan Perusahaan. Namun, dalam konteks IIoT, NAT tidak diinginkan, karena memiliki akses global terhadap “sesuatu” adalah hal yang diinginkan.

Selain itu, IPv6 cocok untuk Internet of Things karena terdapat versi terkompresi dari IPv6 bernama 6LoWPAN. Ini adalah mekanisme yang sederhana dan efisien untuk memperpendek ukuran alamat IPv6 untuk perangkat yang terbatas, sementara router perbatasan dapat menerjemahkan alamat terkompresi tersebut menjadi alamat IPv6 biasa. Selain itu, masalah terkait perangkat terbatas yang menghosting tumpukan IPv6 telah diatasi melalui tumpukan kecil, seperti Contiki, yang memerlukan tidak lebih dari 11,5 KB.

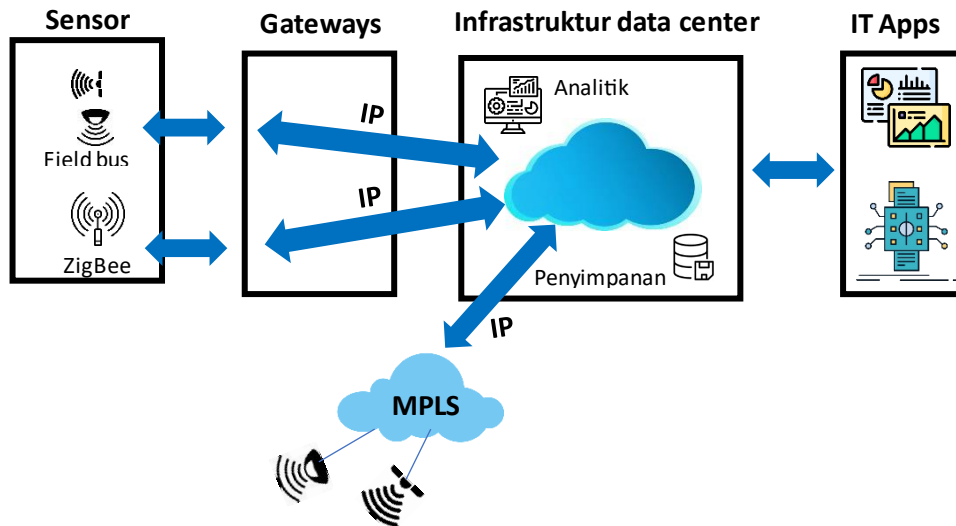
Gateway

Setelah mengkaji berbagai macam teknologi komunikasi baik kabel maupun nirkabel yang memungkinkan perangkat (benda) saling terhubung dalam jaringan proximity, penting untuk membayangkan bagaimana kita menghubungkan semua varian protokol ini untuk berinteraksi dengan tulang punggung IP. Awalnya, jaringan akses, yang merupakan saluran komunikasi yang menghubungkan perangkat edge ke server aplikasi dan pengontrol, akan menjadi proses yang sepele. Namun, ini jauh dari itu karena kita harus menerjemahkan protokol non-IP seperti RS232, 4-20ma, protokol nirkabel seperti ZigBee, Bluetooth, dan bahkan protokol kabel real-time seperti Profinet dan field bus untuk berinteraksi dengan antarmuka IP standar. Bagaimanapun juga, protokol-protokol ini mempunyai perbedaan besar dalam bidang kelistrikan dan teknik.

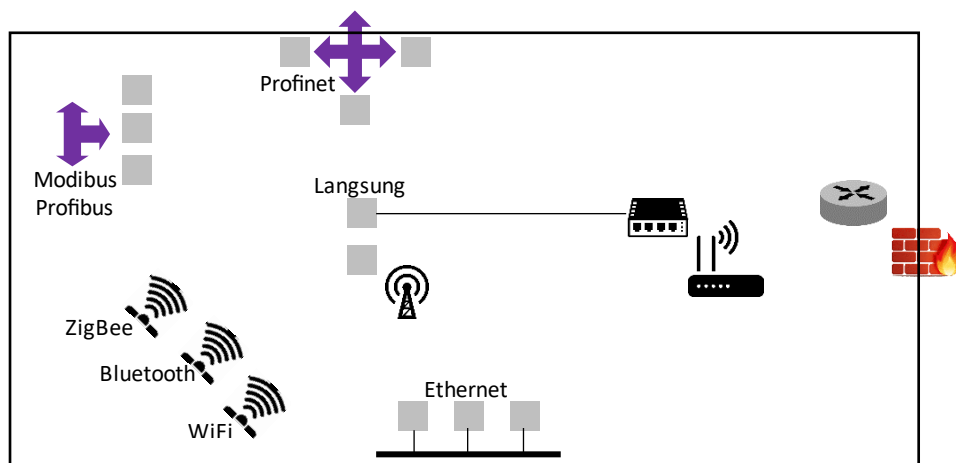
Cara untuk mencapai hal ini adalah melalui gateway, dan ini adalah perangkat yang biasanya ditempatkan secara strategis untuk menerjemahkan dan mengubah karakteristik listrik dari satu protokol ke protokol lainnya. Contoh sederhananya adalah konverter serial RS232-ke-USB. Tentu saja, masih banyak teknologi lain, seperti field bus to Ethernet dan 4-20ms to Ethernet, yang dapat kita enkapsulasi dan terowongan melalui jaringan Ethernet. Terkadang, kami mungkin hanya melakukan tunneling payload asli melalui Ethernet untuk dikirimkan ke node bus lapangan lainnya. Dalam hal ini, enkapsulasi dilakukan pada saat

masuk ke jaringan Ethernet dan dekapsulasi dilakukan pada saat keluar, sehingga mengirimkan datagram dalam format yang sama. Selain itu, kita dapat menyalurkan teknologi nirkabel seperti ZigBee dan Bluetooth, dan lainnya, dengan cara yang sama untuk meneruskan muatannya ke aplikasi serupa atau aplikasi cloud.

Gateway adalah perangkat yang memungkinkan kita melakukan transisi satu protokol ke protokol lainnya, dalam kasus Internet Industri biasanya antara protokol asli dan Ethernet. Untuk menunjukkan cara kerjanya, lihat Gambar 5-5 dan 5-6.



Gambar 6.12. Jaringan heterogen



Gambar 6.13. Beragam protokol di jaringan proximity

Gambar 6.12 menunjukkan node bus lapangan yang berkomunikasi melalui Backbone Ethernet. Pada Gambar 6.13, Anda dapat melihat perangkat ZigBee dan Bluetooth berinteraksi dengan jaringan akses IP yang menjalankan IP. Kemudian, Ethernet pada tembaga diubah menjadi jaringan MPLS yang berjalan pada serat optik untuk membentuk jalur pribadi.

Intinya adalah bahwa gateway memungkinkan kita untuk mengintegrasikan beragam teknologi dan protokol ke dalam jaringan umum. Hal ini sangat penting ketika membangun jaringan interkoneksi. Anda dapat membangun antarmuka jaringan heterogen yang kompleks dan beragam seperti Gambar 6.12

Kesimpulan utama di sini adalah tidak masalah teknologi apa yang kita gunakan di jaringan proximity untuk menghubungkan perangkat kita; kita masih dapat melakukan antarmuka melalui gateway ke infrastruktur IP umum. Lihat kembali model sederhana aslinya pada Gambar 6.13.

Kita dapat melihat bahwa kita tidak dibatasi pada IP di jaringan proximity selama kita memiliki gateway yang dapat menangani transisi dari format alami— misalnya, RS232 ke IP/Ethernet. Pertanyaan besar yang kemudian muncul adalah apakah ada gateway yang tersedia untuk menangani transisi kelistrikan dan format data antara beragam teknologi tersebut. Ya, memang ada, dan kita dapat mendemonstrasikannya pada Gambar 5-6, di mana kita melihat beragam teknologi yang menjembatani atau menerjemahkan seluruh perangkat gateway.

Ini mungkin terdengar mudah, tapi inilah masalahnya. Pertimbangkan teknologi bus lapangan mobil BISA. Teknologi ini dikembangkan untuk bekerja pada lapisan 2 model OSI, sehingga setiap perangkat yang dipasang di mobil dapat berkomunikasi. Namun, aplikasi tanpa mobil tidak dapat berkomunikasi, karena tidak ada protokol aplikasi yang dibuat pada lapisan 7. Oleh karena itu, kita memerlukan versi terbuka dari CAN yang akan memungkinkan mobil dari pabrikan berbeda untuk berkomunikasi dengan membuat protokol lapisan 7 yang sama oleh karena itu OpenCAN dan DeviceNet. Kedua mobil ini, atau lebih tepatnya perangkat mereka, dapat berkomunikasi karena mereka berbagi desain aplikasi lapisan 7 yang sama.

Demikian pula dengan IP dan Ethernet, semua perangkat yang memiliki standar yang sama dapat berkomunikasi karena mereka berbagi protokol lapisan 1-4 lapisan yang sama. Namun, mereka dapat berkomunikasi tetapi belum tentu memahami satu sama lain karena mereka tidak berbagi bahasa aplikasi lapisan-7 yang sama. Cara IP/Ethernet komersial mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan protokol perangkat lunak standar seperti HTTP, FTP, dan SNMP untuk membentuk bahasa yang umum. Namun, dengan Industrial Ethernet tidak memerlukan protokol aplikasi tingkat tinggi ini. Yang dibutuhkan adalah protokol real-time untuk menangani data sebagai pertukaran pesan.

Namun, bagaimana gateway ini mengubah lalu lintas dari satu jaringan ke jaringan lainnya? Jawabannya adalah mereka mempunyai beberapa teknik; router misalnya hadir dengan beberapa antarmuka berbeda dan mereka secara inheren memiliki kecerdasan dan logika untuk mengarahkan dan merutekan lalu lintas di antara keduanya. Oleh karena itu, router industri standar dapat menerima lalu lintas pada port Ethernet dan merutekan lalu lintas tersebut keluar dari port WAN DSL dalam format bingkai yang benar tanpa masalah apa pun. Demikian pula, ia akan menerima lalu lintas Ethernet melalui satu port dan mengubah frame untuk digabungkan menjadi aliran sel ATM dan sebaliknya.

Ada juga konverter media yang tersedia di pasaran yang dapat mengubah RS232 ke USB atau bahkan optik ke listrik (serat ke tembaga) dan sebaliknya. Teknik lain yang mungkin terdengar seperti konverter media adalah cara server perangkat mengubah serial RS232 ke Ethernet. Di bawah tenda, server perangkat hanya merangkum data serial ke dalam bingkai Ethernet untuk transmisi melalui LAN. Kemudian, pada penerima, paket tersebut dide-inkapsulasi sehingga menampilkan data serial. Pengaturan waktu sangat penting, dan serial

ke Ethernet bisa jadi rumit karena serial hanya beroperasi pada lapisan 1. Karena komunikasi serial tidak memiliki protokol lapisan aplikasi dan tidak ada nomor port aplikasi, hal ini dapat membuat tautan data ke aplikasi menjadi sulit dan harus dilakukan. dilakukan secara terprogram.

Gerbang Industri

Gerbang industri bekerja dengan menghubungkan lalu lintas yang mengalir dari satu sistem ke sistem lainnya. Ini berfungsi meskipun faktanya mereka mungkin tidak menggunakan protokol komunikasi yang sama atau bahkan struktur format data yang serupa. Gateway, seperti router modern, menggunakan seluruh model OSI dari Layer 1 hingga Layer 7. Hal ini memungkinkan gateway untuk melakukan penerjemahan dan pemrosesan data sebenarnya pada lalu lintas yang mengalir antara dua jaringan yang berbeda. Gateway, tidak seperti router, lebih murah, karena mereka hanya melakukan terjemahan protokol dan frame dan dibangun serta diperintahkan untuk melakukan terjemahan tertentu. Namun, ketika kita menggunakan IP, baik dalam proximity atau jaringan akses, kita memerlukan router untuk mengatur aliran lalu lintas IP antara subnet atau VLAN.

BAB 7

MENUJU KOTA CERDAS UNTUK SOCIETY 5.0

7.1 MENYELARASKAN KEPENTINGAN INDIVIDU DAN MASYARAKAT

Manusia dan Kebahagiaan dalam Society 5.0

Masyarakat supersmart adalah dunia maya yang menyatu dengan ruang fisik (dunia nyata). Itulah yang seharusnya menjadi Society 5.0. Didukung oleh AI dan Big Data, masyarakat akan bertransformasi secara radikal. Masyarakat yang ingin dicapai adalah masyarakat yang dapat mengatasi hambatan mendalam terhadap keberlanjutan sehingga masyarakat dapat menjalani kehidupan yang memuaskan dan bahagia. Salah satu kunci untuk mencapai visi ini adalah menemukan cara menciptakan lingkungan yang tepat bagi penghuni masyarakat. Tugas ini mengharuskan para perencana untuk mendiskusikan arah lingkungan perkotaan yang baru, mempertimbangkan bagaimana merancang masyarakat, berkolaborasi dengan akademisi dari berbagai bidang studi, dan mengintegrasikan teknologi mutakhir dan pendekatan analitis yang terkait dengan manufaktur dan pengembangan masyarakat. Ketika para perencana mulai menciptakan lingkungan yang mendukung kehidupan yang lebih baik dan membangun landasan kelembagaan untuk membangun masyarakat yang berkelanjutan, mereka telah mengambil langkah penting menuju Society 5.0.

Literatur tentang Society 5.0 penuh dengan referensi tentang kemanusiaan, manusia, dan individu. Misalnya saja, sering kali terdapat ungkapan-ungkapan seperti “kemanusiaan yang ditingkatkan”, “penghormatan terhadap martabat manusia”, “masyarakat yang berpusat pada kemanusiaan”, “ramah terhadap masyarakat”, “kebebasan yang lebih besar bagi individu”, dan masyarakat yang disesuaikan dengan kebutuhan. “preferensi manusia yang beragam.” Pernyataan ini menunjukkan bahwa kebahagiaan individu sangat penting dalam merancang lingkungan dan institusi, dan Society 5.0 harus dirancang sedemikian rupa untuk mencapai tujuan ini.

Penggunaan informasi yang bebas dan efektif, ditambah dengan inovasi dalam desain lingkungan dan kelembagaan, akan membebaskan individu dari pembatasan yang menghalangi mereka untuk menjalani kehidupan yang lebih baik. Setelah terbebas dari pembatasan ini, individu dapat memenuhi keinginan dan kebutuhannya tanpa mengganggu pembangunan berkelanjutan masyarakat secara keseluruhan. Masyarakat seperti ini adalah masyarakat yang bahagia, karena individu-individu di dalamnya memperoleh kesehatan mental yang menyertai kehidupan sehari-hari yang memuaskan dan bermakna, selain kesehatan fisik. Ini adalah visi yang berpusat pada masyarakat (people-centric) yang didukung oleh Society 5.0.

Tantangan Mendamaikan Kepentingan Individu Dan Masyarakat

Jadi kami berbagi dan berkomitmen terhadap visi masa depan yang luar biasa ini, namun apa yang harus dilakukan untuk mewujudkannya?

Jika kita tidak memihak terhadap situasi ini, kita akan melihat sejumlah tantangan yang harus diatasi oleh masyarakat saat ini, termasuk menipisnya sumber daya energi, degradasi

lingkungan, kebutuhan perawatan lansia, dan berkurangnya jumlah tenaga kerja. Masalah-masalah ini tidak akan hilang begitu saja hanya karena masyarakat meningkat dari 4.0 ke 5.0. Hal ini hanya akan bertambah buruk jika kita tidak menemukan solusi yang efektif. Membangun masyarakat yang secara berkelanjutan menyelaraskan hasil perilaku individu dengan kebaikan bersama adalah hal yang semakin mendesak.

Namun, bukanlah tugas yang mudah untuk mengingat kebaikan bersama dan mencapai keseimbangan yang tepat antara memberdayakan dan mengendalikan pilihan individu. Manusia adalah agen otonom yang menjalankan pilihan bebas, dan pilihan bebas ini tidak dapat dan tidak boleh dibatasi begitu saja. Namun masalah inilah yang menjadi alasan kita memerlukan diskusi serius tentang bagaimana mendamaikan kepentingan individu dan masyarakat. Diskusi semacam ini akan menjadi langkah penting dalam mendefinisikan apa arti kebahagiaan dalam Society 5.0.

Mendefinisikan Kebahagiaan

Kita kembali ke pertanyaan tentang apa itu kebahagiaan, sebuah pertanyaan yang telah memenuhi benak para pemikir di seluruh dunia sejak dahulu kala. Dalam merancang suatu masyarakat, kita harus memikirkan kondisi-kondisi yang mendasari kebahagiaan atau kesejahteraan. Apa yang kita butuhkan untuk menjadi bahagia? Mari kita periksa hasil-hasil dari proses diskusi yang diselenggarakan sebagai bagian dari proyek nasional, karena hasil-hasil ini, sampai batas tertentu, merupakan temuan-temuan yang terkonsolidasi mengenai masalah tersebut.

Pada tahun 2010, Kantor Kabinet mengumpulkan psikolog sosial, ekonom, dan pakar lainnya dan meluncurkan Komisi Pengukuran Kesejahteraan. Komisi tersebut meninjau literatur dari Jepang dan luar negeri dan memilih metrik tertentu untuk mengukur kesejahteraan. Laporan tersebut kemudian diterbitkan pada bulan Desember 2011. Laporan ini tersedia secara online (Kantor Kabinet 2011).

Menurut laporan tersebut (mereka yang tertarik pada rincian lebih lanjut dapat membaca laporan lengkapnya), meskipun laporan ini mungkin berbeda-beda tergantung faktor seperti usia, ada tiga syarat umum untuk kesejahteraan subjektif, yang masing-masing didasarkan pada keberlanjutan komunal. kemampuan. Yang pertama adalah kondisi sosial ekonomi, yang meliputi kekayaan, pendapatan, pekerjaan, perumahan, pendidikan, keamanan, dan keselamatan. Kedua, kesehatan yang meliputi kesehatan jasmani dan rohani. Ketiga adalah keterkaitan (*relatedness*), yang meliputi ikatan dengan keluarga, ikatan dengan komunitas, dan gaya hidup.

Masyarakat yang Lebih Bahagia

Ketiga syarat ini kemungkinan besar akan tetap sama kapan pun waktunya. Mengingat hal ini, jika kemajuan dalam AI dan transformasi digital menghasilkan lingkungan perkotaan yang lebih ramah terhadap penduduk dan pekerja, atau jika kemajuan dalam layanan kesehatan memungkinkan kita menjalani hidup yang lebih sehat, maka masyarakat secara keseluruhan akan jauh lebih bahagia. Dengan kata lain, ketika kita bergerak menuju Society 5.0, kita berhasil memperbaiki kondisi sosial ekonomi dan meningkatkan kesehatan fisik dan mental, kita dapat mencapai masyarakat yang lebih bahagia setidaknya dalam dua aspek ini.

Namun perubahan ini akan menimbulkan dilema yang saya sebutkan sebelumnya: bagaimana mendamaikan kepentingan individu dan masyarakat. Bahkan jika teknologi menyederhanakan sistem kita dan membuat kita lebih kaya, kita masih menghadapi tantangan yang sama yaitu harus mendistribusikan sumber daya yang terbatas. Meskipun akan lebih mudah bagi individu untuk mencari kenyamanan dan memenuhi kebutuhan spesifik mereka, masyarakat seperti ini tidak akan berkelanjutan jika masyarakat memberikan kebebasan kepada individu untuk melakukan konsumsi secara berlebihan, memonopoli sumber daya secara tidak adil demi mengejar kebahagiaan mereka sendiri, atau sebaliknya, mengeksploitasi sistemnya. Selain upaya individu untuk mengejar kebahagiaan, harus ada kode moral yang diarahkan pada kebaikan bersama, dan individu harus bertindak sesuai dengan hal tersebut. Teknologi dan data saja tidak cukup untuk memastikan Society 5.0 adalah masyarakat yang bahagia. Desain sosial harus menekankan tugas menyelaraskan kebebasan berperilaku dengan regulasi perilaku.

Pengaturan perilaku harus sesuai dengan fitrah manusia; jika tidak, tidak akan ada keselarasan sejati antara individu dan masyarakat. Penghormatan terhadap martabat manusia akan dirusak jika masyarakat mengekang kebebasan individu, atau jika individu menipu masyarakat. Masyarakat yang lebih bahagia dapat dicapai ketika individu, dalam mengejar kebahagiaan, menggunakan kebebasan memilih sesuai dengan nilai-nilai mereka sendiri, dan ketika perilaku individu tersebut diatur oleh kode moral yang menganjurkan keberlanjutan.

Desain Sosial dan Keterhubungan

Desain sosial juga harus mempertimbangkan kondisi ketiga yaitu kesejahteraan, keterhubungan. Keterhubungan secara signifikan dibentuk oleh hal-hal seperti perumahan, tempat kerja, lingkungan digital, layanan manusia, dan substitusi AI.

Namun, pertama-tama, bagaimana masyarakat super pintar, yang terbentuk dengan “menggabungkan dunia maya dengan ruang fisik (dunia nyata),” akan mengubah hubungan antarmanusia dan komunitas baru apa yang akan tercipta? Apakah kita akan menjadi lebih homogen dalam hal kelas dan nilai, ataukah kita akan menjadi lebih beragam? Kita mungkin menggunakan waktu luang ekstra tersebut untuk bersosialisasi dengan orang-orang terdekat kita, namun dengan melakukan hal tersebut, kita mungkin akan semakin menjauhkan diri dari orang-orang yang kurang kita sayangi. Apakah kita akan menghabiskan lebih banyak waktu untuk terlibat dalam interaksi sosial yang bersifat daging dan darah, atau akankah kita lebih banyak berinteraksi dengan teman-teman AI? Dengan menanyakan pertanyaan-pertanyaan ini, kita akan menyadari betapa sedikitnya yang kita ketahui saat ini tentang bagaimana Society 5.0 akan mempengaruhi keterhubungan.

Ketidajelasan isu ini membuat tugas perancangan sosial menjadi semakin penting: tugas membingkai Society 5.0 sebagai masyarakat dengan keterhubungan yang kondusif bagi kesejahteraan. Namun sekali lagi, keharmonisan antara individu dan masyarakat akan terancam jika semua prioritas diberikan pada membiarkan individu untuk mengejar, di sini dan saat ini, jenis keterhubungan yang mereka yakini akan menghasilkan kenyamanan. Misalkan, misalnya, setiap orang hanya berinteraksi dengan orang-orang yang memiliki nilai-nilai yang sama dan menghindari orang lain. Skenario seperti itu mungkin nyaman secara

mental. Namun hal ini juga akan menciptakan klik-klik eksklusif sehingga menimbulkan kesenjangan dan diskriminasi. Hal ini juga akan menghalangi toleransi dan kreativitas yang muncul dari keberagaman. Akibatnya, kehidupan manusia bisa menjadi lebih miskin.

Hal penting untuk diingat adalah bahwa desain sosial sering kali memengaruhi keterhubungan dengan cara yang tidak disengaja; ada efek samping. Para perencana mungkin merancang kota pintar agar nyaman, aman, dan nyaman, lalu menyajikannya kepada masyarakat, namun apakah masyarakat akan berpindah ke kota ini secara acak? Atau akankah para perencana pada akhirnya, jika tanpa disadari, memilih kelompok-kelompok tertentu, seperti anggota dari status sosial ekonomi tertentu atau pemegang nilai-nilai tertentu?

Konsekuensi yang tidak diinginkan sulit diprediksi. Hal ini sangat sulit diprediksi ketika berhubungan dengan hubungan antarmanusia, karena banyaknya fenomena sosial yang menjalin hubungan tersebut. Maka, semakin banyak alasan untuk lebih memperhatikan bagaimana masyarakat merupakan kumpulan hubungan individu dan bagaimana kebahagiaan dalam Society 5.0 harus didasarkan pada harmonisasi keduanya.

Pilihan Bebas dan Regulasi Sosial

Agar Society 5.0 menjadi masyarakat yang lebih kaya dan nyaman, kita mungkin mulai melihat keinginan untuk mendapatkan kenyamanan dan kekayaan yang lebih besar sebagai sesuatu yang wajar. Ketika orang mempunyai kebebasan yang lebih besar untuk memilih hal-hal yang mereka sukai, mungkin mereka akan membuat pilihan yang lebih egois. Oleh karena itu, untuk mendamaikan kepentingan individu dan masyarakat guna mencapai kebahagiaan yang lebih besar, pada titik tertentu kita harus mengatur perilaku individu.

Masyarakat yang memproklamirkan tingkat kebahagiaan yang tinggi (dalam hal kenyamanan, kemudahan, kekayaan, dan kesehatan) bagi banyak orang adalah masyarakat yang melepaskan hasrat masyarakatnya, sehingga masyarakat memiliki tingkat permintaan yang jauh lebih tinggi atau keinginan yang lebih kuat untuk memenuhi kebutuhannya. bebas bertindak untuk mendapatkan hal-hal yang mereka hargai. Namun, ketika orang lebih bebas untuk mengejar hal-hal yang mereka inginkan, terkadang hal tersebut akan merugikan kebaikan bersama, sehingga perilaku individu perlu dikontrol sampai batas tertentu. Pada paruh kedua bagian ini, saya mengeksplorasi bagaimana masyarakat dapat mengatur perilaku sesuai dengan sifat manusia.

Jebakan Hadiah dan Hukuman

Salah satu cara yang agak kasar untuk mengendalikan perilaku adalah dengan memberikan penghargaan dan hukuman. Tidak dapat disangkal, memberi penghargaan pada hasil perilaku tertentu dengan uang atau kompensasi nonmoneter dapat membentuk perilaku dengan sangat kuat. Sekalipun ada yang menyatakan bahwa mereka tidak bekerja demi uang, yang merupakan salah satu sisi kebenaran tentang umat manusia, uang adalah fakta utama dalam kehidupan manusia. Tidak ada masyarakat yang bisa hidup tanpa sistem penghargaan dan hukuman, dan kita menjalani hidup dalam sistem tersebut.

Baik imbalan maupun hukuman menimbulkan biaya sosial tertentu. Ini adalah biaya yang terkait dengan pemberian imbalan dan hukuman serta pemantauan apakah imbalan dan hukuman tersebut diberikan dengan tepat. Biaya-biaya ini dapat dikurangi dengan

memasukkan teknologi ke dalam lingkungan kelembagaan. Dengan cara ini, Society 5.0 dapat mengkondisikan perilaku manusia dengan sistem penghargaan dan hukuman yang lebih efisien dibandingkan versi sebelumnya.

Namun di sinilah letak jebakannya. Mengandalkan sistem penghargaan dan hukuman dapat melemahkan tujuan masyarakat yang berpusat pada masyarakat. Artinya, hal ini mungkin bertentangan dengan penghormatan terhadap otonomi perilaku dan keinginan untuk mencari kebebasan—gagasan bahwa orang harus bertindak dengan cara yang sesuai dengan kecenderungan dan nilai-nilai mereka. Begitu orang mulai percaya bahwa perilaku mereka dikondisikan oleh hadiah atau hukuman, mereka mungkin kehilangan motivasi intrinsik dan mulai menunjukkan reaktansi (lebih lanjut tentang ini nanti).

Motivasi intrinsik

Ada dua jenis motivasi utama di balik perilaku manusia: motivasi intrinsik dan ekstrinsik. Motivasi intrinsik adalah keinginan untuk bertindak berdasarkan minat, kecenderungan, atau nilai-nilai seseorang. Motivasi ekstrinsik adalah motivasi yang berasal dari luar diri seseorang, misalnya dari imbalan, hukuman, atau paksaan.

Terlalu banyak motivasi ekstrinsik dapat mematikan motivasi intrinsik. Misalnya, sekelompok orang ingin menghemat energi. Jika orang-orang ini hidup di bawah sistem yang menghargai upaya penghematan energi, mereka secara alami akan melakukan upaya penghematan energi. Namun, begitu mereka mulai menghubungkan upaya mereka dengan imbalan yang ditawarkan masyarakat, mereka tidak lagi percaya bahwa mereka melakukan upaya penghematan energi karena pada dasarnya mereka ingin melakukan upaya tersebut. Akibatnya, keinginan intrinsik mereka untuk menghemat energi menjadi lemah. Demikian pula, ketika Anda mulai percaya bahwa Anda bekerja untuk mendapatkan bayaran, dalam banyak kasus Anda akan kehilangan minat pada pekerjaan itu sendiri.

Manusia selalu mencari alasan mengapa mereka melakukan sesuatu, dan ketika suatu alasan menjadi jelas, kemungkinan alasan lain akan dikesampingkan. Jadi, begitu individu mulai melihat bujukan ekstrinsik, seperti penghargaan dan hukuman, sebagai dasar perilaku mereka, mereka akan mendapat gagasan bahwa mereka bertindak seperti itu bukan karena kecenderungan atau nilai-nilai mereka.

Reaktansi

Kami percaya bahwa kami memiliki kebebasan untuk memilih tindakan kami sendiri. Oleh karena itu, kita bereaksi secara menantang ketika tampaknya seseorang mengambil alih pilihan perilaku kita atau memaksa kita untuk memilih tindakan tertentu.

Ini disebut reaktansi. Salah satu masalah dengan reaktansi adalah ketidakmampuan untuk melaksanakan pilihan tertentu dapat membuat pilihan tersebut tampak lebih menarik daripada yang seharusnya. Sesuatu yang akan dipilih seseorang, andai saja mereka bisa bertindak bebas, akan mulai tampak lebih menarik karena orang tersebut berpotensi bisa memperolehnya. Masalah lainnya adalah bahwa reaktansi menciptakan keinginan yang meningkat untuk memulihkan kebebasan memilih subjektif. Seseorang mungkin secara alami cenderung terhadap perilaku tertentu yang diinginkan, namun jika Anda mencoba membujuk

orang tersebut untuk melakukan perilaku ini, dia mungkin akan membuat pilihan alternatif meskipun awalnya mereka lebih menyukai perilaku yang diinginkan.

Untuk menghubungkan fenomena ini dengan contoh penghematan energi, ketika masyarakat percaya bahwa mereka didorong untuk melakukan penghematan energi melalui sistem penghargaan dan hukuman, mereka akan mulai melihat penggunaan energi yang boros sebagai hal yang lebih menarik, dan mungkin dengan sengaja membuang-buang energi ketika tidak ada lagi energi yang terpakai. ada yang menonton.

Desain yang Menumbuhkan Kecenderungan dan Nilai yang Diinginkan

Motivasi dan reaktansi intrinsik dapat melepaskan sifat jahat di dalam diri. Namun hal-hal tersebut pada dasarnya terkait dengan bagian paling penting dari kemanusiaan: otonomi dan kebebasan memilih. Mereka adalah kunci untuk menghormati martabat manusia sebagai agen otonom yang bertindak sesuai dengan persepsi, keyakinan, dan nilai-nilai mereka. Untuk menjadi masyarakat yang berpusat pada masyarakat, masyarakat harus mempunyai lingkungan dan institusi yang dirancang berdasarkan premis otonomi manusia.

Oleh karena itu, perencana harus selalu berhati-hati mengenai sejauh mana mereka mengandalkan imbalan dan hukuman. Untuk memastikan keberlanjutan sistem, pertanyaan tentang seberapa besar pembatasan perilaku manusia harus diberikan dengan sangat hati-hati. Jika peraturan yang lebih longgar memungkinkan, penghargaan dan hukuman tidak boleh diberikan secara berlebihan. Sebaliknya, harus ada sistem bujukan yang lebih bertahap (dorongan adalah contohnya) untuk mendorong perilaku yang mengarah pada harmonisasi kepentingan individu dan masyarakat. Strategi ini akan membantu memastikan bahwa orang-orang berperilaku dengan cara yang benar dan alami bagi diri mereka sendiri.

Strategi ini menguntungkan karena menumbuhkan kecenderungan dan nilai-nilai yang sejalan dengan perilaku yang diinginkan. Saya menyatakan sebelumnya bahwa jika orang percaya bahwa perilaku mereka dimotivasi oleh imbalan, mereka tidak akan percaya bahwa mereka dimotivasi oleh kecenderungan atau nilai-nilai mereka sendiri. Namun, hal sebaliknya juga terjadi; ketika orang melakukan sesuatu tanpa imbalan apa pun, mereka akan menghubungkan penyebab perilaku mereka dengan kecenderungan dan nilai-nilai mereka.

Oleh karena itu, jika masyarakat mempunyai bujukan halus (bukan imbalan dan hukuman) yang membuat individu memilih untuk bertindak sesuai keinginannya, maka individu tersebut akan menyadari bahwa kecenderungan dan nilai-nilai mereka secara alami sejalan dengan tindakan yang diinginkan. Oleh karena itu, strategi ini mungkin berhasil dalam mengkondisikan perilaku individu tanpa melemahkan keinginan manusia akan otonomi dan kebebasan memilih. Pada saat yang sama, dalam memberdayakan masyarakat untuk bertindak sesuai dengan kecenderungan dan nilai-nilai mereka, strategi ini juga dapat membantu memastikan bahwa perilaku individu sejalan dengan kepentingan masyarakat secara keseluruhan.

Tentu saja, hal ini mungkin tidak mudah untuk dicapai dalam praktiknya. Jika kita dapat dengan cepat dan mudah memupuk kecenderungan dan nilai-nilai yang mendasari perilaku yang diinginkan, kita dapat menyelesaikan banyak masalah sosial sebelum masalah tersebut menjadi terlalu serius. Kita tahu dari akal sehat dan juga dari penelitian terhadap perilaku

manusia bahwa orang sering kali bertindak berlawanan dengan keinginan Anda. Oleh karena itu, saya tidak mengusulkan resep sederhana untuk pengaturan perilaku dan saya juga tidak mengatakan bahwa penghargaan dan hukuman tidak boleh digunakan.

Poin kuncinya adalah ini. Semua masyarakat perlu mengendalikan perilaku individu dengan cara tertentu, dan Society 5.0 juga harus melakukan hal yang sama, dengan menerapkan semua kebijakan yang ada untuk mencapai tujuan ini. Namun Society 5.0 harus melakukannya dengan cara yang sesuai dengan sifat manusia tidak hanya untuk mencegah kesalahan yang tidak terduga, namun juga untuk menciptakan jalan menuju masyarakat yang lebih bahagia, di mana terdapat keselarasan antara kepentingan individu dan kelompok. Para perencana harus mengadopsi perspektif seperti itu ketika merancang lingkungan dan institusi, karena prinsip menghormati martabat manusia juga memerlukan hal yang sama.

Terakhir, Beberapa Pertanyaan Moral Penting yang Perlu Dipertimbangkan

Kita telah membahas bagaimana kita dapat mencapai kebahagiaan dan kesejahteraan di Society 5.0, dan bagaimana untuk mencapai tujuan ini kita harus menyelaraskan kepentingan individu dan masyarakat dengan cara yang sesuai dengan sifat manusia. Terakhir, saya ingin mengajukan beberapa pertanyaan moral. Norma dan prinsip mendasar apa yang harus dijadikan acuan oleh suatu masyarakat ketika memutuskan bagaimana memandu perilaku anggotanya? Perilaku seperti apa yang harus kita biarkan diatur oleh masyarakat? Siapa yang berhak secara halus mendorong perilaku orang lain?

Dunia sudah dipenuhi dengan bujukan, termasuk iklan online. Dengan latar belakang ini, mungkin diperlukan perencana yang baik hati untuk mendorong perilaku, dengan mempertimbangkan kebaikan bersama serta penilaian nilai yang lazim. Namun, beberapa orang mungkin secara intuitif merasa tidak suka atau takut terhadap masyarakat yang menggunakan sistem tipu muslihat untuk membuat orang berperilaku tertentu tanpa mereka curiga bahwa mereka sedang dikondisikan.

Tidak ada jawaban yang jelas terhadap permasalahan di atas. Ketiadaan jawaban tidak boleh menjadi alasan untuk mengabaikan pertanyaan-pertanyaan atau mengesampingkan semua upaya yang harus kita lakukan untuk menyelaraskan kepentingan individu dan masyarakat. Meskipun jawabannya mungkin tidak kita ketahui, kita harus terus mencarinya.

Hal ini harus kita lakukan karena kita mempunyai kewajiban terhadap generasi penerus yang akan hidup di Society 5.0. Mereka yang memperkenalkan teknologi baru atau merancang tatanan kelembagaan dan mereka yang memperdebatkan bentuk Society 5.0 harus mempertimbangkan, dari berbagai perspektif, opsi mana yang lebih bijaksana atau tepat, atau bahkan ideal. Pendekatan seperti ini akan membantu memastikan bahwa masyarakat di masa depan menghormati anggotanya dan memberikan kebahagiaan dan kesejahteraan kepada mereka.

7.2 SIGNIFIKANSI SOCIETY 5.0 DAN PANDANGANNYA

Visi untuk Masyarakat yang Didorong oleh Teknologi

Sebagaimana dituangkan dalam Rencana Dasar Sains dan Teknologi, Society 5.0 secara sederhana menyajikan visi masyarakat yang didorong oleh sains dan teknologi. Masyarakat super cerdas di mana dunia maya menyatu dengan ruang fisik (dunia nyata) didukung oleh teknologi untuk mengumpulkan dan menyusun data dalam arsitektur dunia maya, dan oleh teknologi untuk mengubah data menjadi pengetahuan dan mengintegrasikannya kembali ke dalam ruang fisik (dunia nyata). Buku ini berfokus pada teknologi tersebut dan memperkenalkan arsitektur integrasi informasi (Bab 4) dan pendekatan untuk mengubah habitat perkotaan (Bab 5).

Teknologi ini menargetkan data yang dikumpulkan dari ruang fisik (dunia nyata). Dengan teknologi ini, semua jenis data, termasuk yang berkaitan dengan energi, transportasi, riwayat belanja, emisi, dan aspek lain dari lingkungan perkotaan, disimpan di ruang siber. Dalam keadaan mentah, data hanyalah serangkaian digit. Namun, teknologi memproses data menjadi informasi yang bermakna dan kemudian menjadi pengetahuan. Pengetahuan ini kemudian secara aktif mempengaruhi ruang fisik (dunia nyata). Dalam hal ini, masyarakat supersmart, yang dibentuk dengan “menggabungkan dunia maya dengan ruang fisik (dunia nyata),” pada dasarnya merupakan bentuk masyarakat yang lebih maju dari masyarakat yang padat pengetahuan dan masyarakat yang didorong oleh data.

Perbedaannya adalah masyarakat masa depan dimana teknologi akan digunakan adalah masyarakat yang berpusat pada manusia. Solusi untuk mengatasi tantangan sosial (seperti masyarakat yang sangat menua dan masyarakat bebas karbon) mungkin akan memaksa masyarakat untuk berkorban. Teknologi dalam Society 5.0 adalah teknologi yang menyeimbangkan solusi tersebut dengan prinsip masyarakat yang ramah terhadap masyarakat. Meskipun masyarakat didorong oleh ilmu pengetahuan dan teknologi, masyarakat tetap berpusat pada manusia. Para peneliti dan insinyur yang bekerja di bidang Penelitian dan Pengembangan harus mengingat hal ini: Society 5.0 adalah sebuah visi masyarakat yang didorong oleh ilmu pengetahuan dan teknologi, namun tujuan dari visi ini adalah masyarakat yang berpusat pada manusia.

Prinsip Masyarakat yang Berpusat pada Manusia dan Cara Kita Mencapainya

Apa yang dimaksud dengan masyarakat yang berpusat pada rakyat? Ringkasnya, dalam Strategi Komprehensif Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Inovasi (STI) Pemerintah tahun 2017, Society 5.0 digambarkan sebagai masyarakat yang, “melalui tingginya tingkat penggabungan antara ruang siber dan ruang fisik, akan mampu menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian permasalahan sosial dengan menyediakan barang dan jasa yang secara terperinci memenuhi berbagai kebutuhan laten tanpa memandang lokasi, usia, jenis kelamin, atau bahasa untuk memastikan bahwa semua warga negara dapat menjalani kehidupan berkualitas tinggi, penuh kenyamanan dan vitalitas.” Definisi ini memberi tahu kita dua hal.

Pertama, hal ini menjelaskan bahwa Society 5.0 adalah masyarakat yang berkelanjutan, yaitu masyarakat yang menyeimbangkan penyelesaian permasalahan sosial (kepentingan masyarakat secara keseluruhan) dengan kebutuhan masyarakat akan keamanan dan kenyamanan (kepentingan individu). Ketika tekanan untuk menghadapi perubahan iklim semakin meningkat, Jepang kini menghadapi tugas mendesak untuk melampaui masyarakat

rendah karbon, menuju masyarakat nol karbon. Sebagai negara maju dengan populasi yang menua, Jepang juga menghadapi tugas mendesak untuk mengatasi masyarakat yang sangat menua. Bagi Jepang, mengatasi tantangan-tantangan ini tanpa menghalangi masyarakat untuk hidup aman dan nyaman adalah kunci untuk menjadi model dalam mengatasi masalah-masalah yang terkait dengan perekonomian maju.

Bab 4 membahas “Inovasi Habitat,” sebuah kerangka kerja untuk melakukan tugas ini. Kerangka kerja ini membantu menjauhkan pembuat kebijakan dari solusi yang memaksa masyarakat untuk berkorban. Hal ini dilakukan dengan memecah indeks penyelesaian masalah sosial menjadi tiga komponen besar (pembuatan kebijakan, inovasi teknologi, dan upaya mencapai kualitas hidup) dan berbagai metrik untuk menyoroti keseimbangan optimal antara apa yang terbaik bagi masyarakat dan apa yang terbaik bagi individu. . Bab ini kemudian menggarisbawahi pentingnya kolaborasi industri-akademisi-pemerintah dalam ketiga komponen tersebut. Penelitian tentang peningkatan kualitas hidup memiliki peran yang sangat penting dalam mendorong masyarakat yang berpusat pada manusia, dan ilmu humaniora dan sosial dapat menawarkan wawasan penting untuk membentuk visi kita tentang masyarakat dan kemanusiaan, sebuah tugas penting dalam mewujudkan Society 5.0.

Hal kedua yang disampaikan oleh definisi ini adalah bahwa Society 5.0 adalah masyarakat inklusif, yang mengakomodasi keberagaman dan beragam preferensi. Pendekatan-pendekatan sebelumnya cenderung menekankan pada ekonomi dan efisiensi dengan mengorbankan memanfaatkan ciri-ciri unik masyarakat. Ketika orang-orang tinggal di lingkungan perumahan yang homogen dan pilihannya terbatas, mereka mungkin akan menyesuaikan diri dengan gaya hidup yang tidak menggunakan kue.

Di tengah diversifikasi preferensi, Society 5.0 menunjuk pada masyarakat di mana masyarakat memiliki lebih banyak kebebasan memilih lingkungan tempat tinggal dan gaya hidup, serta lebih mampu menikmati hobi dan waktu luang mereka. Ini adalah masyarakat di mana masyarakat mengakses layanan yang sesuai dengan preferensi spesifik mereka tanpa memisahkan diri dari orang-orang yang memiliki preferensi berbeda atau tingkat pendapatan berbeda. Kita sudah semakin jarang menggunakan uang tunai, dan kita semakin beralih ke ekonomi non-moneter dan berbagi, di mana kepemilikan benda berwujud semakin berkurang nilainya. Ketika masyarakat berubah, individu juga harus berubah. Transformasi di tingkat masyarakat ini menantang kita untuk mengevaluasi kembali nilai-nilai kita dan meninjau kembali pertanyaan tentang apa yang membuat kita bahagia.

TI mendorong perubahan dalam sistem yang berkaitan dengan ekonomi, pendidikan, dan kesejahteraan, sehingga tantangan lainnya adalah merancang struktur sosial jenis baru. Kita juga harus berdiskusi lebih dalam mengenai apa yang membuat individu bahagia dan bagaimana individu dan masyarakat harus saling berinteraksi. Ilmu humaniora dan ilmu-ilmu sosial mempunyai peran penting dalam mewujudkan Society 5.0, dan ketika diskusi mengenai isu-isu ini terbuka untuk umum, konsep Society 5.0 akan mulai meresap ke dalam hati dan pikiran masyarakat.

Inovasi Berbasis Masyarakat

Model kota pintar tradisional melibatkan penerapan praktis teknik dan teknologi yang menggunakan data di sektor tertentu (seperti energi atau transportasi). Masyarakat supersmart melangkah lebih jauh dibandingkan kota pintar; negara ini tidak hanya sekedar “pintar” namun juga “super pintar”, yang melampaui sektor-sektor dan sangat menekankan kolaborasi antar-sektor. Salah satu tantangan teknis terbesar dalam mencapai tujuan ini adalah membangun kerangka pengembangan teknologi yang dapat digunakan untuk mengoperasikan arsitektur integrasi informasi dan platform data, yang akan memungkinkan data dan informasi diintegrasikan antar berbagai sektor dan akan menyediakan database pengetahuan yang menghubungkan informasi di berbagai sektor. Dengan demikian, konsep Society 5.0 dapat membantu memacu perkembangan teknologi yang diperlukan untuk kolaborasi lintas sektor.

Tugas lain yang harus diatasi adalah merombak model tradisional kemitraan industri-akademisi. Penting bagi lembaga-lembaga penelitian akademis untuk terus memajukan proyek-proyek penelitian yang ditugaskan atau bekerja sama dengan perusahaan swasta. Namun proyek-proyek tersebut mempunyai kapasitas yang terbatas untuk menghasilkan sistem yang dapat memimpin masyarakat. Sudah ada banyak contoh di negara-negara Barat mengenai perusahaan dan universitas yang berkolaborasi dalam proyek berdasarkan landasan organisasi yang sama. Dalam mewujudkan Society 5.0, perusahaan dan universitas harus mengadopsi model kolaborasi industri-akademisi, yang mana mereka memanfaatkan kekuatan satu sama lain untuk meneliti visi sosial masa depan serta inovasi teknologi dan mengkomunikasikan temuan mereka kepada khalayak global.

Di sisi lain, Society 5.0 telah menciptakan peluang untuk mengembangkan teknologi terkait seperti analisis Big Data dan arsitektur integrasi informasi. Hal ini tentunya memberikan dorongan tambahan bagi dunia usaha, universitas, dan pemerintah untuk secara kolaboratif mengembangkan teknologi terkait, namun peluang tersebut tidak hanya terbatas pada akademisi di bidang STEM, bisnis manufaktur, dan pengembang aplikasi. Teknologi yang mendasari Society 5.0 harus didefinisikan secara luas. Selanjutnya memperkenalkan kasus Barcelona, yang memasang sejumlah sensor di jalan-jalan dan merilis data sensoriknya ke publik sehingga warga dapat memantau sendiri data tersebut. Pendekatan ini membantu kota mengatasi permasalahannya. Seperti yang ditunjukkan dalam kasus ini, tugas utama dalam mengembangkan arsitektur siber untuk Society 5.0 adalah menggunakan analisis TI dan Big Data sebagai sarana untuk menerapkan ide-ide secara praktis guna meningkatkan kehidupan sehari-hari dan lingkungan hidup masyarakat.

Masih banyak aspek kehidupan kita sehari-hari yang belum didigitalkan dan disajikan sebagai data. Ide-ide inovatif untuk mendigitalkan hal-hal ini dan kemudian memanfaatkan datanya akan memicu pengembangan teknologi sensor dan aplikasi untuk memvisualisasikan data. Mengingat bahwa bagian dari pengembangan teknologi adalah untuk menggali kebutuhan sosial yang mendasari teknologi tersebut, kita dapat berasumsi bahwa siapa pun yang memiliki ide bagus akan berpartisipasi dalam proses pembangunan arsitektur cyber Society 5.0. Selain itu, sistem sosial baru, seperti ekonomi berbagi, telah mencocokkan gagasan individu dengan TI, menyempurnakan gagasan tersebut, dan menyebarkannya ke

tingkat akar rumput. Inovasi Habitat harus didorong oleh ide-ide spontan warga yang mengetahui dengan baik habitatnya. Demikian pula, warga negaralah yang merupakan pengguna akhir dari teknologi yang menggabungkan ruang siber dan ruang fisik (dunia nyata). Dalam hal ini, Society 5.0 adalah sebuah masyarakat yang memfasilitasi inovasi oleh warga negara dan untuk warga negara, dan masyarakat itu sendiri merupakan produk dari keseluruhan inovasi tersebut.

Pengembangan Sumber Daya Manusia dan Pendidikan

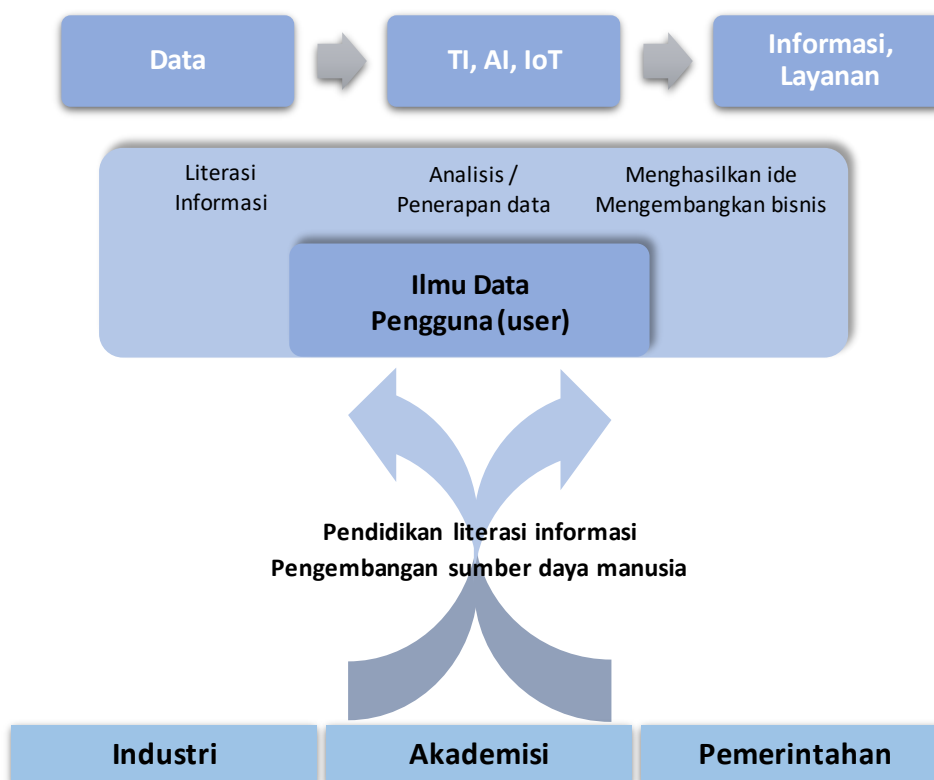
Prasyarat lain untuk Society 5.0 adalah memastikan bahwa sistem pendidikan menghasilkan ahli di bidang yang memerlukan kebutuhan baru (lihat Gambar 8.1). Dalam bidang pendidikan, ada dua tugas yang perlu ditekankan.

Tugas pertama adalah melatih para ahli yang menggunakan AI untuk menganalisis Big Data, karena permintaan masyarakat akan hal tersebut akan semakin besar di tahun-tahun mendatang. Meningkatnya permintaan akan ilmuwan data menarik perhatian di kalangan analis Big Data genomik di bidang kedokteran dan farmasi. Dengan semakin banyaknya produk terkait IoT, kini terdapat tugas mendesak untuk melatih para ahli yang dapat menggunakan AI untuk menganalisis Big Data yang dikumpulkan oleh produk-produk ini. Permintaan akan data scientist akan melonjak di berbagai bidang seperti transportasi (kendaraan self-driving), energi (CEMS/BEMS), konstruksi (i-construction), dan perdagangan (e-commerce). Saat ini, universitas sedang berjuang untuk memenuhi permintaan masyarakat akan sumber daya manusia. Hasil panen mahasiswa saat ini tidak cukup untuk menutupi kekurangan tersebut, sehingga jawabannya terletak pada pendidikan berulang.

Tugas kedua berkaitan dengan pentingnya literasi informasi dalam masyarakat yang didorong oleh data. Masyarakat umum harus mempunyai literasi untuk menguraikan data dan informasi secara akurat. Jika Anda salah membaca data dan informasi, Anda akan mengatasi masalah dengan cara yang salah, dan Anda mungkin akan menggunakan data atau informasi tersebut secara tidak benar. Misalnya, suatu wilayah mengalami peningkatan kejahatan. Cara pemerintah daerah mengatasi masalah ini akan bergantung pada cara mereka menafsirkan data kejahatan. Aktivitas kriminal terkonsentrasi di titik-titik rawan tertentu. Pemerintah daerah akan menggunakan data untuk mengatasi masalah kejahatan dalam kedua kasus tersebut, namun tindakan penanggulangannya akan bergantung pada apakah pemerintah berfokus pada titik rawan kejahatan atau pada orang-orang yang melakukan kejahatan tersebut. Hal ini juga harus mempertimbangkan bagaimana pelepasan data ini dapat berdampak pada masyarakat lokal. Data kejahatan adalah contoh klasik betapa sulitnya menafsirkan data dan memberikan respons yang tepat. Perhatian khusus harus diberikan pada data terbuka, karena cara masyarakat bereaksi terhadap data tersebut akan berdampak pada masa depan masyarakat lokal dalam berbagai cara.

Oleh karena itu, literasi informasi (cara menafsirkan dan menggunakan data dan informasi) akan menjadi semakin penting dalam masyarakat berbasis data. Institusi pendidikan mulai dari sekolah dasar hingga universitas akan memikul tugas ini bersama dengan perusahaan dan masyarakat lokal, namun pendidikan pada khususnya akan memiliki peran penting dalam membantu masyarakat memperoleh literasi informasi. Ketika

masyarakat melek informasi, wilayah ini akan menjadi contoh perintis masyarakat berbasis data, dimana data digunakan untuk mendukung kehidupan yang aman dan nyaman di masyarakat lokal. Institusi pendidikan, dunia usaha, dan pemerintah masing-masing mempunyai peran dalam melatih sumber daya manusia yang diperlukan untuk Society 5.0 dan memastikan literasi informasi.



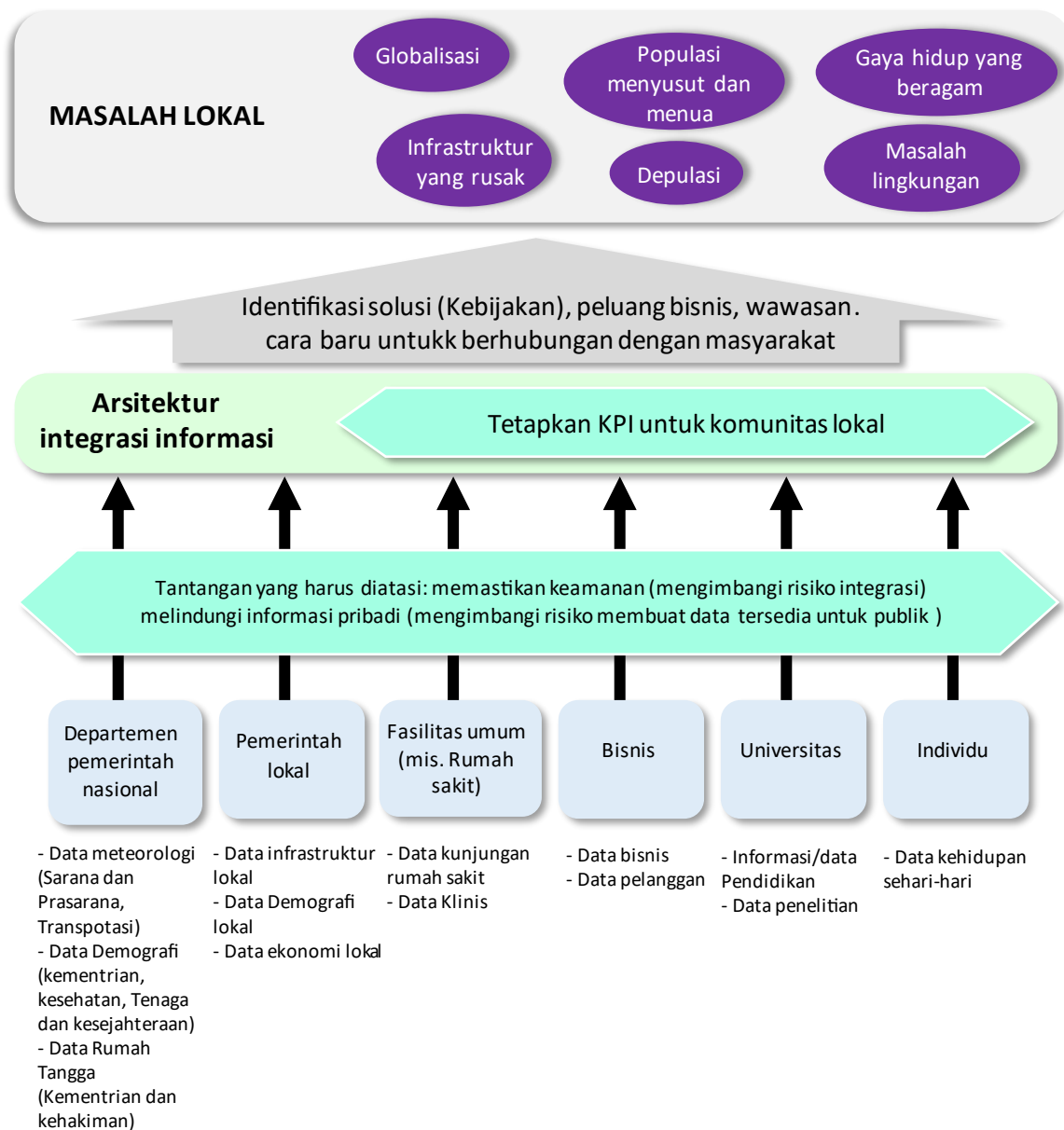
Gambar 7.1 Pentingnya pengembangan sumber daya manusia dan pendidikan

Mendorong Revitalisasi Daerah

Keberhasilan Society 5.0 bergantung pada apakah pemerintah pusat dan daerah dapat menerapkan kepemimpinan politik yang diperlukan untuk perubahan strategis dan reformasi kelembagaan. Ada banyak masalah kelembagaan berbeda yang menghambat kemajuan dalam tugas-tugas penting seperti membangun arsitektur integrasi informasi antarsektor dan mencapai keseimbangan antara perlindungan dan akses terhadap informasi pribadi. Selain itu, akan ada kebutuhan yang lebih besar untuk melonggarkan peraturan guna memungkinkan inovasi dan penciptaan peluang bisnis baru.

Persoalan lainnya adalah data masyarakat lokal dikelola secara privat dan publik secara desentralisasi, sehingga perlu dilakukan upaya konsolidasi dan koordinasi pengelolaan data tersebut. Untuk membangun arsitektur integrasi informasi antar-sektor, pemerintah harus mengambil tindakan tegas terhadap sistem pengelolaan data yang terkotak-kotak secara vertikal (lihat Gambar 7.2). Satu set informasi geografis dikelola dan digunakan di antara berbagai departemen pemerintah yang berkaitan dengan konstruksi, perbaikan jalan, dan sistem pembuangan limbah, sehingga pengelolaan data harus terkoordinasi. Demikian pula

data terkait transportasi, kesejahteraan, dan pendidikan harus diintegrasikan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan di departemen lain. Hal lain yang tidak dapat diabaikan adalah perlindungan informasi pribadi. Bank data pribadi dan bank informasi, yang menyimpan dan menggunakan informasi pribadi, telah muncul dan mempunyai potensi besar di tahun-tahun mendatang. Penggunaan data adalah kunci menuju Society 5.0. Bab 3 memperkenalkan contoh-contoh inisiatif pemerintah daerah yang dirintis di negara-negara Barat dan Jepang. Contoh-contoh ini menggambarkan bagaimana pemerintah daerah di pedesaan atau provinsi dapat memperoleh manfaat ketika data pemerintah dibuka ke publik, setelah memastikan keamanan manusia.



Gambar 7.2 Integrasi data untuk vitalisasi regional, dan permasalahan relatifnya

Pemerintah pusat dan daerah harus menyadari bahwa kebijakan yang ada tidak akan cukup untuk menyeimbangkan penyelesaian permasalahan sosial dengan tuntutan kehidupan

sehari-hari yang menyenangkan. Mereka kemudian harus menilai kembali nilai-nilai dan prinsip-prinsip yang mendasari kebijakan-kebijakan tersebut. Selanjutnya, mereka harus menetapkan kebijakan baru dan menggunakan KPI untuk mengukur dampaknya. Untuk mencapai tujuan tersebut, mereka harus terus mengumpulkan dan menganalisis data untuk memastikan bahwa kebijakan-kebijakan tersebut didasarkan pada bukti. Seharusnya tidak hanya perusahaan swasta yang memanfaatkan data. Faktanya, Council for Promoting Statistical Reform (Dewan untuk Mempromosikan Reformasi Statistik) milik Pemerintah telah menganjurkan pembuatan kebijakan berbasis bukti (menggunakan data statistik sebagai bukti untuk melegitimasi dan mengukur keberhasilan kebijakan) (The Council for Promoting Statistical Reform 2017).

Untuk kepentingan revitalisasi daerah, harus ada ekosistem industri. Lebih khusus lagi, pemerintah daerah dan perusahaan lokal harus mengambil bagian dalam visi Society 5.0 dan mempromosikan ekosistem industri berbasis TI untuk merevitalisasi komunitas lokal mereka. Untuk mencapai hal ini, pemerintah pusat dan daerah harus memiliki tujuan yang sama, yaitu membangun ekosistem yang secara organik dapat menghubungkan usaha kecil dan startup yang muncul sebagai hasil dari data terbuka.

Untuk memastikan bahwa visi Society 5.0 mengenai masyarakat super pintar dapat diterapkan di wilayah provinsi, harus ada pelanggaran peraturan di wilayah tersebut, dan data pemerintah harus tersedia di wilayah tersebut sebagai data terbuka. Untuk memastikan bahwa tindakan tersebut mengarah pada peningkatan pelayanan publik, menciptakan peluang bisnis bagi bisnis baru, dan mendorong universitas dan perusahaan untuk secara kolaboratif mengembangkan teknologi baru, harus ada infrastruktur maju yang mengintegrasikan jaringan informasi lokal, dan infrastruktur ini harus digunakan. Aktor-aktor lokal juga harus mengoordinasikan industri dan akademisi sedemikian rupa untuk mempromosikan produk-produk lokal yang unik dan manufaktur maju serta industri jasa lokal yang baru.

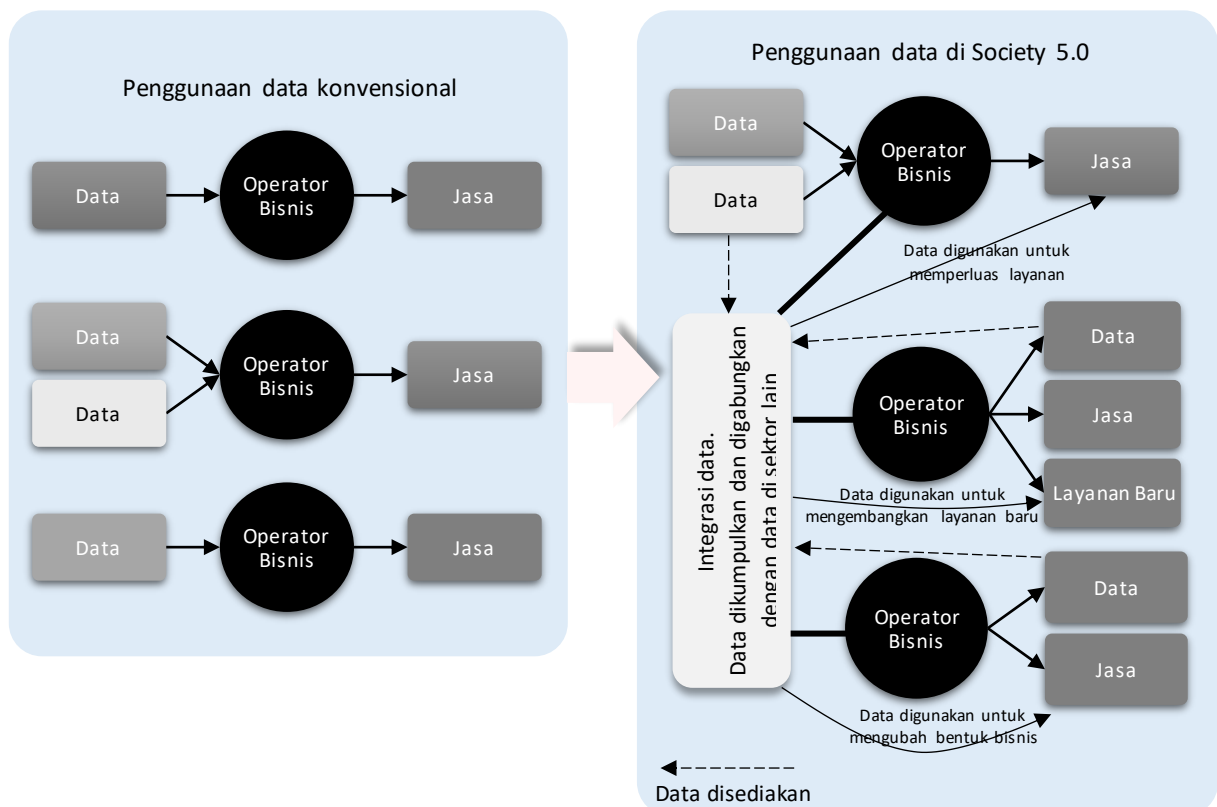
Society 5.0 sebagai Peluang Bisnis

Society 5.0 menawarkan keuntungan bagi sektor swasta: peralihan dari monopoli data ke data terbuka akan menghasilkan peluang bisnis baru. Secara tradisional, perusahaan memperoleh keuntungan dengan memonopoli data pelanggan dan pemasaran mereka. Mulai saat ini, perusahaan akan menciptakan peluang bisnis baru dengan merilis kumpulan data mereka sebagai data terbuka (setelah memastikan keamanan manusia) dan membagikannya kepada orang lain di dunia maya. Dengan tetap memberikan perhatian pada perlindungan informasi pribadi, perusahaan akan merilis data secara publik yang tidak dapat mereka analisis sendiri sepenuhnya.

Operator bus, kereta api, dan taksi akan merilis data arus penumpangnya; agen properti akan merilis data mereka mengenai penggunaan tanah dan properti; pemasok listrik dan gas akan merilis data konsumsi energi mereka. Ketika semua data ini dikumpulkan dan digabungkan, tentunya akan menghasilkan sinergi bisnis yang mungkin terlewatkan oleh masing-masing perusahaan. Akan ada potensi besar untuk membentuk bisnis baru yang memberikan layanan lebih baik kepada masyarakat dan pengguna lokal (lihat Gambar 8.3).

Namun, ada beberapa tantangan yang harus diatasi dalam memperbanyak dan mengkomersialkan model dan inisiatif kota pintar yang dibahas di Bab. 3. Misalnya, dalam proyek-proyek kota pintar yang sudah ada seperti yang berbasis manajemen energi, tujuannya adalah untuk melaksanakan proyek uji coba yang disubsidi pemerintah dan kemudian secara praktis meluncurkan inisiatif tersebut dan meluncurkannya di kota-kota lain. Tantangan dalam kasus seperti ini adalah menjadikan proyek tersebut layak secara komersial. Perbedaannya dengan Society 5.0, sebuah masyarakat yang menyediakan “barang dan jasa yang secara terperinci memenuhi berbagai kebutuhan laten,” adalah bahwa peluang bisnis meluas ke masyarakat; mereka yang mempunyai keinginan untuk melakukan hal tersebut dapat memanfaatkan peluang ini dengan menggunakan ide dan wawasan mereka untuk membentuk bisnis baru berbasis TI.

Dalam proses mewujudkan Society 5.0, akan banyak peluang bisnis baru yang bermunculan di kalangan perguruan tinggi. Semakin kita maju menuju masyarakat yang padat pengetahuan, semakin besar peluang yang dimiliki para akademisi untuk membentuk industri baru dengan menggunakan teknologi dan pengetahuan yang dikumpulkan dalam kegiatan penelitian mereka. Dengan demikian, Society 5.0 memperluas peluang bisnis di kalangan mahasiswa dan peneliti, serta masyarakat luas.



Gambar 7.3 Pentingnya integrasi data untuk menciptakan bisnis baru

Gerakan Berasal dari Jepang

Society 5.0, dalam beberapa hal, merupakan pesan global Jepang kepada generasi berikutnya. Negara-negara lain telah mencapai kemajuan dalam penerapan model di bidang

manajemen energi. Inisiatif kota pintar yang didefinisikan secara luas sedang berlangsung di banyak kota di Barat. Dengan latar belakang ini, Society 5.0 adalah konsep lokal Jepang untuk generasi berikutnya. Ada dua aspek yang perlu ditekankan di sini. Pertama, Society 5.0 adalah visi masyarakat berteknologi maju, yang didukung oleh kehebatan teknologi Jepang. Kedua, di tengah kekhawatiran bahwa kapitalisme akan menyebabkan perpecahan lebih lanjut, Society 5.0 menawarkan kepada dunia sebuah visi masyarakat yang maju secara teknologi dan berpusat pada manusia. Jika Industri 4.0 di Jerman bertujuan untuk revolusi manufaktur yang didorong oleh TI dan IoT, Society 5.0 mencakup tujuan masyarakat inklusif, yang mengakomodasi keragaman sosial dan preferensi individu. Oleh karena itu, sebagian besar nilai Society 5.0 terletak pada kenyataan bahwa society 5.0 menghadirkan visi masa depan yang melampaui kecanggihan teknologi, menuju masyarakat yang berpusat pada manusia.

Namun, jika kita ingin mengeksplor gagasan masyarakat super cerdas yang menggabungkan ruang siber dengan ruang fisik (dunia nyata), kita harus mengatasi tantangan teknis dan kelembagaan: bagaimana menghubungkan ruang siber dan arsitektur integrasi informasi melintasi batas negara. Agar gagasan Society 5.0 bisa mendapatkan daya tarik global, data di dalam dunia maya, serta dunia maya itu sendiri, harus distandarisi secara global. Kita harus berupaya mengembangkan standar mengenai data di sektor-sektor seperti energi dan transportasi, dan standar mengenai proses pengintegrasian data antar sektor. Dengan kata lain, pengembangan standar (seperti standar ISO) untuk sektor-sektor yang terkait dengan Society 5.0 merupakan tugas besar yang sedang berlangsung.

Secara umum, data harus disiapkan sesuai dengan aturan dan standar internasional untuk memastikan bahwa data tersebut obyektif dan luas, dan memungkinkan perbandingan dengan data dari waktu lain atau dari wilayah lain. Society 5.0 sangat penting bagi Jepang untuk beralih dari negara yang dilanda masalah menjadi negara maju yang mampu memecahkan masalah. Jika Jepang berhasil menerapkan model pemecahan masalah seperti “masyarakat lanjut usia yang bersemangat” dan “masyarakat tanpa karbon”, teknologi dan sistem yang dikembangkan berdasarkan model tersebut dapat diekspor ke negara dan wilayah lain di negara berkembang (seperti Jepang). Tiongkok dan negara-negara berkembang lainnya di Asia dan Afrika) yang akan menghadapi permasalahan yang sama. Dalam mempromosikan Society 5.0 sebagai sebuah visi yang didasarkan pada kehebatan teknologi negaranya, Jepang memberikan contoh pelopor masyarakat berbasis visi yang cocok untuk abad kedua puluh satu. Apakah gerakan lokal ini dapat menyebar secara global akan bergantung pada keberhasilan inisiatif dalam negeri Jepang.

Resep untuk SDGs

Sejak Tujuan Pembangunan Berkelanjutan PBB, yang biasa disingkat SDGs, diratifikasi pada bulan September 2015 di KTT Pembangunan Berkelanjutan PBB, tujuan-tujuan tersebut telah meningkatkan kesadaran akan tantangan global di Jepang dan negara-negara lain. Terdapat 17 SDGs yang menjadi panduan kebijakan keberlanjutan di berbagai negara dan wilayah di seluruh dunia, dan masing-masing SDGs berjalan dari tahun 2016 hingga 2030. Di bawah SDGs, terdapat 169 target dan 244 indikator (beberapa di antaranya diulangi untuk SDGs yang berbeda). SDGs pada akhirnya dirancang untuk memenuhi janji PBB bahwa “tidak

ada seorang pun yang akan tertinggal.” Namun, negara dan wilayahlah yang bertanggung jawab untuk berupaya mencapai SDGs (Pusat Informasi PBB 2019; Kementerian Luar Negeri 2019).

Di Jepang, perusahaan, universitas, dan pemerintah daerah mencari cara untuk berkontribusi terhadap SDGs, dan proyek Society 5.0 juga harus sesuai dengan kerangka SDG. Society 5.0 adalah sebuah visi yang mendukung masyarakat super cerdas yang digerakkan oleh teknologi dan masyarakat yang berpusat pada manusia; pada saat yang sama, ia menawarkan peta jalan bagi kemajuan teknologi. Kerangka kerja SDG menguraikan pendekatan dari bawah ke atas untuk mencapai janji PBB bahwa “tidak ada seorang pun yang akan tertinggal,” sedangkan pendekatan Society 5.0 bertujuan untuk memfasilitasi pengenalan teknologi mutakhir dan juga bertujuan untuk inklusivitas. Sejauh visi ini didorong oleh teknologi, Society 5.0 sebagian besar merupakan upaya untuk memfasilitasi perkembangan teknologi di setiap sektor. Kerangka kerja SDG juga mencakup teknologi mutakhir, namun lebih berfokus pada penyelesaian tantangan global seperti perpecahan regional dan kesenjangan. Oleh karena itu, fokus SDGs tentu saja jatuh pada upaya untuk mengembangkan infrastruktur (seperti pekerjaan pembuangan limbah) dan fasilitas umum serta mengatasi hambatan kelembagaan.

SDGs juga berfungsi untuk menarik perhatian perusahaan swasta (yang cenderung fokus pada keuntungan) terhadap pentingnya kontribusi sosial dan penciptaan nilai sosial. Hal ini menyadarkan perusahaan bahwa mengejar pertumbuhan perusahaan bersamaan dengan pembangunan masyarakat akan membantu perusahaan itu sendiri mencapai pertumbuhan berkelanjutan. Dengan cara ini, mereka efektif dalam mendorong perusahaan untuk mengembangkan pendekatan dan target untuk mencapai tujuan tersebut. Ke-17 SDGs mencakup serangkaian tema yang komprehensif, sehingga perusahaan mana pun di industri mana pun dapat menemukan cara untuk berkontribusi setidaknya pada salah satu tema tersebut. Desain ini berarti bahwa SDGs dapat dengan mudah dimasukkan ke dalam rencana aksi pemerintah pusat dan daerah serta komponen inti masyarakat lainnya seperti perusahaan dan universitas.

Dalam kasus SDGs, keluaran utamanya adalah sejauh mana tujuan telah tercapai dan bagaimana tujuan tersebut dicapai. Dalam kasus Society 5.0, tujuannya adalah menggunakan teknologi untuk menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian masalah-masalah sosial, dan dalam proses penyeimbangan ini, muncullah teknologi dan sistem untuk merintis dan meluncurkan teknologi-teknologi ini. Output dari Society 5.0 adalah teknologi dan sistem inovatif serta model pemecahan masalah yang dihasilkan, yang menggambarkan bagaimana masalah diselesaikan dengan memperkenalkan teknologi tersebut. Model-model ini kemudian dapat menjadi resep bagaimana mencapai SDGs. Hasil dari Society 5.0 teknologi dan sistem yang digerakkan oleh visi—akan muncul di masyarakat satu demi satu, memberikan cara untuk mempercepat kemajuan dalam SDGs.

Singkatnya, Society 5.0 memiliki arti penting dalam berbagai aspek. Sebagai konsep masyarakat berbasis teknologi yang bertujuan untuk menjadi supersmart dan berpusat pada manusia, Society 5.0 tidak hanya memberikan visi untuk memandu strategi ilmu pengetahuan

dan teknologi Jepang; relevansinya juga mencakup bidang politik dan ekonomi, dan memberikan banyak petunjuk tentang cara membentuk masyarakat masa depan.

Penyebaran aplikasi TI membawa kita semakin dekat menuju masyarakat supersmart. Namun kita masih belum memiliki jaminan bahwa masyarakat supersmart akan menjadi masyarakat yang berpusat pada masyarakat seperti yang ditunjukkan oleh visi baru tersebut. Kami menyimpan ketakutan bahwa kemajuan TI dan AI di masa depan, seperti yang sering terjadi, dapat mengarah pada masyarakat yang lebih tidak manusiawi.

Oleh karena itu, dalam kaitannya dengan Society 5.0, mungkin hal yang paling penting adalah mengingat bagaimana inovasi teknologi harus membawa masyarakat ke arah yang lebih baik, dan untuk memastikan bahwa prinsip masyarakat yang berpusat pada masyarakat memenuhi hati dan pikiran para aktor. dan organisasi yang terlibat dalam pengembangan teknologi dan pengembangan masyarakat, serta hati dan pikiran para insinyur dan setiap anggota masyarakat.

7.3 DARI KOTA CERDAS KE SOCIETY 5.0

Bab ini mengulas sejarah proyek kota pintar dan komunitas pintar yang dilaksanakan di kota-kota Jepang sejak pemerintah nasional Jepang berinisiatif melalui subsidi dan dukungan untuk proyek percontohan yang dipromosikan oleh pemerintah kota sesuai dengan Protokol Kyoto. Laporan ini mengulas bahwa teknologi asli jaringan pintar, jaringan mikro, dan rumah pintar, yang diciptakan dengan mengintegrasikan TI dengan sistem manajemen energi, telah diimplementasikan ke dalam proyek percontohan komunitas pintar generasi pertama pada tahun 2000an di bawah Kondisi ini menunjukkan bahwa Jepang tertinggal dalam liberalisasi pasar ketenagalistrikan dibandingkan dengan UE dan Amerika.

Meninjau latar belakang sosial dan proses pemerintah pusat dalam mempromosikan proyek percontohan dan pembuatan kebijakan sadar energi di kota-kota lokal di Jepang. Laporan ini merangkum pencapaian proyek percontohan generasi pertama untuk membangun komunitas pintar berbasis CEMS pada tahun 2000an, dan mencirikan model kota pintar generasi berikutnya berdasarkan sistem manajemen energi yang diterapkan pada tahun 2010an dengan inisiatif dari sektor swasta. Bagian 3.4 menjelaskan bahwa pemerintah nasional Jepang telah berinisiatif untuk mengaktifkan tidak hanya proyek percontohan tetapi juga pembuatan kebijakan di kota-kota sesuai dengan konsep pembangunan perkotaan berkelanjutan dan SDGs.

Bagian 3.5 menjelaskan tren kota pintar di Jepang dengan perbandingan kasus di UE dan AS. Hal ini menunjukkan arah pergeseran smart city di masa depan dari tipe top-down dengan inisiatif pemerintah atau perusahaan besar menjadi tipe bottom-up dengan teknologi berorientasi warga berdasarkan konsep “Society 5.0.” Kata Kunci Sistem Manajemen Energi Komunitas (CEMS) · Komunitas yang terhubung · Data terbuka · Kota penginderaan · Kota berkelanjutan

Apa Itu Kota Cerdas?

Mengintegrasikan TI ke dalam Perencanaan Kota untuk Mencerdaskan Kota

Sejauh ini, kami telah menguraikan ide-ide terkait Society 5.0. Dalam bab ini, kita melihat kembali upaya penerapan kota pintar, sebuah konsep yang melibatkan pengintegrasian TI dengan perencanaan kota. Society 5.0 bertujuan untuk membawa kita melampaui kota pintar menuju masyarakat super pintar, namun untuk saat ini kita akan mengeksplorasi di mana dan bagaimana kota pintar telah maju. Kami juga akan mempertimbangkan bagaimana konsep kota pintar berhubungan dengan Society 5.0. Berbagai inisiatif kota pintar telah diterapkan di seluruh dunia (Nikkei BP Clean Tech Institute dkk. 2011). Di sini, kita melihat kembali inisiatif kota pintar yang telah dilakukan di Jepang dan negara-negara Barat sejak pergantian abad dan melihat sejauh mana kemajuan yang telah dicapai.

Saat ini terdapat banyak sekali contoh inisiatif yang mengintegrasikan TI ke dalam layanan masyarakat perkotaan atau yang menggunakan TI untuk meningkatkan layanan atau mengembangkan bisnis baru. Inisiatif-inisiatif seperti ini banyak terdapat di sektor transportasi dan energi. Banyak layanan bus di Jepang, misalnya, kini menggunakan teknologi geo-positioning sehingga penumpang dapat mengetahui lokasi bus dan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk tiba di halte bus. Di dunia maya, informasi spasial bus secara bertahap diplot seiring dengan pergerakannya, dan informasi terkini disampaikan ke ponsel pintar orang-orang yang menunggu di halte bus. Berkat informasi ini, orang-orang di halte bus dapat mengetahui seberapa dekat bus tersebut, seperti halnya orang yang menunggu lift dapat melihat di lantai mana lift berada. Orang-orang kemudian dapat memproses informasi ini secara mental, yang membuat proses menunggu tidak terlalu menjengkelkan dibandingkan jika mereka tidak memiliki informasi tersebut sehingga tidak tahu berapa lama lagi mereka harus menunggu. Contoh lainnya adalah sistem navigasi otomotif yang menggunakan pemetaan digital di dunia maya. Kendaraan memantau atau memprediksi kondisi di jalan dan menyampaikan informasi tersebut kepada pengemudi untuk memandu pengemudian. Pada tingkat yang lebih maju, pengemudian otomatis kini siap untuk penerapan praktis.

Sistem navigasi ini membantu mengatasi atau menghindari kemacetan lalu lintas dan, dengan demikian, meminimalkan waktu dan energi perjalanan. Hal ini tidak hanya berlaku pada mobil dan bus; Integrasi TI akan membantu mengatasi masalah kemacetan pada berbagai layanan transportasi, termasuk taksi dan transportasi kereta api. Dengan integrasi seperti ini, sistem yang mendasari layanan masyarakat akan dibangun kembali menjadi sistem yang sangat cerdas atau “cerdas”. Ketika layanan diberdayakan oleh sistem pintar seperti itu, komunitas perkotaan secara keseluruhan akan menjadi kota pintar. Di Society 5.0, sistem pintar ini akan menjadi lebih maju. Hal ini tidak hanya membuat hidup lebih mudah dan nyaman bagi setiap penduduk kota, namun juga membantu menyelesaikan permasalahan yang mempengaruhi populasi secara keseluruhan, seperti pemanasan global dan penuaan populasi.

Gagasan bahwa mengintegrasikan TI dengan layanan yang ada akan mengarah pada masyarakat yang lebih maju, serta gagasan bahwa masyarakat maju seiring dengan evolusi teknologi (termasuk kemajuan dalam TI), merupakan asumsi utama dalam visi Society 5.0 yang dituangkan dalam visi Society 5.0. Rencana Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

pemerintah. Literatur ini menyebutkan “masyarakat super pintar”, yang menggambarkan masyarakat di mana dunia maya digunakan secara proaktif untuk secara berturut-turut menciptakan nilai dan layanan baru yang memperkaya kehidupan anggota masyarakat. Visi pemerintah mengenai Society 5.0 juga dimiliki oleh Federasi Bisnis Jepang (Keidanren). Dalam *Revitalizing Japan by Realizing Society 5.0* (Japanese Business Federation 2017), Keidanren menyatakan bahwa Society 5.0 melampaui optimalisasi bidang individu hingga optimalisasi masyarakat secara keseluruhan dengan membebaskan masyarakat dari kendala spasial dan temporal, membebaskan mereka dari permasalahan sosial yang kompleks, dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang didukung oleh model bisnis baru dan penyebaran model tersebut di seluruh dunia.

Infrastruktur Umum Perkotaan: Dari Test Bed hingga Penerapan Praktis

Salah satu contoh sistem baru yang dihasilkan dari integrasi TI dengan layanan yang sudah ada adalah energi cerdas. Setelah pergantian abad, inisiatif kota pintar menyebar dengan cepat ke seluruh dunia. Meskipun inisiatif-inisiatif ini pada awalnya berfokus pada pengenalan sistem energi baru, inisiatif-inisiatif ini membantu menjadikan konsep kota pintar lebih dikenal luas, termasuk di Jepang.

Saat ini, inisiatif kota pintar yang dilakukan oleh pemerintah daerah dan perusahaan swasta tidak hanya mencakup bidang energi, tetapi juga mencakup layanan masyarakat yang luas, termasuk layanan yang berkaitan dengan transportasi, layanan kesehatan, kesejahteraan, dan pembuangan limbah, sehingga konsepnya kini menjadi lebih luas. Banyak kota di negara-negara Barat dan Asia telah melakukan uji coba dan meluncurkan model kota pintar, sehingga menjadikan konsep ini lebih luas jangkauannya.

Seperti namanya, kota pintar berarti kota yang “cerdas”. Kota pintar mengintegrasikan TI dengan berbagai layanan, aktivitas, dan hal fisik (contohnya sistem energi dan kereta api) untuk meningkatkan kemudahan, kenyamanan, dan keamanan di kota. Kota pintar juga mengintegrasikan TI dengan layanan untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi kota. Kota-kota menghadapi permasalahannya masing-masing; mereka juga menghadapi permasalahan yang umum terjadi di masyarakat. Jepang, misalnya, menghadapi banyak sekali masalah. Solusi terhadap permasalahan ini harus mempertimbangkan kondisi kota tertentu, termasuk kondisi sosial dan geografisnya. Beberapa strategi dapat diterapkan di beberapa kota, namun beberapa tindakan hanya relevan untuk kota tertentu.

Demikian pula, infrastruktur dasar, seperti sistem tenaga listrik, dapat diterapkan di banyak kota, sehingga teknologi yang mendasari sistem tersebut dapat digunakan bersama di antara kota-kota tersebut. Meskipun demikian, ada beberapa perbedaan antar negara. Negara-negara Barat lebih maju dibandingkan Jepang dalam hal tenaga surya dan angin serta liberalisasi pasar energi. Negara-negara ini terus berupaya memperkenalkan jaringan pintar dan sistem serupa dalam upaya mendiversifikasi sumber energi dan mengakomodasi beragam preferensi pengguna. Bagian berikut menguraikan beberapa contoh inisiatif kota pintar yang telah diterapkan di seluruh dunia sejak pergantian abad.

7.4 SISTEM MANAJEMEN ENERGI CERDAS

Sistem Pasokan Energi Cerdas

Salah satu kesamaan kota adalah mereka bergantung pada sistem energi. Tidak mengherankan jika banyak inisiatif kota pintar berfokus pada energi “pintar” sistem energi yang mengintegrasikan TI dengan sistem pasokan listrik lokal. Peran utama sistem energi cerdas dimainkan oleh jaringan pintar, jaringan mikro, dan rumah pintar.

Jaringan listrik pintar, jaringan mikro, dan rumah pintar merupakan pemain utama dalam fase pertama inisiatif kota pintar, dan oleh karena itu keduanya menjadi istilah kunci yang terkait dengan konsep kota pintar. Penerapan teknologi “smart grid” dan “microgrid” terutama melibatkan pembangunan sistem manajemen energi canggih, yang di Jepang disebut “Community Energy Management System (CEMS).” Istilah “rumah pintar”, di sisi lain, dikaitkan dengan deretan rumah terpisah yang menggunakan Sistem Manajemen Energi Rumah (HEMS) untuk mencapai pengelolaan energi yang optimal. Penerapan praktis dan peluncuran proaktif bentuk-bentuk baru manajemen energi ini sangat penting dalam memajukan konsep kota pintar. Di bagian selanjutnya, kita akan mengeksplorasi masing-masing secara lebih rinci.

Jaringan Cerdas

Jaringan pintar adalah jaringan listrik yang menerapkan TI pada fasilitas pasokan listrik untuk mengoptimalkan pasokan energi. Misalnya saja, sistem ini menghubungkan pasokan dan permintaan energi dalam suatu jaringan informasi; hal ini memperkenalkan mekanisme pengendalian yang tidak mungkin dilakukan jika pasokan energi konvensional dan dikontrol secara terpusat; hal ini memangkas biaya dengan memungkinkan kompatibilitas dengan beragam sumber energi dan dengan mengoptimalkan keseimbangan pasokan-permintaan dalam jaringan transmisi; dan mengontrol bantalan beban untuk mencegah pemadaman listrik. Jaringan listrik Jepang, selama bertahun-tahun, didasarkan pada sistem kendali listrik terpusat, di mana infrastruktur listrik negara tersebut dibagi menjadi beberapa wilayah, yang masing-masing dikendalikan oleh perusahaan listrik besar.

Sistem ini telah memastikan pasokan listrik yang stabil. Sebaliknya, Amerika telah meliberalisasi pasar energi. Salah satu permasalahan dalam sistem distribusi tenaga listrik yang terfragmentasi ini adalah pemeliharaan infrastruktur. Seiring bertambahnya usia infrastruktur, pemadaman listrik besar-besaran semakin sering terjadi. AS telah meluncurkan jaringan listrik pintar (smart grid) sebagai salah satu respons terhadap masalah ini. Jaringan pintar Amerika menggunakan meteran cerdas, yang memantau dan mengkomunikasikan informasi, sehingga memungkinkan tingkat kendali yang lebih besar dibandingkan dengan jaringan konvensional. Tingkat kendali yang lebih besar mencakup kemampuan untuk menghindari beban berlebih atau kecelakaan pada transmisi yang rapuh serta kemampuan untuk mengubah rute transmisi. Sedangkan untuk UE, yang telah mencapai kemajuan dalam memperkenalkan sumber energi terbarukan (seperti tenaga surya dan angin), jaringan pintarnya mengintegrasikan TI dengan jaringan listrik (jaringan transmisi) untuk memungkinkan kompatibilitas dengan beragam sumber energi dan untuk mengoptimalkan keseimbangan pasokan-permintaan di dalamnya. grid (jaringan transmisi).

Mikrogrid

Jika jaringan pintar adalah jaringan dengan area luas (makro), maka jaringan mikro adalah jaringan yang terlokalisasi. Microgrid mendapatkan energi dari energi terbarukan seperti tenaga surya, angin, dan biomassa, serta menggunakan TI untuk memantau dan mengendalikan pasokan. Jaringan-jaringan ini tidak bergantung pada pembangkit listrik yang besar sehingga terhindar dari masalah-masalah yang terkait dengannya, termasuk masalah lingkungan dan hilangnya energi yang timbul dari penyaluran listrik ke lokasi-lokasi terpencil. Energi dalam microgrid bersumber dan dikonsumsi secara lokal. Berikut pendapat Hitachi mengenai pasar microgrid AS:

Umumnya, microgrid beroperasi secara paralel dengan jaringan utilitas, namun juga memiliki fitur unik yaitu mampu beroperasi secara independen dari jaringan utilitas utama (mode pulau) jika terjadi pemadaman listrik. Seiring dengan meningkatnya ketergantungan pada teknologi di semua aspek masyarakat, toleransi terhadap pemadaman listrik telah menurun secara signifikan, sementara pada saat yang sama di AS, kerentanan terhadap pemadaman listrik meningkat karena penuaan infrastruktur jaringan listrik serta ancaman siber dan fisik. Hal ini menjadikan kemampuan untuk melakukan “island” dari jaringan listrik ketika terjadi pemadaman listrik menjadi pendorong utama bagi banyak pelanggan untuk mempertimbangkan microgrid dibandingkan solusi sumber daya energi terdistribusi (DER) yang kurang canggih lainnya. Manfaat tambahan bagi pelanggan mencakup pengurangan biaya energi, pengurangan biaya energi yang tidak stabil, dan pengurangan emisi.

Microgrid memperkuat stabilitas energi dan kemampuan untuk pulih dari pemadaman listrik. Hal ini juga mengurangi jejak karbon dan, dalam banyak kasus, mengurangi biaya energi secara keseluruhan. Manfaatnya bagi masyarakat sangat besar. Di seluruh Amerika, terdapat upaya untuk meningkatkan kemampuan masyarakat untuk pulih dari bencana alam, serangan teroris, dan ancaman lain terhadap keamanan nasional.

Rumah Pintar

Rumah pintar adalah rumah yang menghubungkan peralatan dan perlengkapan ke jalur komunikasi untuk mencapai pengendalian yang optimal. Konsep ini diusulkan pada tahun 1980-an, namun dengan munculnya Internet dan peralatan rumah tangga digital, serta penyebaran broadband, konsep ini diperluas ke sistem kontrol yang menggunakan koneksi Internet di rumah dan sistem untuk memantau orang lanjut usia dan anak-anak. . Menyusul peluncuran HEMS baru-baru ini, terjadi peningkatan jumlah rumah pintar yang dilengkapi dengan sistem kendali terpadu sistem yang mengoordinasikan seluruh pasokan dan konsumsi energi dengan mengintegrasikan peralatan rumah tangga, sistem tenaga surya, baterai, dan mobil listrik.

Banyak komunitas pintar dan kota pintar yang disajikan pada bagian selanjutnya telah memperkenalkan CEMS yang disebutkan di atas dan membangun model rumah pintar yang mencerminkan atribut komunitas terkait. Pada bagian berikut, kami mengeksplorasi taksonomi dan tren yang berkaitan dengan Jepang secara lebih rinci.

7.5 KOMUNITAS/KOTA CERDAS JEPANG

Komunitas Cerdas Yang Menggunakan Sistem Manajemen Energi Komunitas

Ketika negara-negara Barat terus menerapkan sistem pasokan energi yang canggih seperti smart grid dan microgrid, Jepang, yang tertinggal dalam liberalisasi energi, telah mulai menguji coba sistem tersebut di komunitas tertentu. Di komunitas-komunitas ini, pemerintah daerah bekerja sama dengan perusahaan swasta dalam melaksanakan proyek-proyek yang disubsidi negara yang dirancang untuk mengurangi emisi rumah kaca dan berkontribusi terhadap masyarakat bebas karbon. Proyek-proyek ini didasarkan pada strategi pemerintah seperti Rencana Pencapaian Target Protokol Kyoto, yang dirumuskan oleh Kabinet pada bulan April 2005. Rencana Pencapaian Target Protokol Kyoto dirancang untuk memenuhi pengurangan emisi gas rumah kaca sebesar 6%, yang merupakan komitmen Jepang ketika menandatangani. Protokol Kyoto yang disetujui pada Konferensi Para Pihak III (COP3) pada tahun 1997 (pengurangan sebesar 6% dibandingkan dengan tingkat pada tahun 1990; pengurangan hidrofluorokarbon dibandingkan dengan tingkat pada tahun 1995). Berdasarkan rencana ini (yang kemudian direvisi pada bulan Maret 2008), departemen pemerintah terkait mengadopsi sistem untuk mendukung proyek nasional seperti program percontohan test bed, yang telah mendorong banyak tindakan.

Pada bulan November 2009, Kementerian Ekonomi, Perdagangan dan Industri (METI) meluncurkan Dewan Sistem Energi dan Sosial Generasi Berikutnya dan mengembangkan program percontohan bertajuk “Demonstrasi Sistem Energi dan Sosial Generasi Berikutnya” (Kementerian Perekonomian 2019). Program ini menguraikan lima tujuan: (1) “Akomodasi yang stabil terhadap penerapan energi terbarukan dalam skala besar” (mengembangkan infrastruktur ketenagalistrikan yang kuat yang dapat menangani perluasan energi terbarukan dalam skala besar); (2) “Optimasi dan distribusi beban berbasis TI” (menunjukkan gaya hidup generasi mendatang yang menggunakan TI untuk menyeimbangkan kualitas hidup dengan penghematan energi); (3) “Strategi pertumbuhan yang memasarkan sistem” (menunjukkan sistem di luar negeri sebagai bagian dari strategi pertumbuhan); (4) “Standardisasi” (memimpin dunia dalam menetapkan standar internasional generasi mendatang); dan (5) “Lingkungan bisnis yang akan membawa teknologi mulai dari uji coba hingga penerapan praktis” (mengembangkan sistem pembiayaan yang melibatkan kolaborasi dengan departemen pemerintah terkait [misalnya, Kementerian Pertanahan, Infrastruktur, Transportasi dan Pariwisata; Kementerian Pertanian, Kehutanan dan Perikanan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Olahraga, Ilmu Pengetahuan dan Teknologi] dan mengembangkan kerangka kerja untuk pembiayaan otonom; meninjau sistem yang relevan). Pada bulan April 2010, empat kota ditetapkan sebagai lokasi uji coba: Yokohama (Prefektur Kanagawa), Toyota (Prefektur Aichi), Kota Sains Keihanna (Prefektur Kyoto), dan Kitakyushu (Prefektur Fukuoka) (Tsuchiya 2015).

Selama 5 tahun berikutnya, kota-kota ini melaksanakan proyek mereka sendiri dengan partisipasi penduduk dan bekerja sama dengan perusahaan swasta. Proyek Yokohama diberi nama Yokohama Smart Community, Keihanna Science City (alias Kansai Science City) diberi nama Keihanna Eco-City Next-Generation Energy and Social System, Toyota disebut Smart Mobility and Energy Life in Toyota City (“Smart Melit”) , dan Kitakyushu disebut Proyek

Penciptaan Komunitas Cerdas Kitakyushu (Ikeda dan O'oka 2014; Institut Arsitektur Jepang 2014).

Tujuan dari setiap proyek adalah untuk membangun CEMS di wilayah perkotaan yang ada dan mengevaluasi seberapa efektif CEMS beroperasi, dengan mempertimbangkan atribut lokal. Proyek-proyek tersebut memperkenalkan teknologi seperti HEMS, Sistem Manajemen Energi Gedung (BEMS), baterai penyimpanan, dan kendaraan listrik ke dalam rumah dan bangunan di kawasan perkotaan yang ada. Tujuannya adalah untuk mengintegrasikan sistem ini dengan respons permintaan dan skema poin insentif untuk membangun CEMS organik. Munculnya CEMS merupakan salah satu hasil upaya Jepang dalam membangun komunitas dan kota pintar.

Selain program-program uji coba ini, METI meluncurkan seruan publik untuk proyek-proyek terkait dan memilih proyek-proyek seperti “proliferasi visi komunitas yang cerdas,” “uji coba teknologi energi generasi mendatang,” “fasilitas peluncuran komunitas cerdas,” dan “fasilitas uji coba yang cerdas.” fasilitasi peluncuran energi.” Proyek-proyek ini dilaksanakan oleh pemerintah daerah, perusahaan swasta, atau keduanya secara kolaboratif, dalam skala nasional.

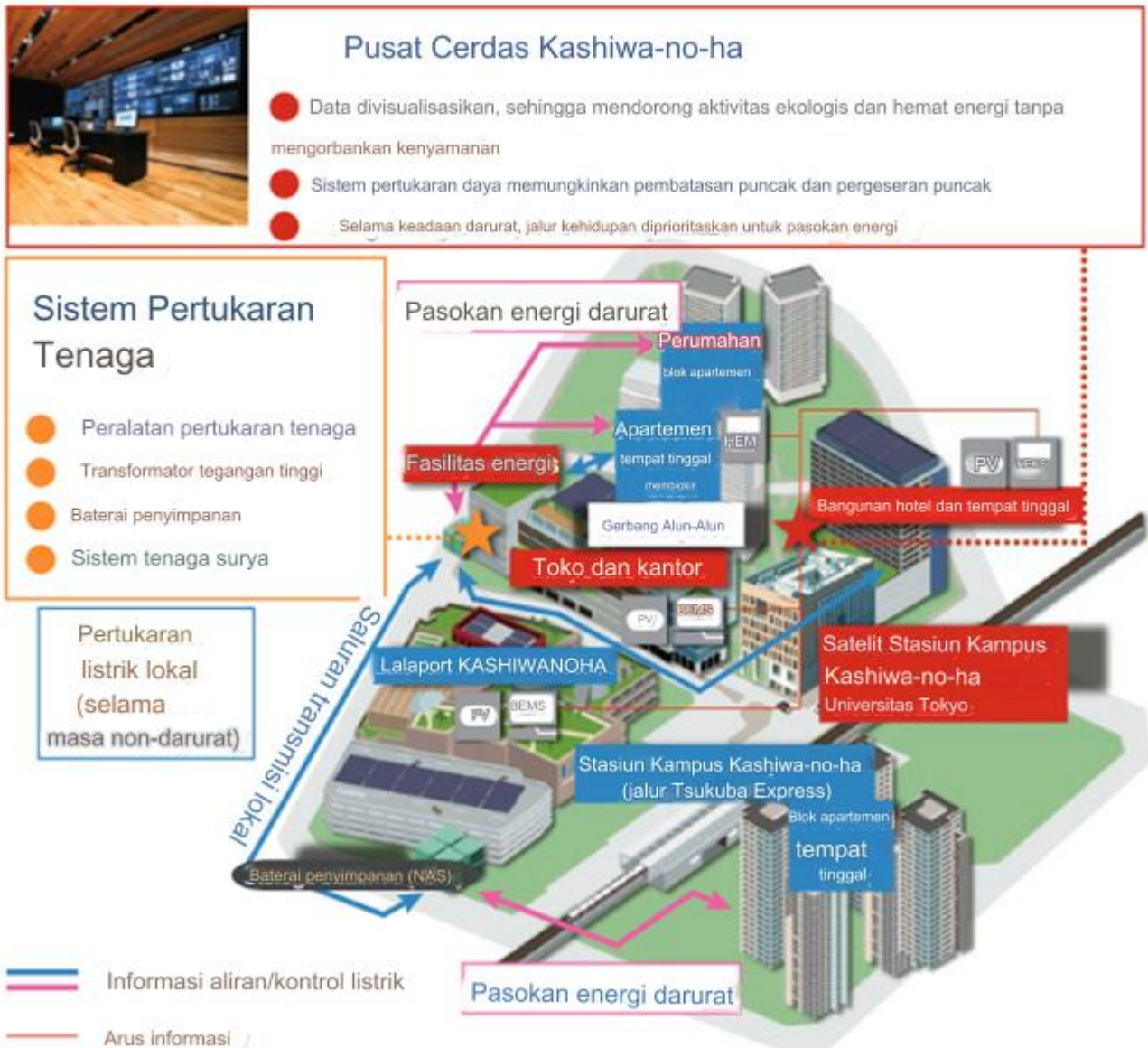
Konsep Kota Cerdas dalam Proyek Pembangunan Perkotaan Besar

Beberapa proyek pembangunan perkotaan melibatkan pembangunan infrastruktur yang sudah ada. Dengan kata lain, kota sudah memiliki aset-asetnya, seperti sistem pasokan energi, infrastruktur inti perkotaan, perumahan, dan sejenisnya, dan sistem-sistem baru ditambahkan ke lingkungan yang terletak di antara fasilitas-fasilitas tersebut. Sebaliknya, dalam proyek pembangunan perkotaan besar, kota dibangun dari awal. Hal ini mempermudah penerapan infrastruktur fisik mutakhir, termasuk yang terkait dengan jalur transmisi listrik, jalan, pasokan gas, dan komunikasi. Keuntungan lainnya adalah infrastruktur berteknologi tinggi akan memungkinkan terciptanya lingkungan baru dan gaya hidup inovatif, sehingga memungkinkan pemerintah kota untuk mencap dirinya sebagai “kota baru.”

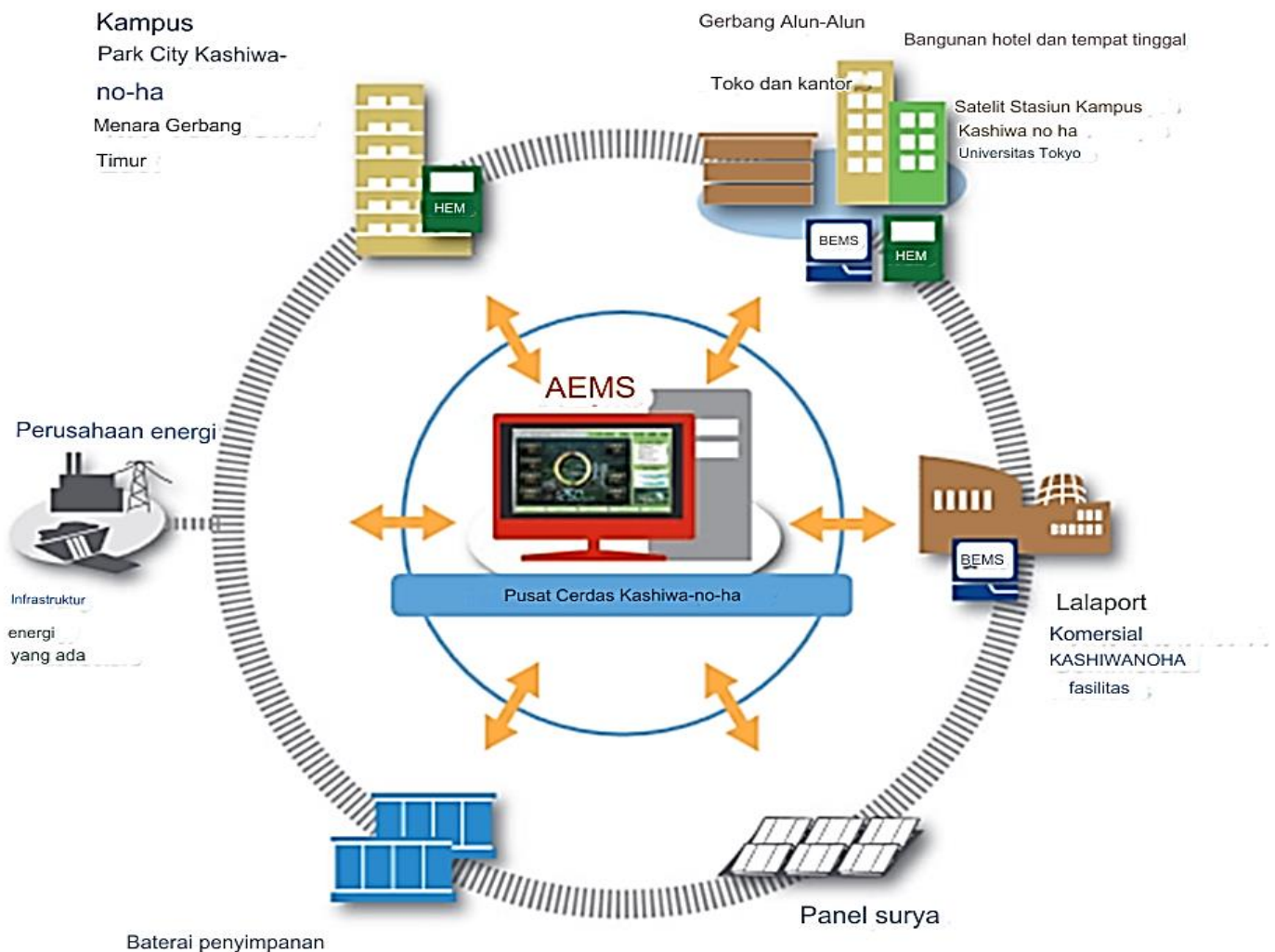
Selama tahun 2010an, terdapat sejumlah proyek kota pintar di kota-kota baru di Jepang. Contoh utamanya adalah Kota Cerdas Kashiwa-no-ha (Kashiwa, Prefektur Chiba) (Yamamura 2015; Mitsui Fudosan 2019) dan Kota Cerdas Berkelanjutan Fujisawa (Fujisawa, Prefektur Kanagawa) (Asosiasi Kota Cerdas Berkelanjutan Fujisawa 2019). Kota Cerdas Kashiwa-no-ha terletak di sekitar Stasiun Kampus Kashiwa-no-ha (yang dilayani oleh Tsukuba Express) di lahan seluas 273 hektar yang ditetapkan sebagai kawasan proyek penyesuaian kembali lahan (populasi yang direncanakan: 26.000). Selama bencana Tohoku tahun 2011, kota pintar tersebut mengalami pemadaman listrik terencana. Pada tahun yang sama, pemerintah pusat menetapkan kota Kashiwa sebagai salah satu “Kota Masa Depan” (lebih lanjut mengenai hal ini di Bagian 3.4), sehingga kota baru tersebut memenuhi syarat untuk menerima subsidi pemerintah. Sebagai kota model ramah lingkungan, Kashiwa bekerja sama dengan Mitsui Fudosan untuk mencapai tiga tujuan: pembangunan perkotaan yang ramah lingkungan, harapan hidup sehat yang lebih lama, dan penciptaan industri baru termasuk sektor pertumbuhan baru yang memperkuat ekonomi.

Untuk tujuan pertama (pembangunan perkotaan ramah lingkungan), “Sistem Manajemen Energi Area (AEMS)” diperkenalkan untuk mengelola pasokan energi di empat zona di sekitar stasiun (zona campuran yang menampung fasilitas komersial, hotel, dan perkantoran; zona perumahan fasilitas komersial besar, dan dua zona perumahan gedung apartemen bertingkat tinggi). Sistem ini dikembangkan oleh Hitachi. Kota ini juga memperkenalkan rencana kelangsungan bisnis untuk keadaan darurat, yang mencakup penggunaan baterai penyimpanan besar dan generator listrik berbahan bakar gas, dan menyediakan pertukaran energi antara berbagai zona yang berpotongan dengan jalan raya (lihat Gambar 7.4 dan 7.5). Inisiatif untuk tujuan kedua (harapan hidup sehat yang lebih lama) mencakup pembukaan dan pengoperasian pusat layanan kesehatan yang disebut Ashita (“besok”). Inisiatif untuk tujuan ketiga (penciptaan industri baru) mencakup pembukaan Lab Inovasi Terbuka Kashiwa-no-ha dan Lab Kreasi Bersama Bisnis IoT Kashiwa-no-ha.

Yang perlu diperhatikan di sini adalah bahwa inisiatif pembangunan perkotaan ini telah dikoordinasikan oleh Pusat Desain Perkotaan Kashiwa-no-ha (UDCK, didirikan pada tahun 2006), sebuah platform untuk kolaborasi pemerintah, bisnis, dan akademik. Kolaborasi pemerintah-bisnis-akademis terbukti berperan penting dalam mengembangkan AEMS. Hal ini membantu Kashiwa-no-ha Smart City ditetapkan sebagai “Kota Masa Depan” dan “zona khusus untuk penguatan ekonomi lokal,” yang membuat kota pintar tersebut memenuhi syarat untuk mengajukan status zona khusus. Dengan status zona khusus, kota pintar dapat menyediakan pertukaran energi di seluruh wilayah yang mencakup jalan raya dan kereta api, serta menerapkan sistem yang diperlukan untuk melakukan hal tersebut, tanpa perlu mengajukan izin untuk menyediakan pembagian daya berdasarkan Undang-Undang Bisnis Ketenagalistrikan.



Gambar 7.4 Urban redevelopment area, including Kashiwa-no-ha Smart City. Source: Mitsui Fudosan, Kashiwa-no-ha Smart City (Mitsui Fudosan 2019)



Gambar 7.5 Kashiwa-no-ha Smart City's Area Energy Management System (AEMS). Source: Mitsui Fudosan, Kashiwa-no-ha Smart City (Mitsui Fudosan 2019)

Kota Cerdas Berkelanjutan Fujisawa terletak di kawasan yang dulunya merupakan kawasan industri seluas sekitar 19 hektar (populasi yang direncanakan: 3000). Proyek ini dipelopori oleh Panasonic. Dengan tujuan untuk mengembangkan manajemen energi yang saling bergantung, Panasonic melengkapi area tersebut dengan sistem tenaga surya 3 MW dan baterai penyimpanan 3 MW, dan setiap rumah (terpisah) dengan HEMS pintar. Teknologi hemat energi juga diperkenalkan. Setiap rumah menyimpan energi menggunakan baterai penyimpan litium, menghasilkan energi menggunakan panel surya dan pertanian energi, menghemat energi dengan menggunakan LED untuk semua penerangan, serta menggunakan toilet dan pancuran hemat air. Pedoman didistribusikan untuk memastikan bahwa warga menggunakan teknologi ini secara efektif. Meskipun pengelolaan energi secara luas merupakan fokus utama, pengelolaan kota mencakup beragam layanan yang mendukung kualitas hidup penduduk. Layanan-layanan ini dirancang untuk meningkatkan kelestarian ekologi dan kesejahteraan penduduk. Mereka disediakan secara mandiri. Blok bangunan kota pintar dalam hal ini dibentuk dengan menggunakan layanan dan sistem ini.

Konsep Smart City dalam Perencanaan Kestinambungan Bisnis untuk Inti Perkotaan

Inti perkotaan menampung sekelompok perkantoran dan fasilitas komersial. Oleh karena itu, perencanaan kestinambungan bisnis (Business Continuity Planning/BCP) sangat penting untuk memastikan bahwa bisnis terus beroperasi jika pusat kota terkena bencana alam. Pasca bencana Tohoku pada tahun 2011, BCP menjadi tema utama terkait sistem pasokan energi masyarakat, seiring dengan upaya meminimalkan emisi karbon dan menghemat energi.

Salah satu kawasan bisnis utama di Tokyo adalah kawasan Otemachi–Marunouchi–Yurakucho di kawasan Chiyoda (disingkat dai-maru-yu dalam bahasa Jepang dan OMY dalam bahasa Inggris). OMY telah menjalani pembangunan kembali, dan baru-baru ini, kawasan tersebut telah menyaksikan pengembangan ruang publik yang megah, termasuk fasilitas komersial dan atraksi pelanggan. Pembangunan kembali ini didukung oleh sistem manajemen kawasan yang didorong oleh Mitsubishi Estate (The Council for Area Development 2019; OMY Area Management Association 2019). OMY telah mengadopsi konsep kota pintar dalam upaya menyeimbangkan pengurangan karbon dengan BCP. Inisiatif kota cerdasnya mencakup penghematan energi di gedung-gedung, pendingin ruangan komunitas yang sangat efisien, arsitektur tahan api, dan perluasan penerapan energi ramah lingkungan (Inoue 2012).

Contoh lainnya adalah Nihonbashi, sebuah lingkungan di pusat kota Tokyo. Nihonbashi memiliki zona pembangunan kembali, dimana pembangunan kembali dipimpin oleh Mitsui Fudosan. Mitsui Fudosan telah memperkenalkan sistem kogenerasi (gabungan panas dan listrik) sebagai bagian dari upaya mengembangkan infrastruktur energi yang didasarkan pada pasokan listrik dan pembangkit panas lokal. Landasan utama kota pintar dalam hal ini adalah infrastruktur fisik yang mengurangi karbon dan perencanaan kestinambungan bisnis (Nakade 2017).

Model Komunitas Cerdas dan Kota Cerdas Jepang

Contoh di atas menjadi model kota pintar di Jepang. Dalam kasus Yokohama, Kitakyushu, Keihanna Science City, dan Toyota, terdapat CEMS yang didirikan di lingkungan perkotaan yang sudah ada, dan terdapat skema lokal untuk mengelola sistem tersebut. Dalam kasus Kota Cerdas Kashiwa-no-ha dan Kota Cerdas Berkelanjutan Fujisawa, terdapat CEMS yang didirikan sebagai bagian dari proyek pembangunan perkotaan besar. Dalam kasus Nihonbashi dan OMY, terdapat sistem manajemen yang mencakup perencanaan kestinambungan bisnis untuk klaster komersial di pusat kota.

Dalam setiap kasus, terdapat CEMS yang disesuaikan dengan fungsi khusus zona perumahan dan komersial, di mana sistem energi inovatif diperkenalkan sesuai dengan atribut dan tantangan kawasan tersebut. Kasus-kasus di atas juga menyarankan model kota cerdas yang berfokus pada mengatasi tantangan lokal; khususnya, kasus-kasus di atas menampilkan layanan yang dirancang untuk meningkatkan kualitas hidup penghuni, dan di kawasan komersial, layanan ini juga mencakup layanan yang dirancang untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan.

Di satu sisi, kami melihat teknologi manajemen energi (teknologi yang mengintegrasikan TI dengan sistem pasokan energi) sedang diujicobakan, dan kami melihat

model kota pintar muncul seiring dengan penerapan praktis teknologi tersebut. Di sektor non-energi juga (seperti transportasi dan layanan kesehatan), kami melihat layanan-layanan baru yang didukung oleh sistem manajemen berbasis TI berkembang dari tahap pengujian hingga tahap komersialisasi. Meskipun demikian, kami belum mengidentifikasi model apa pun untuk menggambarkan bagaimana layanan-layanan ini dan sistem manajemen yang mengintegrasikan berbagai sektor dapat diterapkan secara komersial di banyak kota. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan untuk menjangkau berbagai sektor, yang mengharuskan kita untuk melampaui kerangka kota pintar.

7.6 KOTA BERKELANJUTAN DAN KOTA CERDAS

Visi Komunitas Dan Proyek Yang Dipimpin Pemerintah

Smartifikasi manajemen energi perkotaan/komunitas, termasuk kasus di Jepang yang dijelaskan sebelumnya, telah mendorong evolusi kota pintar secara signifikan. Namun, inisiatif kota pintar di zona-zona tertentu, seperti zona pengembangan baru, memiliki efek riak yang terbatas. Meskipun tidak ada kondisi khusus mengenai seberapa besar atau jumlah penduduk suatu komunitas atau kota untuk menjadi komunitas cerdas atau kota pintar, pemilihan wilayah untuk smartifikasi, serta cakupan cakupan sistem (seperti CEMS), sewenang-wenang. Ketika wilayah-wilayah terpilih menjadi lebih hemat energi dan layanannya meningkat, tugas yang muncul adalah bagaimana menyebarkan manfaat teknologi ini ke wilayah-wilayah di luar kota pintar yang sudah ada. Dalam upaya untuk mengatasi tugas ini, pemerintah berfokus pada menampilkan model-model pembangunan perkotaan agar dapat ditiru oleh negara-negara lain. Tugas ini mengharuskan masyarakat untuk mengembangkan model praktik terbaik pembangunan (kembali) perkotaan. Ternyata, banyak kota/komunitas pintar yang mengambil peran sebagai pembawa obor. Mengembangkan model perintis untuk diikuti oleh orang lain bisa dibilang merupakan salah satu peran sosial dari inisiatif komunitas/kota pintar.

Menempatkan proyek model komunitas/kota cerdas sebagai bagian dari keseluruhan strategi komunitas lokal adalah penting karena alasan lain: proyek ini membantu memperjelas visi umum atau rencana induk komunitas, mengidentifikasi peran yang harus dimainkan oleh setiap inisiatif keras atau lunak dalam visi ini, dan merumuskan strategi untuk melaksanakan inisiatif ini. Dengan cara ini, strategi dapat diterapkan dengan cara yang strategis dan terkoordinasi, dengan mempertimbangkan dampak yang ditimbulkan, termasuk yang berkaitan dengan penanganan masalah sosial seperti pemanasan global dan populasi menua. Pendekatan ini juga memastikan bahwa masyarakat menggunakan subsidi dan hibah pemerintah seefektif mungkin. Pendekatan ini dapat disamakan dengan tindakan yang dipimpin oleh pemerintah dimana pemerintah merumuskan rencana induk untuk masyarakat dengan memperjelas pendekatan dan tujuan umum, menyusun rencana tindakan yang menguraikan strategi khusus dan langkah-langkah konkrit untuk mencapai rencana induk, dan kemudian bekerja dengan masyarakat. dan pemangku kepentingan lokal lainnya dalam melaksanakan rencana tersebut.

Visi Masyarakat Terhadap Pembangunan Berkelanjutan dan Dukungan Pemerintah

Proyek yang dipimpin pemerintah dimulai dengan visi umum untuk masyarakat secara keseluruhan. Saat menyusun visi ini, penting untuk memahami atribut geografis dan sosial masyarakat dan memasukkannya ke dalam visi. Penting juga untuk mendapatkan gambaran besar yang seimbang mengenai masyarakat dan menetapkan tujuan yang jelas terkait pembangunan berkelanjutan. Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), yang disetujui PBB pada bulan September 2015, relevan di tingkat masyarakat dan juga nasional, dan tujuan-tujuan ini memberikan kerangka kerja universal yang dapat dengan mudah dikomunikasikan secara global.

Pemerintah Jepang memang telah memanfaatkan kerangka SDG. Pada tahun 2018, Kantor Promosi Revitalisasi Regional Kabinet mengumpulkan proyek percontohan di bawah program “SDGs FutureCity” dan memilih 29 kota. Kantor tersebut memperkuat kemitraan dengan berbagai pemangku kepentingan, termasuk masyarakat yang telah ditetapkan sebagai “kota model ramah lingkungan” atau “Kota Masa Depan,” dan meluncurkan “platform publik-swasta untuk mewujudkan revitalisasi regional dan SDGs” (Kantor Kabinet 2018).

Bahkan sebelum PBB menetapkan SDGs pada tahun 2015, mulai tahun 2000 dan seterusnya, pemerintah telah mengembangkan program untuk mendukung inisiatif lokal; ini adalah program yang menetapkan komunitas sebagai “kota model ramah lingkungan” atau “Kota Masa Depan.” Melalui program ini, 23 komunitas telah ditetapkan sebagai “kota model ramah lingkungan” dan 11 komunitas sebagai “Kota Masa Depan” (per Agustus 2018). Para desainer ini telah menetapkan visi dan strategi mereka sendiri, serta rencana aksi terkait (FutureCity Initiative 2019). Permohonan status FutureCity dimulai pada tahun 2011, tahun terjadinya bencana Tohoku. Dari 11 komunitas yang dipilih sebagai Kota Masa Depan, 6 komunitas berada di wilayah yang terkena bencana. Beberapa Kota Masa Depan telah menjalankan inisiatif komunitas/kota cerdas. Misalnya, Kashiwa-no-ha (salah satu kota pintar yang dibahas sebelumnya) menggunakan status FutureCity untuk menarik dana pemerintah untuk pembuatan AEMS. Higashi Matsushima juga menggunakan dana tersebut untuk membangun “kota ramah lingkungan yang siap menghadapi bencana,” yang menggunakan CEMS untuk mencapai swasembada energi dan memungkinkan pasokan energi dari masyarakat sekitar jika terjadi keadaan darurat.

Proyek Model untuk Pembangunan Perkotaan Berkelanjutan

Idealnya, komunitas-komunitas tersebut harus mengambil inisiatif dalam menganalisis permasalahan mereka serta atribut geografis dan sosio-ekonomi mereka. Mereka kemudian harus mengatasi persoalan-persoalan mereka, memanfaatkan kekhasannya, menggarisbawahi orisinalitasnya, dan meningkatkan daya tarik dan semangatnya. Dalam banyak kasus, masyarakat harus merumuskan visi dan strategi umum dan kemudian mengambil tindakan nyata melalui kemitraan dengan perusahaan swasta, organisasi lokal, dan kelompok masyarakat. Di sisi lain, ketika pemerintah daerah memimpin penyusunan visi, visi tersebut mungkin akan terlalu bergantung pada proses birokrasi. Oleh karena itu, Kabinet mengembangkan sebuah platform untuk secara proaktif mendukung kemitraan publik-swasta dan upaya untuk mengkomunikasikan visi tersebut. Namun menciptakan visi saja tidaklah

cukup; kunci keberhasilannya terletak pada apakah langkah-langkah konkrit diterapkan secara efektif.

Di tahun-tahun mendatang, sangatlah penting bagi lembaga-lembaga publik, perusahaan swasta, dan masyarakat lokal untuk berkolaborasi dalam melaksanakan inisiatif-inisiatif baru. Program-program pemerintah yang dijelaskan di atas, setidaknya sebagian, dimaksudkan untuk memfasilitasi kolaborasi pemerintah-swasta. Kota Toyama telah menerapkan serangkaian langkah yang dimaksudkan untuk menjadikan kotamadya menjadi kota kompak. Pemerintah memperkenalkan sistem angkutan kereta ringan (light rail transit/LRT), yang kini menjadi tulang punggung infrastruktur kota, dan melaksanakan proyek pembangunan kembali jalan berbasis LRT. Selain itu, kota ini telah membatasi perluasan pinggiran kota untuk menjadikan lingkungan perkotaannya lebih padat. Demikian pula, Kota Kitakyushu telah melaksanakan proyek penciptaan komunitas cerdas di Higashida (daerah Yahata-Higashi). Demikian pula, Shimokawa-cho (Prefektur Hokkaido) telah mengembangkan kebijakan energi terbarukan dengan menggunakan sumber daya hutannya yang luas sebagai biomassa hutan. Sebelumnya, kami menggambarkan proyek-proyek tersebut sebagai “dipimpin oleh pemerintah.” Namun, sejauh proyek diharapkan menunjukkan kerangka pembangunan perkotaan yang berkelanjutan, maka proyek tersebut tidak boleh hanya dipimpin oleh pemerintah namun harus dilaksanakan secara kolaboratif dalam inisiatif pemerintah-swasta; hal ini juga harus dilakukan dengan cara yang berkelanjutan, sehingga dapat menyoroti sifat berkelanjutan dari proyek tersebut. Inisiatif dari kotamadya yang ditunjuk memang menunjukkan model-model yang berhasil di setiap wilayah; namun yang lebih penting lagi, model-model tersebut berfungsi sebagai model praktis yang menggambarkan bagaimana pemerintah, perusahaan swasta, dan penduduk lokal dapat bekerja sama dalam menerapkan sistem transportasi atau energi baru.

Tantangan Kota Cerdas Jepang Dilihat Melalui Lensa Society 5.0

Sejauh ini, kami telah mengidentifikasi dua jenis inisiatif kota pintar di Jepang: inisiatif yang dipimpin oleh dunia usaha yang dilakukan bersamaan dengan pembangunan perkotaan berskala besar dan inisiatif yang dipimpin oleh pemerintah yang didasarkan pada pernyataan visi pemerintah kota. Bagaimana kedua jenis inisiatif kota pintar ini muncul jika dilihat dari kacamata Society 5.0? Persoalan utamanya adalah apakah kota pintar ini, atau berpotensi menjadi, sesuai dengan prinsip masyarakat yang berpusat pada masyarakat. Dapatkah kota pintar berkembang menjadi mampu menyediakan barang dan jasa yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan yang beragam dan laten? Untuk mencapai tujuan ini, kota pintar memerlukan pendekatan baru; alih-alih dipimpin oleh perusahaan swasta atau lembaga publik, mereka perlu dipimpin oleh warga negara atau berdasarkan partisipasi warga.

Seperti disebutkan dalam Sekte. 3.3, model kota pintar Jepang melibatkan penggunaan CEMS yang mutakhir. Penggunaan sistem seperti itu sebagai sarana untuk menerapkan konsep kota pintar secara praktis tentu saja mempunyai nilai yang besar. Namun, hal ini juga mengungkap fakta bahwa model kota pintar Jepang dipimpin oleh teknologi, dan didasarkan pada pengenalan teknologi dan sistem baru. Agar kota pintar dapat mengatasi permasalahan yang umumnya dihadapi masyarakat perkotaan, kota tersebut harus lebih ramah terhadap

warga, menggunakan sensor dan teknologi berbasis IoT, dan lebih berorientasi pada visi Society 5.0. Dalam hal ini, kita dapat melihat contoh kota pintar di UE dan Amerika. Kota pintar ini berbeda dengan kota/komunitas pintar di Jepang yang didorong oleh smartifikasi sistem energi.

7.7 DARI KOTA CERDAS YANG DIPIMPIN MASYARAKAT MENUJU SOCIETY 5.0

Kota Cerdas di UE

UE telah mendukung pengembangan dan penerapan kota pintar sesuai dengan visi jangka menengah Komisi Eropa “Eropa 2020” (diratifikasi pada bulan Maret 2010) dan program yang menjadi bagian dari visi ini, “Horizon 2020,” yang merupakan program terbesar UE untuk mendukung penelitian dan inovasi, baik secara finansial maupun lainnya (Horizon 2020 berlangsung dari tahun 2014 hingga 2020). Pada tahun 2015, Komisi Eropa meluncurkan Aliansi Eropa untuk Inovasi IoT (AIOTI) (Nomura 2017; NICT Europe Center 2017; Oshima 2016). Dukungan kelembagaan seperti ini telah menghasilkan banyak sekali model kota pintar di Eropa. Model-model ini menampilkan beragam smartifikasi—tidak hanya energi cerdas, namun juga transportasi cerdas, distribusi cerdas, limbah cerdas, dan banyak sistem cerdas lainnya. Pada bagian berikut, kami fokus pada contoh Barcelona.

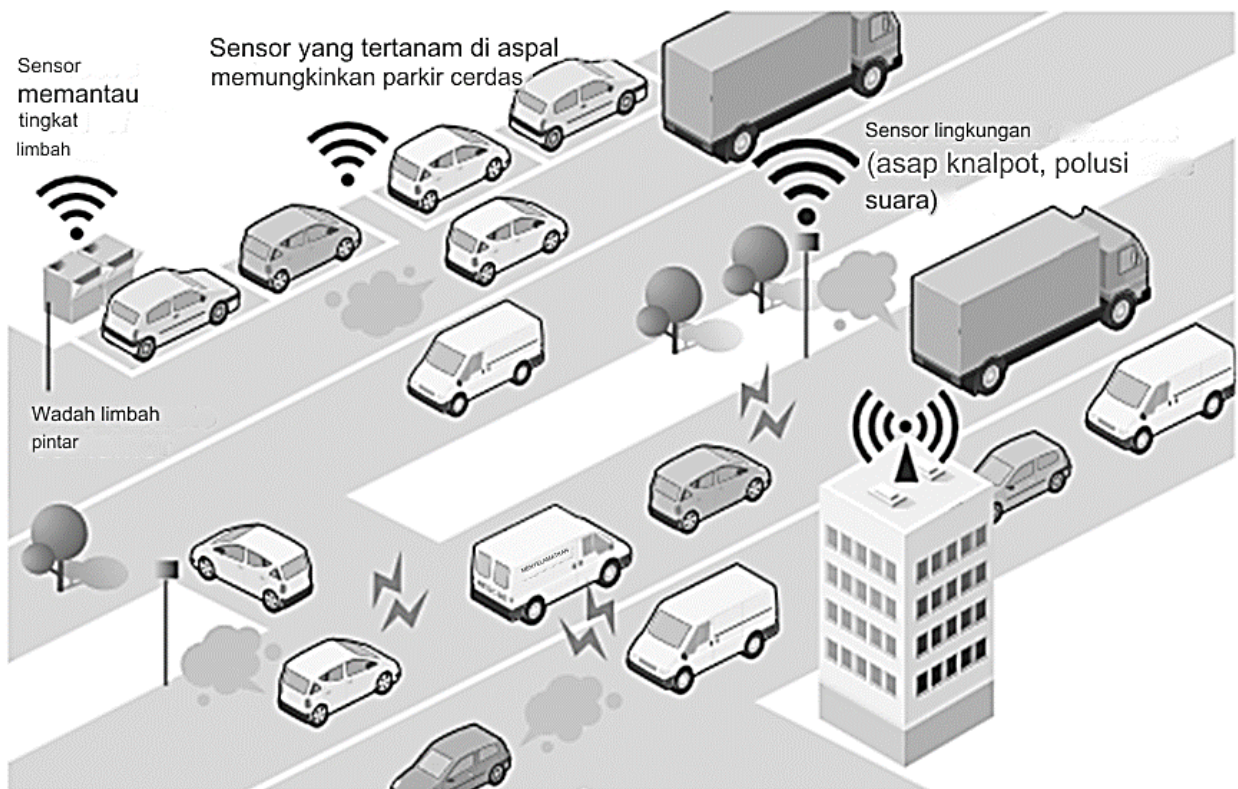
Kota Cerdas: Barcelona

Barcelona (populasi: 1,6 juta) adalah ibu kota wilayah Catalonia Spanyol. Kota ini terkenal dengan warisan seninya; ini adalah rumah bagi seniman terkenal seperti Pablo Picasso dan Joan Miró, dan menampilkan banyak bangunan Antoni Gaudí. Sejak menjadi tuan rumah Olimpiade tahun 1992, Barcelona telah menarik perhatian karena pertumbuhan ekonominya dan, baru-baru ini, telah menjadi model kota pintar Eropa. Kota ini menggunakan sensor untuk memantau data perkotaan. Data tersebut disampaikan kepada warga/pengguna melalui aplikasi atau dihubungkan dengan layanan masyarakat seperti sistem transportasi dan pengumpulan sampah (lihat Gambar 3.3). Teknologi ini memungkinkan Barcelona untuk mengurangi asap lalu lintas dan polusi suara, yang dulunya merupakan hal yang terkenal. Sensor yang dipasang di sekitar persimpangan memantau polusi udara dan suara, dan pembacaannya dapat diakses secara bebas sebagai data terbuka. Jika pembacaan di suatu persimpangan tinggi (menunjukkan polusi berat), pola sinyal lalu lintas disesuaikan sehingga kendaraan melintas tanpa henti, sehingga menurunkan asap lalu lintas di sekitar persimpangan.

Berbeda dengan Jepang, banyak kota di UE yang tidak mewajibkan warganya untuk mendapatkan surat parkir sebelum memiliki mobil. Karena kota-kota tersebut sering kali kekurangan fasilitas parkir yang memadai, banyak tempat parkir yang terletak di pinggir jalan. Akibatnya, pengemudi yang ingin parkir di pinggir jalan harus menghabiskan banyak waktu untuk mencari tempat. Untuk mengatasi masalah ini, Barcelona memperkenalkan sistem parkir pintar. Sensor yang terpasang di aspal memantau apakah ruang tersebut terisi, dan pengemudi menggunakan aplikasi untuk mengakses data ini dan mengidentifikasi di mana ruang kosong tersebut berada. Sensor ini dilengkapi dengan baterai dan pemancar, dan memancarkan sinyal yang menunjukkan apakah ruangan tersebut kosong atau terisi. Sinyal-

sinyal ini dihindarkan pada peta jalan di aplikasi ponsel pintar, sehingga pengemudi dapat melihat informasi secara real-time.

Contoh lain dari smartifikasi di Barcelona mencakup smart lighting (lampu jalan yang bereaksi terhadap kehadiran orang), smart waste management (wadah sampah pinggir jalan menggunakan sensor yang memantau saat penuh), dan smart cycling. Sebuah platform sumber terbuka bernama Sentilo menghubungkan data sensor ke portal data terbuka kota (Sentilo 2019). Sentilo telah menarik perhatian karena membuat datanya dapat diakses secara bebas secara global. Inisiatif Barcelona seperti ini mempunyai potensi untuk diadopsi di kota-kota lain di seluruh dunia.



Gambar 7.6 Gambaran konseptual kota penginderaan

Salah satu inisiatif Barcelona yang menarik adalah Wallspot. Wallspot adalah alat online yang menunjukkan lokasi ruang dinding yang tersedia untuk grafiti legal. Barcelona punya masalah dengan grafiti ilegal. Beberapa grafiti memiliki nilai seni, sehingga pemerintah kota merilis Wallspot untuk menunjukkan ruang grafiti yang legal. Setelah seniman menyelesaikan karyanya di ruang-ruang ini, lukisannya disimpan selama 1 minggu, setelah itu dihapus dan ruang dinding tersedia kembali. Ruang grafiti legal didirikan di taman umum dan lokasinya diiklankan di Wallspot. Skema ini terbukti berhasil mengurangi grafiti ilegal di kota tersebut. Wallspot juga membantu seniman grafiti terhubung dengan komunitas lokal; misalnya, mereka menyelenggarakan acara grafiti dan memamerkan karya-karya yang menarik minat masyarakat Barcelona.

Transportasi adalah bidang lain di mana Barcelona berinovasi. Wisatawan pernah mengeluh tentang jaringan bus kota yang membingungkan. Pemerintah kota mengatur ulang jaringan menjadi garis vertikal dan horizontal, menjadikan sistem lebih intuitif. Itu juga mulai menampilkan waktu tunggu untuk setiap layanan bus di halte. Selain itu, Barcelona memasang 500 stasiun pengisian gratis untuk mobil listrik dan skuter.

Kota Cerdas dan Kota Penginderaan: Santander

Kota Spanyol lainnya yang berdampak pada kancah kota pintar adalah Santander (populasi 180.000 jiwa), ibu kota wilayah Cantabria. Santander meluncurkan proyek “SmartSantander” pada tahun 2010, yang menghasilkan pendanaan dari Uni Eropa untuk kota tersebut. Pendanaan ini digunakan untuk secara aktif meluncurkan layanan berbasis sensor yang meminimalkan biaya personel dan layanan.

Santander adalah contoh utama kota di Uni Eropa yang menggunakan pendekatan tingkat warga untuk menyelesaikan permasalahan lokal—lebih khusus lagi, pendekatan yang menggunakan sensor untuk memantau kondisi yang menjadi perhatian dan kemudian membuat data dapat diakses secara bebas, sehingga memungkinkan penerapan data secara komersial dan layanan yang lebih baik. Tujuan umum dari pendekatan ini adalah untuk membangun “kota penginderaan” yang dipimpin oleh warga/pengguna. Di kota penginderaan, data dikumpulkan melalui sensor dan teknologi berbasis IoT, sehingga menjadi Big Data. Platform yang mengatur dan mengelola Big Data ini membentuk ruang siber yang menyalurkan data ke ruang fisik (dunia nyata) untuk meningkatkan layanan dunia nyata.

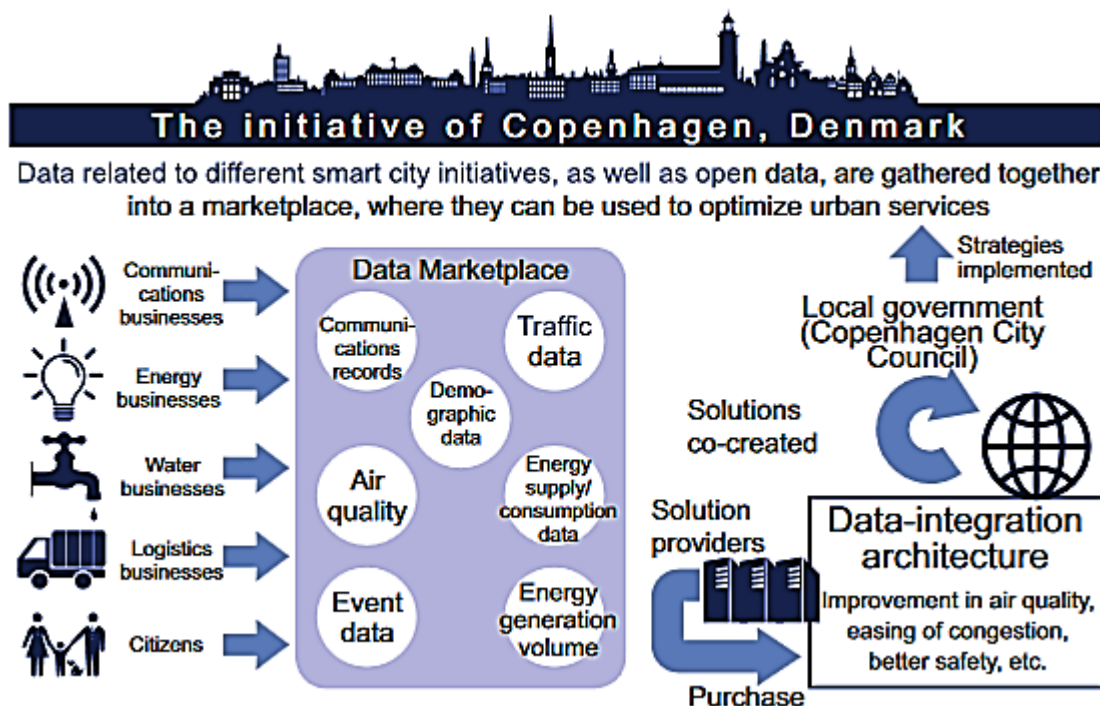
Pasar Untuk Perdagangan Pasar Big Data: Kopenhagen

Contoh inovasi kota pintar yang lebih maju dapat ditemukan di Kopenhagen, ibu kota Denmark. Kopenhagen telah menciptakan City Data Exchange, sebuah pasar untuk perdagangan Big Data. Dalam Pertukaran Data Kota, data yang berkaitan dengan berbagai layanan (seperti transportasi, energi, air, keuangan, dan acara) dipertukarkan di dunia maya antara pengguna di kota, termasuk lembaga publik (seperti dewan kota) dan perusahaan swasta (lihat Gambar 3.4). Tujuannya adalah untuk memfasilitasi penggunaan data secara terpadu, menciptakan peluang baru bagi dunia usaha untuk memperdagangkan data, dan mengurangi jejak karbon kota. Proyek ini muncul dalam konteks tujuan kebijakan Kopenhagen. Kopenhagen menetapkan tujuan untuk menjadi kota netral karbon pertama di dunia pada tahun 2025. Kopenhagen kemudian menetapkan target numerik: mengurangi emisi karbonnya dari tingkat 2 juta ton pada tahun 2014 menjadi 1,2 juta ton.

Untuk mencapai target ini, Denmark meluncurkan proyek Copenhagen Cleantech Cluster (sekarang dikenal sebagai CLEAN) untuk membentuk sebuah cluster yang memperkenalkan inovasi dalam bidang eko-teknologi. Pada tahun 2014, CLEAN menguraikan visi infrastruktur digital untuk mengumpulkan data publik-swasta dan menganalisis Big Data dengan cara yang efektif secara ekologis. Pada bulan Mei 2016, proyek ini meluncurkan pasar untuk memperdagangkan data dengan model perangkat lunak sebagai layanan, yang memungkinkan berbagai organisasi untuk membeli, menjual, dan berbagi data.

Meskipun Eropa Utara adalah yang terdepan dalam berbagi data, bahkan di sini, pasar data perusahaan yang menempatkan data mereka di pasar dan bertukar data dengan

perusahaan lain masih merupakan sebuah garda terdepan. Perusahaan-perusahaan yang berpartisipasi dalam konsorsium telah menunjukkan minat pada pasar data, namun mereka tetap berhati-hati dalam memulai perdagangan di pasar data. Mudah-mudahan, akan ada lebih banyak kegiatan di tahun-tahun mendatang.



Gambar 7.7 Pertukaran data kota Kopenhagen

Kota Cerdas di AS

Di AS, banyak inisiatif kota pintar didorong oleh kebijakan dan program nasional. Berdasarkan Undang-Undang Pemulihan dan Reinvestasi Amerika tahun 2009, Pemerintahan Obama menginvestasikan sejumlah besar uang federal ke dalam pembangunan jaringan pintar dan teknologi digital terkait energi, sehingga mendorong uji coba dan peluncurannya.

Sejak itu, terdapat banyak inisiatif baru untuk mendukung penelitian dan pengembangan dan pembangunan infrastruktur di bidang terkait. Misalnya, pada bulan Desember 2013, Presidential Innovation Fellows Gedung Putih (Geoff Mulligan dan Sokwoo Rhee) meluncurkan SmartAmerica Challenge, sebuah proyek yang menunjukkan potensi IoT untuk menciptakan lapangan kerja dan peluang bisnis, serta memberikan manfaat sosial ekonomi lainnya. Demikian pula, pada bulan Agustus 2014, Institut Standar dan Teknologi Nasional (NIST) meluncurkan Global City Teams Challenge (GCTC) untuk mempromosikan pembangunan kota pintar dan penggunaan IoT. Di bawah program GCTC, NIST bertindak sebagai pencari jodoh yang mencocokkan berbagai kota dengan permasalahan yang sama, mencocokkan proyek pengembangan teknologi yang umum, dan mencocokkan kota dengan organisasi, untuk mengembangkan platform kolaboratif untuk mengembangkan proyek kota pintar dan teknologi berbasis IoT di berbagai kota. Pada bulan September 2015, Obama meluncurkan Inisiatif Kota Cerdas, yang mengkoordinasikan banyak lembaga federal untuk mendukung upaya masyarakat (Nomura 2017). Mencerminkan tindakan-tindakan yang

dipimpin oleh negara ini, proyek-proyek kota pintar bermunculan di seluruh Amerika Serikat dan proyek-proyek ini mencakup beragam sektor, termasuk energi dan lalu lintas.

Kota Cerdas Di Maui, Hawaii

Salah satu contoh sistem energi cerdas adalah pulau Maui di Hawaii (populasi: sekitar 150.000 jiwa). Dari tahun 2011 hingga 2016, pemangku kepentingan energi dari Jepang dan Hawaii berkolaborasi dalam proyek uji coba yang disebut JUMP Smart Maui (“Proyek Maui Jepang–AS”). Hawaii bergantung pada bahan bakar fosil untuk sekitar 90% energinya, dan negara ini telah menetapkan tujuan untuk beralih sepenuhnya ke sumber energi terbarukan pada tahun 2045. Namun, negara bagian ini menghadapi tantangan sehubungan dengan tugas ini: karena energi terbarukan berfluktuasi secara luas sesuai kebutuhan. karena cuaca, penerapannya dalam skala besar akan mengganggu kestabilan jaringan listrik. JUMP Smart Maui berupaya mendemonstrasikan metode untuk menstabilkan jaringan listrik Maui dalam peluncuran tersebut. Hal ini mengintegrasikan jaringan tenaga angin di pulau tersebut dengan sistem pengisian dan pemakaian kendaraan listrik sedemikian rupa sehingga penggunaan daya puncak dapat dibatasi dan kendaraan dapat diisi dayanya pada saat kelebihan energi. Delapan puluh kendaraan listrik digunakan di tempat pengujian, dan pelepasan listrik dari 14% hingga 31% di antaranya menghasilkan sumber energi yang efektif selama masa puncak. Dengan demikian, proyek ini berhasil mengintegrasikan kendaraan listrik sebagai bagian dari sistem penyimpanan daya yang tersebar secara fleksibel. Dengan melakukan hal ini, hal ini menunjukkan bahwa sistem seperti ini efektif untuk mengelola listrik bersumber energi terbarukan secara stabil di lokasi tertutup seperti pulau kecil.

Kota Penginderaan: Chicago

Dari semua model kota pintar di Amerika, yang paling maju dalam hal data terbuka adalah Chicago, Illinois (populasi: 2,7 juta). Pada tahun 2013, kota ini meluncurkan Chicago Tech Plan. Chicago Tech Plan terdiri dari dua strategi dasar: “infrastruktur generasi berikutnya” dan “setiap komunitas adalah komunitas cerdas.” Hal ini juga terdiri dari tiga strategi pertumbuhan: “pemerintahan yang efisien, efektif, dan terbuka,” “inovasi sipil,” dan “pertumbuhan sektor teknologi” (Chicago Tech Plan 2019). Sebagai bagian dari “infrastruktur generasi berikutnya,” Chicago meluncurkan inisiatif Array of Things (AoT), di mana kota tersebut memasang sensor di sepanjang jalan kota untuk memantau data real-time mengenai lingkungan perkotaan dan kemudian membuat data tersebut dapat diakses secara bebas sebagai data terbuka. Data tersebut meliputi suhu, kelembapan, tekanan barometrik, tingkat karbon monoksida, intensitas suara sekitar, getaran, serta lalu lintas pejalan kaki dan kendaraan (Array of Things 2019). Sensor dipasang pada tiang lampu, dan di dalamnya terdapat modul serta sistem lain yang dirancang dalam proyek kolaboratif, yang anggota utamanya adalah Universitas Chicago dan Laboratorium Nasional Argonne.

Data yang dikumpulkan oleh sensor AoT bersifat terbuka dan dapat diakses secara bebas oleh kalangan bisnis, peneliti, masyarakat, dan wirausaha. Pada tahun 2016, terdapat 42 sensor yang terpasang dan rencananya akan ada 500 sensor yang terpasang pada tahun 2018. Untuk melindungi privasi dan keamanan, data, beserta perangkat keras dan perangkat lunak, ditinjau secara rutin oleh tim eksternal dan independen (Kelompok Keamanan Teknis

dan Privasi).). Karena Big Data yang dihasilkan dari AoT memungkinkan pelacakan lingkungan perkotaan secara real-time, hal ini memberdayakan warga untuk memeriksa kondisi selama bencana (seperti banjir) serta kondisi lingkungan; hal ini juga berpotensi melahirkan ide-ide baru tentang cara menggunakan data. Dengan cara ini, Chicago telah mengembangkan komunitas teknologi sipil, dimana masyarakat Chicago mengambil inisiatif dalam memanfaatkan dunia maya (dalam hal ini, data terbuka berbasis sensor) sedemikian rupa sehingga memberikan manfaat bagi ruang fisik mereka (dunia nyata).

Portal Data Terbuka Resmi: San Francisco

San Francisco (populasi 0,8 juta) terkenal dengan upayanya membuka data kota. Pada tahun 2009, San Francisco meluncurkan portal data terbuka resmi yang disebut DataSF (DataSF 2019). DataSF berisi beragam data terbuka, termasuk yang terkait dengan perencanaan kota, transportasi, perumahan, kejahatan, dan bencana. City by the bay juga telah meluncurkan banyak aplikasi untuk menggunakan data ini, termasuk aplikasi yang memetakan bangunan kota dalam 3D dan aplikasi yang terkait dengan informasi real estat.

Namun, data terbuka menimbulkan tantangan bagi pemerintah kota. Data harus terus diperbarui, dan harus ada proses berkelanjutan untuk mengevaluasi metrik kinerja, seperti waktu yang diperlukan untuk memperbarui data. Selain itu, meskipun data dapat digunakan secara gratis, tugas pengelolaan data selalu membebani anggaran pemerintah kota. Pemerintah kota menerapkan langkah-langkah untuk mengatasi masalah ini agar data tetap terbuka.

Beberapa kota di Jepang telah mengambil rute serupa. Fukuoka dan Aizuwakamatsu, misalnya, telah meluncurkan portal data terbuka resmi beserta aplikasi yang memungkinkan warga mengakses data kota (Kota Fukuoka 2019; Kota Aizuwakamatsu 2019).

Tantangan Dalam Mewujudkan Kota Cerdas Yang Dipimpin Masyarakat Menuju Society 5.0

Kasus di atas menggambarkan gambaran umum perkembangan kota pintar di Barat: data mengenai permasalahan kota/komunitas dikumpulkan di tingkat warga, dan solusi terhadap permasalahan ini diterapkan oleh warga atau melalui keterlibatan warga. Dengan kata lain, data terkait isu-isu kota/masyarakat dibuka untuk umum di dunia maya (data dikumpulkan menggunakan sensor dan dibuka untuk umum, atau data pemerintah dapat diakses melalui portal data terbuka resmi), dan data tersebut bersifat publik. kemudian digunakan untuk memberi manfaat pada ruang fisik (dunia nyata) dengan menciptakan layanan dan peluang bisnis baru yang diarahkan untuk memperbaiki lingkungan. Oleh karena itu, kota-kota perintis di Barat telah melakukan upaya awal untuk mewujudkan konvergensi siber-fisik yang dicita-citakan Society 5.0. Namun, upaya-upaya ini masih dilakukan di dalam kota dan terbatas pada kelompok tertentu atau terbatas pada sektor atau layanan tertentu.

Mengenai kancah kota pintar di Jepang, banyak kota/komunitas pintar yang muncul dari proyek percontohan uji coba yang berkaitan dengan sistem tertentu (seperti sistem energi) di lingkungan kota tertentu. Dengan kata lain, inisiatif kota pintar di Jepang terbatas pada wilayah tertentu dan sektor atau layanan tertentu (lihat Gambar 3.5).

Untuk maju dari inisiatif kota pintar menuju masyarakat super pintar Society 5.0, dimana ruang siber dan ruang fisik bertemu, kita harus mengatasi beberapa rintangan.

Pertama, cakupan proyek uji coba harus diperluas hingga mencakup seluruh kota dan seluruh masyarakat, dan proyek harus diliberalisasi. Untuk mencapai tujuan ini, iklim peraturan harus dilonggarkan, dan proses pengujian harus diperjelas dan disederhanakan. Bantuan dari seluruh departemen pemerintah akan diperlukan, bersama dengan dukungan keuangan, jika diperlukan.

	Japan	USA	EU
2007			■ Strategic Energy Technology Plan
2008	<input type="checkbox"/> Project for facilitating infrastructural measures in low-carbon-footprint urban development (MLIT, MOE) <input type="checkbox"/> Ecological urban development project (MLIT) <input type="checkbox"/> Eco-model cities (CO) Obihiro, Shimokawa, Iida, Yuzuhara, Minamata, etc.		
2009		■ American Recovery and Reinvestment Act of 2009 Dubuque 2.0 (Dubuque) DataSF (San Francisco)	■ Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of April 23, 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources ■ EU climate and energy package Amsterdam Smart City (The Netherlands)
2010	<input type="checkbox"/> Next-generation energy and social systems: Iesibed (METI) Yokohama, Toyota, Keihanna, Kitakyushu		<input type="checkbox"/> Europe 2020 Smart Santander (Spain)
2011	<input type="checkbox"/> FutureCities (CO) Kashwa-No-Ha, Shinchi, Higashi Matsushima, Toyama, etc. <input type="checkbox"/> Smart community vision proliferation (METI)	JUMP Smart Maui (Hawaii)	■ Energy Efficiency Plan 2011 <input type="checkbox"/> EU Smart Cities Information System Smart City Lyon (France)
2012	■ Eco-City Act (Low Carbon City Act) <input type="checkbox"/> Project to promote urban development, residential, and transport models that create, store, and save energy (MLIT) <input type="checkbox"/> Project to promote ICT-based urban development (MIAC)	■ Digital Government Strategy	<input type="checkbox"/> European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities Copenhagen Connecting (Denmark)
2013	<input type="checkbox"/> Project to promote models of resident-led carbon reduction planning (MOE) <input type="checkbox"/> Council to promote ICT-based urban development (MIAC) Smart City Aizuwakamatsu	<input type="checkbox"/> Smart America Challenge <input type="checkbox"/> Smart Cities Council Chicago Tech Plan	
2014		<input type="checkbox"/> Global City Teams Challenge ■ Digital Accountability and Transparency Act	<input type="checkbox"/> Horizon 2020 ■ Digital Agenda for Europe 2020 Copenhagen Cleantech Cluster (Denmark)
2015	<input type="checkbox"/> Project to promote ICT-based urban, human, and employment development (MIAC)	<input type="checkbox"/> Smart Cities Initiative <input type="checkbox"/> Smart City Challenge	<input type="checkbox"/> Alliance for IoT Innovation (AIOTT) Paris intelligente et durable (France) Smart City Berlin (Germany)
2016	■ 5th Science and Technology Basic Plan ■ Comprehensive Strategy on Science, Technology, and Innovation ■ Basic Act on the Advancement of Public and Private Sector Data Utilization	Smart Cincy (Cincinnati)	
2017	<input type="checkbox"/> Project to promote data-based smart cities (MIAC) Sapporo, Takamatsu, Kakogawa, Urawamisono, etc.	Smart Columbus	■ General Data Protection Regulation (GDPR)
2018	<input type="checkbox"/> SDGs FutureCity (CO) Kanagawa Prefecture, Kamakura, Maniwa, Iki, Oguni, etc.		

General legend

Smart city case
 ...Project
 ...Other

Abbreviations for Japanese public institution

METI = Ministry of Economy, Trade and Industry
 MIAC = Ministry of Internal Affairs and Communications
 MLIT = Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
 MOE = Ministry of the Environment
 CO = Cabinet Office

Gambar 7.8 Sinopsis tren kota pintar di Jepang, Amerika, dan UE

Lebih banyak pekerjaan juga perlu dilakukan untuk melibatkan masyarakat dan pengguna serta mempersiapkan iklim yang terus memfasilitasi inisiatif dari bawah ke atas dan akar rumput. Selain itu, sebagaimana dibuktikan oleh studi kasus di Barat, penting untuk membentuk sebuah platform untuk memfasilitasi kolaborasi publik-swasta-akademik.

Selain itu, harus ada skema inovatif untuk mengumpulkan data isu-isu lokal ditambah dengan dukungan terhadap ide-ide startup bisnis yang menggunakan data tersebut. Faktor kunci yang akan menentukan apakah cakupan inisiatif individu dapat diperluas ke masyarakat lokal secara keseluruhan adalah apakah kota tersebut menciptakan mekanisme yang mengintegrasikan ide-ide bisnis baru ke dalam ekosistem industri lokal.

Ketika kita melihat Society 5.0 sebagai perpanjangan logis dari inisiatif kota pintar, tantangan teknis dan kelembagaan akan menjadi jelas: kita memerlukan arsitektur integrasi informasi yang mengintegrasikan data dan informasi terkait dengan berbagai layanan (seperti transportasi, energi, dan kesejahteraan sosial). Dengan kata lain, tantangannya adalah membangun arsitektur yang menghubungkan informasi dari berbagai bidang. Tantangan ini dibahas pada bab berikutnya.

Dalam mengatasi tantangan ini, kita harus menemukan dua cara untuk memajukan konsep kota pintar, yang di Jepang sangat erat kaitannya dengan pengaruh teknologi dari perusahaan swasta. Pertama, akan ada lebih banyak kemajuan yang didorong oleh dunia usaha dan pemerintah. Kedua, kita akan melihat lebih banyak kemajuan yang dipimpin atau dilibatkan oleh masyarakat. Sederhananya, mengatasi tantangan ini akan membantu membuka kedua jalur tersebut. Setelah landasannya ditetapkan, kelompok masyarakat dapat mulai mengumpulkan, menganalisis, dan menerapkan data perkotaan (seperti data sensor). Dengan kata lain, kita akan melihat masyarakat di mana alat analisis Big Data digunakan untuk membuat kehidupan di kota lebih nyaman dan menyenangkan serta memberdayakan komunitas lokal untuk memecahkan permasalahan mereka. Hasil seperti ini menandakan bahwa kota-kota cerdas saat ini mengalami kemajuan dalam mengembangkan masyarakat sesuai dengan cita-cita Society 5.0. Dalam waktu dekat, kita akan melihat aktivitas serupa terjadi di berbagai komunitas di seluruh dunia.

BAB 8

TEKNOLOGI PROTOKOLER DAN DESAIN PERANGKAT LUNAK

Internet Industri memerlukan konvergensi perangkat seluler dan sosial, cloud, dan analisis Big Data agar berhasil. Arsitektur M2M tradisional yang digunakan didasarkan pada prinsip-prinsip SOA, dan sekarang dengan diperkenalkannya IIoT, SOA menjadi lebih penting dari sebelumnya untuk memberikan layanan, memberikan wawasan, dan mengintegrasikan sistem. Dengan menerapkan prinsip-prinsip arsitektur berorientasi layanan pada arsitektur IIoT, sebuah bisnis dapat mengelola dan mengatur transformasi bisnis dan TI. Manfaatnya berkisar dari integrasi mesin, perangkat, dan layanan yang lancar, serta perangkat lunak, infrastruktur, dan platform yang mendukung cloud untuk layanan dan solusi, yang memberikan wawasan bisnis yang holistik. SOA juga memberikan ketangkasan untuk mengeksternalisasi API. SOA mengintegrasikan domain arsitektur referensi IIC, seperti domain kontrol (OT), operasi, dan perusahaan (TI), antara lain dengan Internet of Things.

Dalam konteks IIoT, SOA adalah “desain yang cukup bagus”. Hal ini bertumpu pada landasan kuat teknologi dan praktik yang telah mendukung arsitektur M2M industri sejak lama dan oleh karena itu dipahami dengan baik serta dipercaya dalam bisnis industri dan pabrik.

8.1 API (Antarmuka Pemrograman Aplikasi)

API adalah antarmuka yang dapat diprogram ke suatu aplikasi. Jenis API yang sering kita lihat saat ini adalah API yang menyediakan antarmuka melalui layanan web seperti SOAP dan REST. Ini adalah API berorientasi layanan dan berbasis web yang telah menjadi norma yang diakui secara populer saat ini untuk berinteraksi dengan aplikasi berbasis web dan seluler.

Dalam lingkungan SOA (aplikasi berorientasi layanan), di mana kita dapat berkomunikasi dengan aplikasi tingkat tinggi seperti CRM dan ERP, API adalah konsep yang agak rumit. Antarmuka yang dapat diprogram ini rumit dan dikeluarkan oleh vendor perangkat lunak, biasanya dengan fungsi terbatas. Hal ini lebih berkaitan dengan vendor yang tetap memegang kendali pengembangan dan mampu menjual fungsionalitas serta integrasi dengan aplikasi dan database perusahaan lainnya sebagai layanan tambahan. Namun, seiring dengan peralihan TI dari SOA ke aplikasi web dan seluler, API juga menjadi templat yang relatif sederhana yang kami gunakan untuk berkomunikasi antara aplikasi seluler dan web serta dengan database backend dan aplikasi perusahaan lainnya. Mari kita uraikan dengan melihat masing-masing bagiannya. Pertama mari kita lihat bagian komponen API.

Aplikasi

Jika Anda memiliki laptop, tablet, atau ponsel cerdas, Anda pasti sudah familiar dengan aplikasi apa saja, misalnya alat, permainan, jejaring sosial, dan perangkat lunak lain yang kita gunakan sehari-hari.

Pemrograman

Ini adalah pengkodean yang digunakan para insinyur perangkat lunak untuk membuat semua perangkat lunak yang membentuk aplikasi kita di perangkat kita.

Antarmuka

Antarmuka adalah metode umum bagi pengguna, aplikasi, atau perangkat untuk berinteraksi. Jika kita membagi antarmuka ini antara dua aplikasi atau program, antarmuka tersebut menyediakan sarana umum bagi keduanya untuk berkomunikasi satu sama lain. Oleh karena itu, API pada dasarnya adalah cara bagi pemrogram untuk berkomunikasi dengan aplikasi tertentu melalui templat yang ditentukan perangkat lunak.

API: Perspektif Teknis

Agar API dapat berfungsi, API harus dikonfigurasi dan dirinci oleh pemrogram aplikasi dan biasanya perancang basis data. Ini karena biasanya Anda memasukkan data dari satu aplikasi ke aplikasi host, yang berarti data tersebut perlu disimpan secara permanen di database. Oleh karena itu, API dapat digambarkan sebagai berikut:

“...spesifikasi tepat yang ditulis oleh penyedia layanan yang harus diikuti oleh pemrogram saat menggunakan layanan tersebut. API menjelaskan fungsionalitas apa yang tersedia, bagaimana harus digunakan, dan format apa yang akan diterima sebagai masukan atau dikembalikan sebagai keluaran.”

—Kevin Stanton (Manajer Cabang API di Sprout Social)

Sebagai hasilnya kita dapat menganggap API sebagai templat tertentu untuk memasukkan atau mengambil data ke dalam aplikasi atau database-nya.

8.2 ANALOGI API

Untuk memiliki pemahaman yang lebih jelas tentang bagaimana API (template) digunakan, mari kita lihat analogi yang tepat. Pertimbangkan demi argumen bahwa setiap kali Anda ingin mengirimkan atau mengakses sekumpulan data dari suatu aplikasi, Anda harus memanggil API. Namun, ada aturan tertentu yang harus Anda ikuti dan pemrogram menentukan aturan ini ketika mereka membuat format template API. Lagi pula, ketika merancang API, pemrogram harus menentukan bahwa hanya ada jenis data tertentu yang boleh diakses oleh aplikasi. Demikian pula, hanya ada data spesifik yang dapat Anda masukkan ke database, jadi Anda harus berkomunikasi dalam protokol dan format yang sangat spesifik — bahasa yang unik untuk setiap aplikasi.

Untuk membantu memahami konsep ini, bayangkan API sebagai penjaga keamanan antara pemrogram dan aplikasi. Penjaga keamanan menerima permintaan pemrogram dan memeriksa otentikasi. Petugas keamanan juga menyediakan formulir kepada pemrogram dengan format permintaan dan data yang benar. Ketika pemrogram melengkapi formulir dengan permintaan mereka dan rincian kriteria permintaan, yaitu data apa yang ingin mereka simpan atau ambil, penjaga keamanan akan memeriksa kebenaran formatnya. Jika penyajiannya benar, maka satpam akan meneruskan permintaan tersebut ke aplikasi. Aplikasi selanjutnya melakukan kontrol otentikasi dan otorisasi lebih lanjut dan jika permintaan lolos

pemeriksaan keamanan maka aplikasi akan mengizinkan permintaan/input, dan aplikasi mengembalikan atau menyimpan data juga atau atas nama pemrogram.

Contoh API

Sebuah perusahaan dapat memberi stafnya kemampuan untuk membuat laporan berdasarkan data mereka sendiri, laporan, atau media sosial dari database perusahaan. Namun, untuk menjalankan kueri basis data tersebut, kueri SQL harus dimasukkan ke dalam basis data. Pengguna tidak dapat mengirim email ke Administrator Basis Data (DBA) kapan pun mereka membutuhkan informasi tersebut, dan untuk alasan keamanan dan operasional, DBA tidak dapat memberikan pengguna akses untuk menjalankan kueri sendiri.

Di sinilah API berperan. Administrator database telah menulis kueri SQL unik dalam skrip yang terpicu setiap kali pengguna melakukan panggilan API. Basis data kemudian dapat mengembalikan permintaan data dari penyimpanan ke pengguna secara real time. Akibatnya, setiap kali orang meminta analisis data apa pun menggunakan API, hasilnya dikembalikan tanpa pengguna harus mengetahui pengkodean atau SQL apa pun atau bahkan berinteraksi langsung dengan sistem database.

Apa Itu Panggilan API?

Setiap kali pengguna, pengembang, atau sistem meminta informasi dari suatu aplikasi atau ingin mengirimkan informasi ke aplikasi lain, mereka perlu membuat permintaan ke API tersebut, menggunakan templat yang telah diformat sebelumnya. Tentu saja, meminta pengguna dan sistem eksternal membuat permintaan ke API memerlukan langkah-langkah keamanan untuk membatasi bandwidth, penggunaan, serta permintaan ilegal. API berbasis web adalah URL, yang digunakan untuk mengaktifkan panggilan menggunakan perintah HTML umum, seperti PUSH dan GET. URL ini tidak diaktifkan dengan mengkliknya karena biasanya hanya menampilkan layar kosong (kecuali URL dibuat untuk mengirim data kembali ke halaman web) sehingga biasanya digunakan dalam program dan skrip. Hasilnya, pemrogram dapat membangun API menggunakan berbagai macam bahasa, PHP, Ruby, Python, dll. Pemrogram kemudian dapat menanamkan dan memanggil URL API dari dalam skrip bahasa pemrograman.

Mengapa API Penting untuk Bisnis?

Mari kita bahas selanjutnya mengapa API sangat penting bagi bisnis.

8.3 BISNIS MEMBUAT APLIKASI DENGAN API

API adalah cara bisnis berkomunikasi secara real-time dengan aplikasi. Akuntan dapat menjalankan laporan di pagi hari untuk hari sebelumnya dengan satu sentuhan tombol dan penjualan dapat memposting angka di penghujung hari dengan cara yang sama. API adalah cara kita berkomunikasi langsung dengan aplikasi tanpa mengetahui cara menulis kueri atau kode. Pengembang membuat API yang kami gunakan sebagai templat untuk mengunggah angka penjualan dari spreadsheet atau dari file yang diformat.

Pelaku Bisnis Menggunakan API Eksternal

API memungkinkan bisnis untuk berinteraksi dan berkolaborasi melalui media sosial dan aplikasi eksternal seperti Twitter, Facebook, dan Amazon. API juga memungkinkan pengguna berkolaborasi melalui Dropbox, Box, Google Apps, dan masih banyak lagi. Google dan raksasa skala web lainnya juga menjadikan API mereka terbuka dan tersedia untuk penggunaan umum. Misalnya, seorang programmer dapat menggunakan Google Maps dan Geo-locator API dan kemudian menggunakannya dalam aplikasi mereka sendiri. Pengembang dapat membuat seluruh aplikasi seluler hanya dengan menghubungkan API terbuka dari Google atau Yahoo dengan menggunakan beberapa kode lem; ini disebut “mash-up”.

8.4 BISNIS MENGANDALKAN OPEN API

Open API sangat penting untuk menyediakan akses kepada pihak ketiga dan mitra tepercaya dengan memberi mereka akses aman ke data dan untuk kolaborasi proyek. Arsitektur berorientasi layanan dan aplikasi skala perusahaan menjadikan API terbuka tersedia bagi pengembang, mitra, dan TI untuk tujuan integrasi sistem, inovasi, dan pengembangan. API berbasis web terbuka terbuka untuk semua orang.

Layanan web

Ada banyak jenis API dan dapat dibuat dalam banyak bahasa, tetapi yang biasanya digunakan saat ini dalam arsitektur berorientasi layanan dan aplikasi berbasis web dan seluler modern adalah API layanan web, seperti SOAP dan REST.

SOAP (*Simple Open Architecture Protocol*) adalah protokol layanan web berbasis standar yang awalnya dikembangkan oleh Microsoft yang telah memantapkan dirinya di lingkungan SOA sebagai layanan web pilihan. Namun, nama SOAP agak keliru karena SOAP sebenarnya tidak sesederhana akronimnya. Hal ini disebabkan karena penggunaannya yang sudah mapan dalam SOA dan fakta bahwa sudah ada sejak lama sehingga para pengembang dan pemrogram berpengalaman dan nyaman dengan penggunaannya. Oleh karena itu, SOAP menikmati semua manfaat dari umur panjangnya.

Di sisi lain, REST relatif baru dan dirancang sederhana atau setidaknya lebih sederhana dari SOAP. REST dirancang untuk aplikasi web dan seluler dan untuk memperbaiki beberapa masalah bawaan yang ada pada SOAP saat digunakan di lingkungan web. Kriteria desain REST adalah untuk menyediakan metode yang benar-benar sederhana dalam mengakses layanan web melalui URL dan tanpa beban XML SOAP apa pun. Namun, terkadang SOAP sebenarnya lebih mudah digunakan.

Alasannya adalah API layanan web SOAP didokumentasikan dengan baik melalui Bahasa Deskripsi Layanan Web (WSDL). Ini adalah file lain yang terkait dengan SOAP, dan ini memberikan definisi tentang cara kerja layanan web, melalui template XML untuk API. Detail WSDL dalam format yang dapat dibaca, termasuk spesifikasi, persyaratan, dan opsi yang digunakan oleh layanan. Akibatnya, penggunaan kembali layanan web SOAP adalah hal biasa, namun mungkin tidak efisien, karena Anda mungkin mengambil terlalu banyak data—tetapi ini adalah hal yang sepele. Dengan meminta WSDL memberikan definisi tentang cara kerja layanan web saat Anda membuat referensi ke sana, IDE dapat mengotomatiskan prosesnya

sepenuhnya. Oleh karena itu, kesulitan menggunakan SOAP sangat bergantung pada bahasa yang Anda gunakan.

Di sisi lain, terkadang REST tidak mudah dipahami karena tidak ada dokumentasi terkait seperti WSDL, fitur-fiturnya ditentukan di dalam kode itu sendiri, dan ini memiliki masalahnya sendiri, bagi non-pemrogram. Namun, SOAP dan REST memiliki kesamaan karena keduanya dapat bekerja melalui protokol HTTP. SOAP dapat bekerja melalui protokol jaringan lain, bahkan SMTP. SOAP karena standarisasinya dan penggunaannya di mana-mana dalam lingkungan SOA merupakan kumpulan pola pesan yang lebih kaku daripada REST. Aturan-aturan dalam SOAP penting karena tanpa aturan-aturan ini, standarisasi pada tingkat apa pun tidak akan tercapai. REST sebagai gaya arsitektur tidak memerlukan pemrosesan dan secara alami lebih fleksibel.

Baik SOAP maupun REST mengandalkan seperangkat aturan mereka sendiri yang telah disepakati untuk dipatuhi oleh semua orang demi kepentingan pertukaran informasi. Oleh karena itu, kedua teknik tersebut memiliki masalah yang perlu dipertimbangkan ketika memutuskan protokol mana yang akan digunakan.

8.5 IKHTISAR SINGKAT SOAP

Microsoft awalnya mengembangkan SOAP untuk menggantikan teknologi lama yang tidak berfungsi dengan baik di Internet seperti Distributed Component Object Model (DCOM) dan Common Object Request Broker Architecture (CORBA). Teknologi ini dianggap tidak cocok untuk Internet karena mengandalkan pesan biner. Namun, SOAP hanya mengandalkan XML untuk menyediakan layanan pesan. Akibatnya, pesan XML yang digunakan SOAP bekerja lebih baik melalui Internet. Fitur menarik dari SOAP adalah bahwa SOAP tidak harus menggunakan transport Hypertext Transfer Protocol (HTTP), karena dapat dijalankan melalui protokol jaringan lain.

Setelah rilis awal, Microsoft menyerahkan SOAP ke Internet Engineering Task Force (IETF), yang kemudian distandarisasi. Sejak awal, SOAP dirancang untuk mendukung dan mengakomodasi perluasan, sehingga SOAP memiliki segala macam modul dukungan dan opsi yang terkait dengannya. Karena memiliki begitu banyak fitur opsional, SOAP sangat dapat diperluas, tetapi Anda hanya menggunakan bagian yang Anda perlukan untuk tugas tertentu. Misalnya, saat menggunakan layanan web publik yang terbuka dan tersedia gratis untuk umum, Anda sebenarnya tidak terlalu membutuhkan WS-Security.

Salah satu masalah dengan SOAP adalah XML, yang digunakan untuk membuat permintaan dan menerima tanggapan, bisa menjadi sangat kompleks. Masalahnya di sini adalah kenyataan bahwa dalam beberapa bahasa pemrograman, pemrogram akan diminta untuk membuat permintaan yang ditentukan XML secara manual. Selain itu, masalah pemrograman permintaan secara manual menjadi masalah karena SOAP tidak toleran terhadap kesalahan. Oleh karena itu, beberapa pengembang Java khususnya menganggap SOAP sulit digunakan, karena bekerja dengan SOAP dalam JavaScript tidak praktis karena Anda harus membuat struktur XML yang diperlukan setiap saat. Ini berarti menulis banyak kode untuk melakukan tugas yang paling sepele sekalipun. Namun, masalah dengan JavaScript tidak

selalu terjadi dan beberapa bahasa membuat penanganan SOAP dan XML menjadi mudah. SOAP dapat memberikan jalan pintas ke bahasa tersebut, yang dapat membantu mengurangi upaya yang diperlukan untuk membuat permintaan dan menguraikan respons. Faktanya, saat bekerja dengan bahasa .NET milik Microsoft, Anda bahkan tidak pernah melihat XML.

SOAP mungkin tidak toleran terhadap kesalahan, tapi ironisnya salah satu fitur SOAP yang paling penting adalah penanganan kesalahan bawaan. Jika SOAP menemukan masalah dengan permintaan Anda, responsnya berisi informasi kesalahan yang dapat Anda gunakan untuk memperbaiki masalah tersebut. Fitur ini sangat penting karena dalam banyak kasus Anda mungkin bukan pemilik layanan web tersebut, sehingga tidak ada indikasi mengapa layanan tersebut tidak berfungsi. Pelaporan kesalahan bahkan menyediakan kode standar sehingga memungkinkan untuk mengotomatiskan beberapa tugas penanganan kesalahan dalam kode tersebut.

8.6 IKHTISAR SINGKAT REST

Dibandingkan dengan SOAP, REST menyediakan alternatif ringan untuk API layanan web. Perbedaan REST adalah bahwa alih-alih menggunakan XML untuk membuat permintaan, REST mengandalkan URL sederhana menggunakan perintah HTTP dasar. Dalam beberapa situasi tingkat lanjut atau kompleks, REST mungkin harus memberikan informasi tambahan, namun sebagian besar layanan web yang menggunakan REST hanya mengandalkan perolehan informasi yang diperlukan dari URL. Karena, REST menggunakan pendekatan URL untuk memanggil API, ia dapat menggunakan empat kata kerja HTTP 1.1 yang berbeda (GET, POST, PUT, dan DELETE) untuk melakukan tugas.

Salah satu manfaat utama bagi pengembang dan pemrogram adalah tidak seperti SOAP, REST tidak harus menggunakan XML untuk memberikan respons. Layanan web berbasis REST dapat menampilkan respons kembali ke program sebagai data dalam Command Separated Value (CSV), JavaScript Object Notation (JSON), dan Real Simple Syndication (RSS). Oleh karena itu, pemrogram dapat memperoleh keluaran yang mereka butuhkan dalam bentuk yang mudah diurai dalam bahasa yang mereka gunakan untuk menulis aplikasi.

8.7 SOAP VERSUS REST

SOAP jelas merupakan pilihan kelas berat untuk akses layanan web. Ini memberikan keuntungan berikut jika dibandingkan dengan REST:

- Bahasa, platform, dan transportasi independen (REST memerlukan penggunaan HTTP)
- Bekerja dengan baik di lingkungan perusahaan terdistribusi (REST mengasumsikan komunikasi langsung point-to-point)
- Terstandar
- Memberikan ekstensibilitas pra-pembangunan yang signifikan dalam bentuk standar WS*
- Penanganan kesalahan bawaan
- Otomatisasi bila digunakan dengan produk bahasa tertentu

REST sebagian besar lebih mudah digunakan dan lebih fleksibel. Ini memiliki keuntungan sebagai berikut bila dibandingkan dengan SOAP:

- Tidak diperlukan alat mahal untuk berinteraksi dengan layanan web
- Kurva pembelajaran yang lebih kecil
- Efisien (SOAP menggunakan XML untuk semua pesan; REST dapat menggunakan format pesan yang lebih kecil)
- Cepat (tidak memerlukan pemrosesan ekstensif)
- Lebih dekat dengan teknologi web lain dalam filosofi desain Caching

Salah satu perilaku API layanan web yang perlu diperhatikan saat menggunakan REST melalui HTTP adalah ia akan memanfaatkan fitur-fitur yang tersedia di HTTP seperti caching, dan keamanan dalam hal TLS dan otentikasi. Namun, ini mungkin bukan hal yang baik. Tergantung pada aplikasinya, ini mungkin pilihan yang sangat buruk. Misalnya, desainer harus mengetahui bahwa sumber daya dinamis tidak boleh di-cache. Hal ini karena sumber daya berubah dalam waktu nyata, jadi menyimpan sumber daya dalam cache adalah ide yang sangat buruk. Misalnya, ada layanan web REST yang akan digunakan untuk melakukan polling harga saham ketika dipicu oleh ticker saham. Penting untuk dipahami bahwa harga saham sangat mungkin berubah per milidetik, jadi jika permintaan harga saham BARC (Barclays Bank) disurvei dan dipublikasikan, kemungkinan besar pada polling berikutnya harga yang diterima akan berbeda.

Namun, jika REST menggunakan fitur cache HTTP, ia akan mengembalikan nilai stok yang sama dengan yang disurvei pada awalnya dan disimpan dalam cache, lagi dalam polling berikutnya. Hal ini menunjukkan bahwa kami tidak selalu dapat menggunakan fitur caching yang diterapkan dalam protokol saat bekerja dengan konten dan sumber daya dinamis. Caching HTTP dapat berguna dalam permintaan REST klien untuk konten statis tetapi fitur caching HTTP tidak cocok untuk kebutuhan dinamis; SOAP API adalah pilihan yang lebih baik.

8.8 PENGIKATAN KATA KERJA HTTP

Pengikatan kata kerja HTTP adalah fitur lain yang layak didiskusikan saat membandingkan REST dan SOAP. Sebagian besar API yang digunakan publik yang disebut RESTful lebih mirip REST dan tidak mengimplementasikan semua kata kerja HTTP sebagaimana mestinya. Misalnya, saat membuat sumber daya baru, sebagian besar pengembang menggunakan POST, bukan PUT. Bahkan penghapusan sumber daya yang ada dikirim melalui permintaan POST, bukan perintah DELETE. SOAP juga mendefinisikan pengikatan pada protokol HTTP. Saat mengikat ke HTTP, semua permintaan SOAP dikirim melalui permintaan POST.

Keamanan

Keamanan jarang disebutkan ketika membahas manfaat REST dibandingkan SOAP. Alasannya adalah keamanan REST disediakan pada lapisan protokol HTTP seperti otentikasi dasar dan enkripsi komunikasi melalui TLS. Keamanan SOAP distandarisi dengan baik melalui WS-Security. HTTP sebagai protokol tidak diamankan, oleh karena itu layanan web

yang mengandalkan protokol perlu menerapkan keamanannya sendiri yang ketat. Keamanan lebih dari sekadar autentikasi dan kerahasiaan, dan juga mencakup otorisasi dan integritas. Dalam hal kemudahan implementasi, SOAP adalah layanan web yang terdepan.

Layanan mikro

Penggunaan layanan mikro dan API web telah menjadi sangat populer di web dan aplikasi berbasis cloud dan keduanya cocok untuk IIoT. Istilah layanan mikro tidak memiliki definisi standar dan formal; Namun, ada ciri-ciri tertentu yang mengidentifikasinya. Pada dasarnya, terdapat arsitektur layanan mikro yang dapat dibedakan, yang menyediakan metode pengembangan aplikasi perangkat lunak sebagai rangkaian layanan modular kecil. Layanan independen ini menjalankan proses unik dan berkomunikasi melalui layanan web ringan atau mekanisme lain yang terdefinisi dengan baik dan ringan untuk memberikan hasil tertentu.

Apa yang membuat layanan mikro berharga adalah bahwa aplikasi dapat dibangun dengan memisahkan kompleksitas sistem host dari tujuan aplikasi. Jika kita melihat aplikasi web klien-server, ini dibangun sebagai aplikasi monolitik, di mana bagian kode server menangani permintaan HTTP, mengeksekusi logika, dan mengambil atau memposting data dari/ke database. Masalah dengan gaya ini adalah bahwa setiap perubahan memerlukan versi baru dari keseluruhan aplikasi, karena setiap fungsi saling terkait dan tidak mudah diisolasi dan diperbarui. Dengan layanan mikro, kami melihat diperkenalkannya pendekatan yang berbeda, pendekatan yang ideal untuk IoT, dan juga Internet Industri.

Pendekatan layanan mikro adalah dengan membangun sendiri atau menggunakan layanan mikro terbuka, yang khusus untuk suatu fungsi. Pemrogram kemudian membangun aplikasi menggunakan modul independen yang disebut layanan mikro, yang dapat diskalakan dan dimodifikasi oleh pemrogram secara terpisah, sehingga aplikasi lainnya tidak tersentuh. Dengan tidak mengorbankan integritas aplikasi secara keseluruhan, pemrogram dapat mengubah layanan individual sebelum menerapkannya kembali. Demikian pula, mereka dapat menambahkan atau menyesuaikan layanan untuk model jenis perangkat baru tanpa memengaruhi layanan lain dalam aplikasi, misalnya, pengalaman pengguna jenis perangkat apa pun yang sudah ada.

Layanan mikro dapat diskalakan, mudah beradaptasi, dan modular, menjadikannya ideal untuk aplikasi berbasis cloud yang harus memberikan pengalaman pengguna yang dinamis namun konsisten di beragam perangkat dan selalu berubah. Untuk memperjelas manfaat layanan mikro dan skalabilitasnya, kita dapat melihat ke banyak perusahaan berskala web besar, seperti Netflix, Amazon, dan eBay. Semua raksasa web ini telah bermigrasi selama dekade terakhir ke aplikasi berbasis layanan mikro. Netflix, misalnya, menerima sekitar satu miliar panggilan API per hari dari lebih dari 800 jenis dan model perangkat. Amazon juga menerima panggilan API yang tak terhitung jumlahnya per hari dari serangkaian aplikasi dari berbagai jenis perangkat. Perusahaan-perusahaan ini tidak mungkin dapat mendukung dan meningkatkan kapasitas ini dengan menggunakan arsitektur monolitik atau dua tingkat; itu hanya mungkin dilakukan dengan menggunakan arsitektur berbasis layanan mikro.

Karena arsitektur layanan mikro menghilangkan kendala dalam menghosting seluruh aplikasi di satu server, hal ini memungkinkan pengembang mengalokasikan sumber daya secara lebih efisien ke bagian aplikasi yang membutuhkannya. Namun, dampak yang jelas adalah dengan memisahkan fungsi bisnis dan layanan, diperlukan sistem komunikasi antar layanan untuk melakukan panggilan jarak jauh dan ini memerlukan overhead integrasi tambahan. Integrasi selalu merupakan urusan yang rumit sehingga melakukan lebih banyak hal tidaklah menguntungkan. Namun, jika Anda berkomunikasi antar layanan, maka layanan web HTTP atau protokol berlangganan/terbitkan pesan dapat digunakan untuk menyederhanakan persyaratan keamanan, kinerja, dan keandalan. Saat memutuskan mana yang akan digunakan, sebaiknya gunakan layanan web HTTP saat mengajukan pertanyaan yang memerlukan jawaban langsung, dan berlangganan/terbitkan saat membuat pernyataan yang tidak memerlukan umpan balik segera.

8.9 MENELAAH TEKNOLOGI DAN PROTOKOL JARINGAN AKSES

Pada bab sebelumnya, kita telah mempertimbangkan beragam teknologi dan protokol yang digunakan saat ini dalam skenario Internet Industri. Namun, untungnya dalam segmen jaringan akses kita berada pada wilayah jaringan yang jauh lebih tradisional dengan teknologi dan protokol yang sudah lama ada dan dominan. Oleh karena itu, dalam bab ini kita akan melihat secara singkat teknologi komunikasi yang mungkin diterapkan dalam penerapan Internet Industri serta protokol dan aplikasi terkait yang digunakan sebagai middleware untuk memfasilitasi persyaratan khusus untuk beberapa kasus penggunaan Internet Industri.

8.10 JARINGAN AKSES

Jaringan akses dalam arsitektur Internet Industri IIC adalah murni jaringan transportasi transisi dengan tujuan menghubungkan beragam jaringan dan protokol, yang ada dalam jaringan kedekatan kompleks dengan jaringan IP standar yang ditemukan di lingkungan perusahaan dan bisnis. Oleh karena itu, teknologi dan protokol yang akan kita periksa digunakan untuk menghubungkan domain dan mengangkut data bolak-balik dan ini adalah teknologi dan protokol yang sama yang biasa digunakan di perusahaan.

Satu-satunya tujuan jaringan akses adalah untuk mengumpulkan data dan melakukan backhaul dari gateway perangkat ke sistem dan aplikasi dalam domain operasional dan manajemen. Karena domain ini murni TI, maka domain ini akan menggunakan arsitektur TI tradisional, berdasarkan IP dan Ethernet. Oleh karena itu, tugas utama komponen-komponen dalam jaringan akses adalah mengirimkan IP melalui Ethernet seefisien mungkin, dan hal ini memerlukan trunk Ethernet gigabit melalui tembaga, serat optik, atau bahkan switch Ethernet nirkabel dan berkecepatan tinggi.

ETHERNET

Jadi apa itu bingkai Ethernet? Paket data pada link Ethernet atau LAN sebenarnya adalah paket Ethernet dan memiliki frame Ethernet sebagai payloadnya. Sebuah frame Ethernet ditunjukkan pada Gambar 6-1.

Layer	Pembukaan	Mulai dari	MAC	MAC	802.1Q	Ether	Muatan	Bingkai	Inter
		Bingkai	Tujuan	Sumber	Tag	Type		Check	Packet Gap
		Delimiter	Alamat	Alamat					
	7 Oktet	1 Oktet	6 Oktet	6 Oktet	4 Oktet	2 Oktet	46-1500	4 oktet	12 Oktet
2			Frame Ethernet Lapisan 2 (64k – 1518k)						
1	Paket Ethernet lapisan 1 (1530 oktet)								

Gambar 8.1. Bingkai Ethernet

Sebuah frame Ethernet mempunyai field pertama sebagai alamat MAC tujuan dan field kedua adalah alamat MAC sumber. Namun, ada bidang lain yang menarik yaitu frame yang mengikuti alamat sumber MAC. Bingkai ini disebut tag 802.1q.

VLAN

Karena lalu lintas akan dikumpulkan dari beberapa jaringan edge, kami harus menerapkan beberapa bentuk penandaan untuk melacak lalu lintas mana yang termasuk dalam jaringan edge mana. Dengan menandai lalu lintas, kami dapat secara efektif memisahkan setiap aliran individu dan menyediakan jaringan virtual. Teknik dalam Ethernet ini disebut VLAN atau Virtual LAN. VLAN memberikan tingkat dasar segregasi, keamanan, dan efisiensi seiring dengan berkurangnya ukuran dan jangkauan domain siaran—walaupun jumlah domain siaran sebenarnya meningkat dan hal ini sangat mengurangi jumlah lalu lintas siaran dan respons host terkait.

VLAN adalah cara populer bagi administrator jaringan untuk mensegmentasi jaringan switch layer-2 dengan mengkonfigurasi switch Ethernet lokal dengan ID VLAN dan kemudian menempatkan port yang dipilih ke dalam VLAN yang ditunjuk. Ini bagus untuk administrasi lokal dengan satu saklar. Namun, bagaimana jika persyaratannya adalah VLAN menjangkau seluruh jaringan yang terdiri dari 1.000 switch? Maka solusinya memerlukan trunking VLAN dan domain manajemen VTP.

Saat mengkonfigurasi VLAN pada switch Ethernet, port dapat berupa port akses, yang terhubung langsung ke host, atau port trunk, yang terhubung ke switch lain. Namun ada perbedaan lain port akses hanya dapat menerima dan meneruskan paket dari satu VLAN, sedangkan port trunk menerima dan meneruskan paket dari dua atau lebih VLAN.

Port trunk adalah link point-to-point ke switch atau router lain yang meneruskan lalu lintas ke beberapa tujuan. Oleh karena itu, port trunk membawa informasi dari beberapa VLAN melalui tautan fisik yang sama, yang memungkinkan VLAN menjangkau jaringan. Namun, agar sebuah paket dapat meninggalkan switch lokalnya di tempat VLAN diketahui—database VLAN lokal harus ada cara agar keanggotaan VLAN paket dapat ditentukan oleh switch lain.

Cara jaringan Ethernet menangani hal ini adalah dengan menandai masing-masing paket dengan ID VLAN. Setiap paket yang memasuki port VLAN pada switch lokal ditandai dengan pengenalan VLAN. Oleh karena itu, setiap paket yang berada dalam VLAN akan membawa serta tag khusus yang menyatakan ID VLAN lokalnya sehingga switch lain di jaringan dapat memeriksa dan meneruskannya. Switch melakukan hal ini dengan menempatkan tag di salah satu field dalam frame Ethernet.

Pengidentifikasi VLAN ini adalah bagaimana suatu frame Ethernet dapat ditandai agar berbeda dari frame lainnya. Tag VLAN mendefinisikan keanggotaan VLAN-nya. Sekarang switch jaringan, ketika menerima paket, dapat melihat ke dalam dan memeriksa nilai frame tidak hanya untuk alamat sumber dan tujuan tetapi juga ID VLAN. Selain itu, administrator sekarang dapat mengelompokkan host dari segmen jaringan yang berbeda, banyak switch yang saling berjauhan ke dalam LAN virtual yang sama seolah-olah mereka berada di switch lokal yang sama.

Ketika jaringan berkembang, memelihara dan mengelola arsitektur VLAN menjadi beban karena informasi konfigurasi VLAN harus dikonfigurasi dan diperbarui di semua switch dalam jaringan. Administrator kemudian perlu menggunakan VTP (VLAN Trunking Protocol) atau yang serupa untuk memelihara- mempertahankan konsistensi di seluruh jaringan. VTP membantu dalam memelihara, mengganti nama, memperbarui, membuat, dan menghapus VLAN di seluruh jaringan. VTP meminimalkan ketidakkonsistenan konfigurasi seperti nama atau tipe VLAN yang salah.

8.11 PERUTEAN IP

Alternatif untuk peralihan Ethernet berkecepatan tinggi (lapisan 2) adalah dengan melakukan perutean IP (lapisan 3) antara berbagai jaringan tepi dan platform operasional dan manajemen. Perutean umumnya jauh lebih lambat dibandingkan peralihan Ethernet, karena perutean sebagian besar merupakan fungsi perangkat lunak dengan banyak pencarian tabel perutean dan penerusan IP.

Perutean IP menyediakan subnetting ruang alamat IP, yang menyediakan fungsi serupa seperti VLAN Ethernet yang dibahas sebelumnya, yaitu menyediakan segregasi dan keamanan, dan memecah domain siaran besar. Subnet tidak diperlukan pada IPv6, yang merupakan salah satu keuntungan besarnya. Perutean, jika kecepatan pengiriman bukan tujuan akhir, memiliki banyak keuntungan, seperti memberikan kontrol yang lebih terperinci atas arus lalu lintas, manajemen lalu lintas, dan kualitas layanan (QoS).

Lebih jauh lagi, dalam hal ini, kami berasumsi bahwa jaringan edge dan platform operasional dan manajemen berada di lokasi yang sama atau setidaknya dalam LAN switching lapisan-2, seperti yang biasanya terjadi dalam komersial dan manufaktur. Namun, bagaimana jika jaringan edge ini letaknya jauh, mungkin 100 mil jauhnya, tersebar secara geografis di seluruh negeri, atau bahkan di seluruh dunia? Lalu bagaimana kita membangun jaringan akses kita?

Akses Jaringan Menghubungkan Jaringan Edge Jarak Jauh

Perutean melalui tautan WAN adalah pilihan yang paling jelas dan kita akan membahas opsi tersebut nanti di bagian WAN. Namun, dalam banyak kasus, kami masih dapat menggunakan peralihan Ethernet cepat. Misalnya, kita dapat menghubungkan kantor jarak jauh, lokasi produksi, atau pabrik menggunakan jaringan MPLS (multiprotocol label switching) penyedia layanan. Penyedia layanan dapat merancang VPN lapisan-2 di seluruh jaringan MPLS mereka untuk menyediakan overlay lapisan-2 yang efektif, yang akan menghubungkan semua lokasi terpencil seolah-olah mereka berada di segmen lapisan-2 yang sama. Layanan ini dapat

disebut sebagai a kabel pribadi virtual atau LAN. Demikian pula, dark fiber—kapasitas cadangan lainnya dapat dimanfaatkan di wilayah metro dan perkotaan untuk menghubungkan pusat data menggunakan antarmuka Ethernet titik-ke-titik jarak jauh optik.

Ethernet Pembawa

Varian industri lain dari Ethernet adalah Carrier Ethernet dan biasanya digunakan dalam skenario industri untuk menghubungkan ruang switching dan sub-stasiun. Contohnya adalah cara operator seluler menghubungkan ruang switch mereka di lokasi menara yang terpencil dan tersebar secara geografis. Dengan menggunakan Ethernet operator atau MPLS, operator seluler dapat mengalihkan lalu lintas backhaul dari menara dengan andal dan deterministik seperti yang pernah mereka lakukan dengan teknologi sinkron seperti ATM dan TDM.

Apapun metode yang kita pilih, apakah routing atau switching, tujuan akhirnya tetap sama untuk menyalurkan lalu lintas dari jaringan edge ke platform operasional dan manajemen. Sekali lagi ada banyak cara untuk mencapai tujuan yang sama; itu semua tergantung pada persyaratan spesifik mengenai solusi mana yang lebih baik.

Profinet

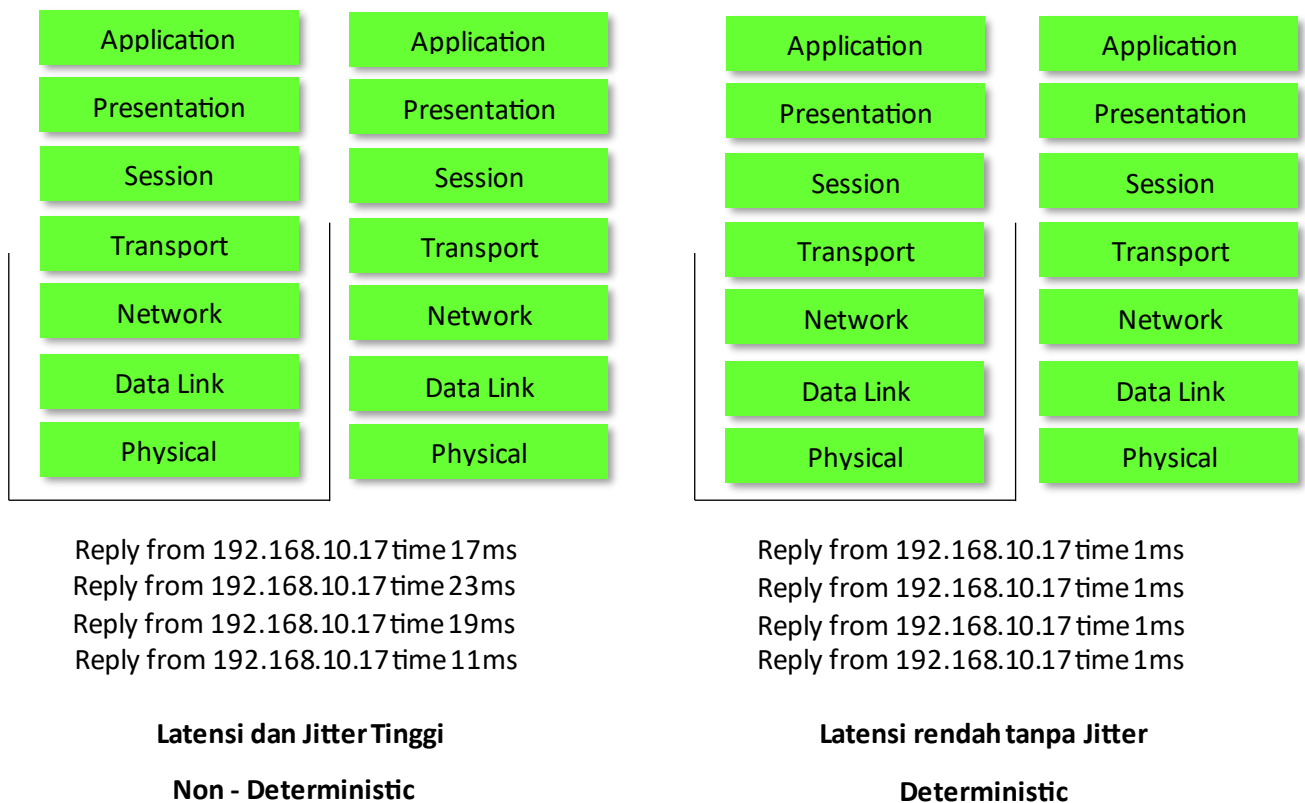
Kinerja peralihan dan perutean mungkin cukup untuk sebagian besar perusahaan dan aktivitas komersial serta kasus penggunaan. Namun, di bidang manufaktur, kinerja non-deterministik dari solusi Ethernet dan IP ini tidak memenuhi persyaratan. Solusi industri khususnya di bidang manufaktur memerlukan solusi yang sangat kuat, andal, dan real-time. Masalahnya adalah IP tidak cukup cepat karena menimbulkan terlalu banyak latensi (penundaan) atau deterministik, sehingga menimbulkan terlalu banyak jitter.

Industrial Ethernet mencakup banyak masalah ini dan standar terbuka terkemuka untuk Industrial Ethernet di bidang manufaktur adalah Profinet. Pada bab awal, kita telah membahas secara singkat perbedaan antara Ethernet standar dan Ethernet Industri, jadi kita tidak akan meninjau kembali area tersebut. Namun, alasan kita membahas Profinet di bagian ini adalah untuk menunjukkan mengapa dan bagaimana Profinet sebagai standar terbuka Industri terkemuka menyelesaikan masalah latensi dan jitter yang mengganggu peralihan dan perutean standar.

Profinet 100% kompatibel dengan Ethernet dan mematuhi standar IEEE sehingga dapat digunakan dalam topologi jalur, ring, atau bintang yang fleksibel menggunakan solusi kabel tembaga dan serat optik. Ini juga memungkinkan komunikasi nirkabel dengan WLAN dan Bluetooth.

Namun, Profinet juga menyertakan alat diagnostik cerdas yang terintegrasi untuk perangkat lapangan dan jaringan. Alat-alat ini memberikan informasi penting mengenai status dan kesehatan perangkat dan jaringan, termasuk tampilan topologi jaringan. Profinet menyampaikan informasi diagnostik ini melalui transmisi data diagnostik asinkron, yang memungkinkan peralatan dengan ketersediaan tinggi bereaksi secara otomatis terhadap setiap kegagalan yang diprediksi, sehingga meningkatkan stabilitas dan ketersediaan pabrik manufaktur.

Namun, apa yang menarik bagi perancang jaringan OT adalah bagaimana Profinet menangani transmisi data. Di sini kita melihat bahwa Profinet menangani semua komunikasi melalui kabel yang sama. Komunikasi dapat berkisar dari tugas kontrol sederhana hingga aplikasi kontrol gerak yang sangat menuntut. Memang benar, untuk tugas kontrol loop tertutup presisi tinggi, transmisi data kritis waktu deterministik dan isokron ditangani dengan jitter kurang dari 1 μ s (lihat Gambar 6.2).



Gambar 8.2. Sifat deterministik Profinet

Sinkronisasi Waktu Nyata

Profinet mencapai kinerja deterministiknya karena, seperti semua switch Ethernet, Profinet menggunakan alamat MAC untuk berkomunikasi dengan perangkat Ethernet lain melalui LAN lokal. Dengan tidak menggunakan alamat IP, Profinet dapat mengurangi latensi dan jitter secara signifikan. Namun, Profinet juga menyediakan deterministik (sangat sedikit jitter) dalam cara mengelola aliran data. Yang dilakukan Profinet adalah membagi transmisi data menjadi tiga jenis:

- Data I/O siklik dikirimkan secara real-time
- Transmisi data asiklik digunakan untuk data parameter dan informasi diagnostik, yang tidak bersifat real-time
- Alarm, yang merupakan saluran transmisi real-time lainnya untuk pemeliharaan mendesak yang memerlukan alarm status

Dengan menggunakan saluran data I/O siklik khusus untuk input dan output, pengontrol I/O Profinet dapat mengatur sub-saluran dan menentukan fase clock setiap sub-saluran dalam rentang $250\mu\text{s}$ hingga 512ms . Oleh karena itu, pengontrol I/O dapat mengontrol latensi transmisi dan jumlah jitter dengan mengatur dan memantau saluran data I/O siklik, misalnya, 1 ms . Oleh karena itu, pengontrol Profinet mampu menangani aplikasi dengan tuntutan deterministik paling ketat. Mereka dapat meminimalkan jitter melalui transmisi data I/O siklik sinkron. Namun, agar semua perangkat dapat menangani transmisi data sinkron dengan penyimpangan maksimum $1\mu\text{s}$, perangkat tersebut harus memiliki jam bersama.

BAB 9

DARI MASYARAKAT MONETER KE MASYARAKAT NONMONETER

Sebagai konsekuensi dari revolusi digital, kita memperkirakan perubahan dinamis dalam kehidupan sehari-hari dan aktivitas konsumsi kita, dan terlebih lagi kita memiliki pandangan ke depan mengenai kemungkinan dampaknya terhadap sistem ekonomi dan hubungan manusia.

Bagian 9.2 membahas dampak inovasi yang tidak digabungkan terhadap perekonomian dan faktor-faktor yang mendasari kegiatan ekonomi yang tidak digabungkan, serta pendekatan terhadap keuntungan dan permasalahan platform digital yang akan diterapkan dalam sistem ekonomi masyarakat berbasis data. Bagian 9.3 membahas permasalahan masyarakat non-tunai dari aspek ekonomi masyarakat berbasis data. Laporan ini menunjukkan dua jenis permasalahan yang mungkin terjadi: penetapan harga terhadap informasi yang sangat berharga dan pengelolaan data pribadi tanpa anonimitas dalam masyarakat non-tunai, yang dapat diwujudkan oleh mata uang digital.

Sub bab 9.4 dan 9.5 adalah pendekatan filosofis terhadap kemanusiaan dan kekayaan manusia yang akan dijadikan tujuan Society 5.0. Sub bab 9.4 menyarankan pengembangan metode ekonomi berbagi saat ini dan perubahan paradigma ekonomi: dari ekonomi konvensional berdasarkan kepemilikan swasta ke ekonomi baru berdasarkan kepemilikan bersama, dan dari masyarakat dengan nilai kepemilikan konvensional menjadi masyarakat dengan nilai kepemilikan bersama. nilai baru untuk penggunaan. Sub bab 9.5 mendekati gambaran masyarakat masa depan yang ingin dituju oleh Society 5.0 dari sudut pandang kemanusiaan dan filsafat. Hal ini menunjukkan bahwa Society 5.0 harus menginovasi kapitalisme untuk bertransformasi dari berbasis material menjadi berbasis manusia seiring dengan pertumbuhan kemampuan manusia, yang dapat disebut sebagai masyarakat untuk “human co-becoming.”

9.1 MASYARAKAT BERBASIS DATA DAN NONMONETER

Sejauh ini, buku ini telah menguraikan konsep dan nomenklatur Society 5.0 serta membahas pendekatan dan arah pengembangan teknologi di masa depan berdasarkan konsep tersebut. Sejauh ini, Society 5.0 telah dibahas terutama dari sudut pandang teknik. Bab ini mengambil perspektif dari ekonomi dan humaniora. Dari perspektif ini, makalah ini membahas masa depan masyarakat berbasis data jenis masyarakat yang dianut oleh Society 5.0 bagaimana kita dapat memahami masyarakat seperti itu, seberapa layak masyarakat tersebut, dan isu-isu apa yang akan muncul.

Kami telah menjelaskan latar belakang dan alasan mengapa Society 5.0 dijabarkan dalam Rencana Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi kelima pada tahun 2016. Sekali lagi, hal ini berkaitan dengan fakta bahwa Jepang dan negara-negara maju lainnya telah mencapai titik balik besar dalam bidang teknologi dan sosio-ekonomi. Situasi ini kini jauh lebih jelas dibandingkan 10 tahun yang lalu. Sepuluh tahun yang lalu, ponsel pintar belum populer, begitu

pula hal-hal seperti berbagi mobil dan blockchain. Selama 10 tahun terakhir, Apple, Amazon, Google, dan Facebook telah mencapai peningkatan pesat dalam dominasi dunia.

Sementara itu, Tiongkok telah mencapai kemajuan yang mengejutkan dalam penerapan sistem non-tunai, dan perusahaan seperti Alibaba dan Baidu telah menjadi pemain utama. Di kota-kota besar di Tiongkok saat ini, Anda dapat membeli minuman dari mesin penjual otomatis tanpa uang tunai, dan Anda juga tidak memerlukan uang tunai untuk naik taksi atau membeli sesuatu dari warung. Banyak orang Tiongkok tidak menggunakan uang tunai selama lebih dari setahun. Dalam masyarakat tanpa uang tunai, barang dibayar di dunia maya, dan riwayat pembelian setiap orang disimpan sebagai Big Data.

Setelah Anda membeli buku di Amazon, kotak masuk Anda akan menerima serangkaian rekomendasi (menyatakan “Anda mungkin juga menyukai item berikut”) mengenai item selanjutnya berdasarkan apa yang Anda beli atau lihat. Rekomendasi ini adalah contoh pencapaian sistem dunia maya dengan penggunaan AI untuk menganalisis Big Data (riwayat pembelian pelanggan) dan kemudian secara aktif mendorong pelanggan untuk melakukan pembelian lebih lanjut. Dalam masyarakat yang berbasis data, hasil analisis AI digunakan dalam taktik psikologis untuk mendorong jenis perilaku manusia tertentu. Bisnis prihatin dengan ekonomi perilaku. Oleh karena itu, tidak mengherankan jika seseorang membeli puluhan buku dalam waktu beberapa bulan yang tidak akan mereka beli jika tidak. Kekhawatiran masyarakat yang didorong oleh data adalah bahwa bisnis besar akan membuat riwayat pembelian pelanggan menjadi cadangan data yang sangat besar, dan kemudian memonopoli semua keuntungan besar yang dapat dihasilkan oleh data ini. Kemungkinan seperti itu mungkin terjadi di Tiongkok, dengan pasarnya yang berjumlah satu miliar orang. Pemenang dalam masyarakat berbasis data adalah perusahaan yang mengumpulkan Big Data.

Lalu bagaimana perusahaan-perusahaan di negara-negara kecil seperti Jerman dan Jepang dapat bertahan atau melawan arus ini? Mengingat aplikasi dan ponsel pintar memainkan peran utama dalam masyarakat yang didorong oleh data, mungkin masa depan perusahaan-perusahaan ini terletak pada pengembangan teknologi pendukung untuk hal-hal tersebut. Pesatnya perkembangan layanan data berarti semakin sulitnya mencapai kesuksesan dalam bisnis yang hanya bergantung pada kemampuan manufaktur. Dunia kini lebih mementingkan data dibandingkan teknologi manufaktur. Dengan latar belakang inilah Society 5.0 diusulkan sebagai visi kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa depan serta visi masyarakat masa depan. Dalam hal ini, Society 5.0 tidak peduli dengan perkembangan global masyarakat berbasis data.

Ketika kapitalisme menyebar secara global dan memperparah kesenjangan ekonomi dan regional, banyak orang khawatir bahwa masyarakat yang didorong oleh data akan menyebabkan kesenjangan sosial dan pemberdayaan lebih lanjut. Untuk mengatasi permasalahan ini, Strategi Komprehensif Ilmu Pengetahuan, Teknologi, dan Inovasi tahun 2017 menyatakan: “Society 5.0, visi masyarakat masa depan yang diusulkan oleh Rencana Dasar Kelima yang harus kita cita-citakan, adalah masyarakat yang berpusat pada manusia. bahwa, melalui tingginya tingkat penggabungan antara dunia maya dan ruang fisik, akan mampu menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian masalah-masalah sosial

dengan menyediakan barang dan jasa yang secara terperinci menjawab berbagai kebutuhan laten tanpa memandang lokasi, usia, jenis kelamin, atau bahasa untuk memastikan bahwa semua warga negara dapat menjalani kehidupan berkualitas tinggi yang penuh kenyamanan dan vitalitas.” Meskipun dorongan kapitalisme saat ini memperburuk perpecahan, Society 5.0 menawarkan bentuk kapitalisme alternatif, yang mana kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi mengubah kesenjangan regional menjadi peluang bagi setiap wilayah lokal untuk mempromosikan kualitas uniknya dan mengubah preferensi dan gaya hidup yang beragam menjadi sebuah pilihan. masyarakat yang inklusif dan akomodatif.

Pergeseran paradigma yang kami tuju dalam Society 5.0 adalah salah satu nilai; kami mengupayakan peralihan ke masyarakat yang berpusat pada masyarakat, masyarakat yang inklusif terhadap berbagai komunitas dan individu dan tidak terlalu fokus pada perekonomian. Ilmu ekonomi mengukur segala sesuatu berdasarkan nilai moneter, namun nilai-nilai yang berpusat pada manusia khususnya, kualitas hidup tidak selalu dapat diukur dalam istilah moneter. Oleh karena itu, peran nilai-nilai nonmoneter menjadi perhatian utama dalam wacana Society 5.0.

Ada pandangan alternatif. Browser web adalah contoh utama layanan nonmoneter. Kami mencari di Web setiap hari untuk menemukan informasi yang kami hargai secara pribadi, namun kami tidak membayar biaya layanan secara langsung untuk pencarian ini. Pengguna dapat memunculkan ide bisnis untuk memonetisasi informasi yang mereka kumpulkan dari layanan online tidak berbayar ini.

Bagian 9.2 bab ini membahas potensi pengembangan platform digital di Society 5.0. Bagian 9.3 membahas peran uang tunai dalam masyarakat berbasis data, dimana riwayat pembelian individu diarsipkan. Bagian 9.4 membahas arti kekayaan dalam ekonomi berbagi. Terakhir, Bagian 9.5 menguraikan “manusia bersama,” sebuah konsep kemandirian manusia dalam masyarakat berbasis data.

Wacana mengenai masa depan masyarakat berbasis data akan semakin berkaitan dengan pertanyaan tentang bagaimana perekonomian moneter dan nonmoneter akan saling bertentangan atau hidup berdampingan. Saya harap bab ini akan mendorong pembaca untuk mempertimbangkan masalah ini.

9.2 PLATFORM DIGITAL DI SOCIETY 5.0

Society 5.0 mewakili langkah berikutnya dalam evolusi sosio-ekonomi kita, langkah-langkah sebelumnya adalah pemburu-pengumpul (Masyarakat 0.1), agraris (Masyarakat 0.2), industri (Masyarakat 0.3), dan informasi (Masyarakat 0.4). Masing-masing langkah maju ini merupakan hasil dari apa yang disebut Bresnahan dan Trajtenberg (1995) sebagai “teknologi tujuan umum,” yang menyediakan mesin pertumbuhan yang mengubah struktur sosial yang ada. Setiap kali sistem lama digantikan dengan sistem baru, kehidupan dan gaya kerja kita pun ikut berubah, begitu pula nilai-nilai dan cara berpikir kita.

Di era agraris, pertanian merupakan teknologi serba guna. Komunitas pemburu-pengumpul menjadi menetap dan mulai beternak dan bercocok tanam. Komunitas pedesaan mulai muncul sebagai unit sosial dasar, sehingga memunculkan perekonomian berbasis lahan.

Sementara itu, masyarakat menjadi terstratifikasi menjadi penguasa dan diperintah. Tenaga uap mulai berkembang pada awal abad ketujuh belas dan akhirnya menjadi teknologi baru untuk keperluan umum, yang memungkinkan peningkatan produktivitas secara dramatis dan dengan demikian memicu peralihan dari masyarakat agraris ke masyarakat industri. Pada era industri tersebut, populasi secara bertahap berpindah dari komunitas pedesaan ke wilayah perkotaan, yang mengakibatkan pengelompokan tenaga kerja dalam skala besar ke kota. Sekitar waktu ini, Jepang mulai beralih dari stratifikasi sosial tradisional yang dikenal sebagai “empat kategori masyarakat” (cendekiawan bangsawan, petani, pengrajin, dan pedagang).

Generasi kita telah hidup dalam masyarakat informasi. Salah satu teknologi serba guna di era ini adalah IT, termasuk teknologi komputer dan satelit. Televisi, surat kabar, dan media massa lainnya telah mempersempit kesenjangan informasi antar wilayah, dan kini terdapat arus orang, barang, dan uang yang jauh lebih besar. Namun, terdapat juga kesenjangan regional yang mencolok; banyak komunitas lokal yang menghilang, sementara di perkotaan, masyarakat lebih cenderung berinteraksi dengan orang asing di tempat kerja dan tempat tinggal mereka. Sejak tahun 1990-an, Jepang telah menempuh jalur privatisasi di tengah gelombang reformasi struktural dan pelonggaran peraturan, dan hal ini menimbulkan pertanyaan tentang bagaimana mempertahankan layanan publik yang tidak menguntungkan. Dalam Society 5.0, teknologi yang bertujuan umum adalah teknologi yang memantau dan menganalisis secara real time dan mengelola masyarakat secara keseluruhan secara optimal, dengan kata lain, teknologi yang mengelola perilaku manusia serta infrastruktur energi dan transportasi. Society 5.0 akan memiliki sistem cyber-fisik, berkat kemampuan menggunakan sistem AI canggih untuk menganalisis Big Data tidak terstruktur yang dikumpulkan oleh Internet, sensor, dan teknologi digital. Bagian ini mengeksplorasi era yang akan datang ini dari sudut pandang ekonomi perspektif sehubungan dengan Society 5.0.

Inovasi yang Tidak Dibundel

Seperti kata pepatah masam, “sulit membuat prediksi, terutama mengenai masa depan.” Semakin berhati-hati para ekonom, semakin kecil kecenderungan mereka dalam meramalkan masa depan. Oleh karena itu, ekonom Inggris John Maynard Keynes pasti sangat berani ketika ia menulis artikel “Kemungkinan Ekonomi untuk Cucu Kita” pada tahun 1930, yang di dalamnya ia meramalkan bagaimana perekonomian akan terlihat pada tahun 2030 (Keynes 2010). Keynes meramalkan bahwa “standar hidup di negara-negara progresif seratus tahun ke depan akan mencapai empat hingga delapan kali lebih tinggi” dan akan ada “15 jam kerja seminggu.” Ia juga meramalkan bahwa cucu-cucu generasinya akan mengakhiri permasalahan ekonomi yang telah mengganggu umat manusia sejak dahulu kala, yang menyebabkan kita berebut sumber daya dasar. Menurut Keynes, “akan ada perubahan besar dalam kode moral” dan “kecintaan pada uang sebagai kepemilikan ... akan diakui apa adanya, suatu penyakit yang agak menjijikkan.”

Hampir 90 tahun telah berlalu sejak Keynes membuat prediksinya. Standar hidup kita, yang diukur dengan PDB per kapita, sepuluh kali lebih tinggi dibandingkan tahun 1930, melebihi prediksi Keynes. Namun Keynes juga akan kecewa dalam hal lain: kita hanya mencapai sedikit kemajuan dalam distribusi tenaga kerja, sementara ketidakamanan kerja,

kesenjangan ekonomi, dan kemiskinan semakin memburuk. Kita mungkin belum mencapai apa yang disebut Keynes sebagai “tujuan kebahagiaan ekonomi,” namun setidaknya dalam kasus Jepang, apa yang kita inginkan saat ini sangat berbeda dengan apa yang diinginkan para pendahulu kita pada tahun 1950an, ketika barang-barang yang harus dimiliki adalah “barang-barang yang harus dimiliki”. Tritunggal Mahakudus” dari televisi hitam-putih, mesin cuci, dan lemari es. Saat ini, konsumen telah mengalihkan minat mereka dari barang berwujud ke jasa tidak berwujud, dan keinginan mereka adalah untuk merasakan sesuatu dibandingkan memiliki sesuatu. Hal ini menjelaskan mengapa kita melihat peningkatan permintaan terhadap layanan peer-to-peer (ekonomi bersama) dan virtual/augmented reality dalam hal mobil dan akomodasi.

Inovasi tidak hanya menyangkut teknologi, tetapi juga membawa perubahan pada perilaku masyarakat. Banyak contoh inovasi di masa lalu yang mengarah pada “pelepasan ikatan”. Maraknya ekonomi berbagi, misalnya, telah memisahkan penggunaan dari kepemilikan. Demikian pula, telepon seluler memiliki komunikasi yang tidak terikat dari lokasi tetap (telepon rumah). Demikian pula, TV yang dapat direkam telah memisahkan pengalaman menonton program TV dari slot waktu di mana program tersebut disiarkan, dan kursus online terbuka besar-besaran (MOOCs) telah memisahkan pendidikan dari ruang kelas.

Penguraian (unbundling) tersebut tidak hanya berdampak pada sisi permintaan namun juga mempengaruhi pasokan. Meskipun pemasok telah melakukan outsourcing produksi ke luar negeri untuk meminimalkan biaya, munculnya pencetakan 3D dan bentuk manufaktur canggih lainnya menciptakan kemungkinan baru bagi pabrik dan lokasi penelitian dan pengembangan untuk mengoptimalkan operasi mereka tanpa perlu selalu mengkhawatirkan biaya produksi. Unbundling juga mengubah cara kita bekerja. Hal ini telah menciptakan bentuk-bentuk pekerjaan baru, yang mengarah pada gagasan kerja yang lebih luas (misalnya, telecommuting kini dipandang sebagai cara kerja yang dapat diterima) dan membuka kemungkinan untuk melakukan pekerjaan lepas, sesuatu yang bukan merupakan bagian dari gagasan konvensional tentang pekerjaan. bekerja. Pelayanan ketenagakerjaan saat ini diberikan dalam lingkungan di mana waktu kerja dan lokasi kerja tidak lagi tumpang tindih, sehingga perlu dikembangkan lembaga-lembaga yang memungkinkan fleksibilitas organisasi yang lebih besar.

Faktor Ekonomi yang Mendasari Unbundling

Apa dampak sosial dan ekonomi dari unbundling? Mungkin cara yang berguna untuk menjawab pertanyaan ini adalah dengan mempertimbangkan sifat ekonomi dari layanan digital. Ada tiga aspek yang perlu dipertimbangkan. Yang pertama menyangkut struktur biaya. Membangun platform layanan digital memerlukan biaya tetap yang besar untuk hal-hal seperti menyiapkan antarmuka pengguna. Di sisi lain, biaya marjinal untuk jasa reproduksi dapat diabaikan. Aspek kedua adalah struktur industri. Secara tradisional, penyedia layananlah yang menanggung biaya tetap, sehingga penyedia layanan harus memiliki kekuatan finansial yang memadai. Namun, kebangkitan platform digital telah mengubah situasi tersebut. Platform-platform ini mencocokkan pasokan dan permintaan secara real-time, sehingga memungkinkan layanan-layanan yang biasanya digabungkan berdasarkan

waktu, ruang, dan organisasi dapat disampaikan secara tidak terikat.¹ Dengan kata lain, penyedia platform tidak terikat lagi dengan penyedia layanan. Karena penyedia layanan tidak menanggung biaya tetap dan hanya memiliki biaya marjinal yang minimal, maka kustomisasi massal dapat dilakukan. Sebaliknya, penyedia platform, dalam meng-hosting rangkaian layanan yang tidak dibundel pada platformnya, harus menggunakan kekuatan finansial dan bekerja keras untuk menutup biaya tetap.

Aspek ketiga adalah struktur permintaan. Jika banyak pengguna yang berbondong-bondong mengunjungi suatu platform, maka platform tersebut juga akan menarik sejumlah besar penyedia layanan beserta berbagai layanannya. Dalam pasar yang kompetitif, efek jaringan ini (ketika nilai ekonomi dari sesuatu meningkat sebanding dengan permintaan terhadapnya) akan menyebabkan penyedia layanan yang lebih populer dan sukses mendominasi platform. Setelah dimonopoli oleh penyedia layanan, sebuah platform akan berfungsi sebagai basis bisnis penyedia layanan, sehingga menciptakan ekosistem ekonomi.

Platform Komunitas Terbuka

Peralihan dari masyarakat industri ke masyarakat informasi disertai dengan peningkatan arus manusia. Khususnya di perkotaan, sebagian besar interaksi sosial dan ekonomi terjadi antara orang-orang asing. Sebaliknya, komunitas tradisional mempunyai jaringan bertetangga yang telah lama ada dan menjadi dasar bagi para anggota komunitas untuk melakukan barter satu sama lain dan saling berhutang budi.² Namun, seiring dengan semakin lazimnya transaksi dilakukan antara orang-orang asing dalam komunitas yang tidak memiliki hierarki, hubungan kekuasaan, menjadi sulit untuk membentuk hubungan saling percaya yang telah lama ada. Oleh karena itu, uang menjadi alat yang lebih mudah untuk membayar berbagai hal. Mayoritas transaksi kemudian mulai dilakukan di ruang pasar, di mana masyarakat bebas masuk dan keluar sesuka hati, bukan di komunitas yang terisolasi. Dalam keadaan seperti ini, masuk akal jika uang beredar secara luas.

Harga adalah informasi penting yang perlu dikomunikasikan kepada pembeli. Harga, dalam proses pencocokan, ditentukan oleh mekanisme pasar, atau apa yang disebut Adam Smith sebagai “tangan Tuhan yang tidak terlihat”. Namun, hanya karena suatu barang diberi harga tidak berarti bahwa barang tersebut akan diperdagangkan secara efisien. Jika pembeli tidak dapat dengan mudah mengamati kualitasnya, maka menurut hukum Gresham, yang menyatakan bahwa “buruk mengeluarkan barang bagus”, barang berkualitas rendah akan mengusir barang berkualitas tinggi (Akerlof 1978; Ohashi 2017). Seringkali, penting untuk menciptakan mekanisme alternatif untuk mengkomunikasikan nilai kualitas. Contohnya adalah sistem sertifikasi, di mana organisasi yang ditunjuk mensertifikasi suatu produk atau jasa, dan menjamin pembeli akan kualitasnya. Mekanisme seperti ini pada dasarnya merupakan upaya untuk menciptakan kembali transaksi berbasis kepercayaan dalam komunitas tradisional.

Dalam komunitas tradisional, penjual mempunyai insentif untuk menjaga kualitas karena jika mereka menjual kualitas buruk, mereka akan dikenakan sanksi. Dalam Society 5.0, mekanisme pasar harus lebih canggih dan mampu memperbaiki kesalahan yang ada di pasar. Big Data yang dikumpulkan melalui Internet, sensor, dan teknologi digital akan dianalisis

secara canggih berbasis AI, sehingga memungkinkan transaksi ekonomi dilakukan melalui platform digital yang mengkomunikasikan berbagai informasi, tidak hanya harga. Beberapa elemen dari sistem ini sudah ada. Uber, misalnya, menyediakan informasi pengemudi dan penumpang serta memungkinkan pengemudi menilai pengemudinya. Dalam Society 5.0, platform ini akan memberikan yang terbaik dari kedua dunia—pasar tanpa batas di mana seseorang dapat masuk dan keluar sesuka hati dan, pada saat yang sama, pasar berbasis komunitas yang memberikan pembeli berbagai informasi selain dari hanya harga. Gagasan tentang komunitas terbuka mungkin tampak seperti sebuah oxymoron, namun platform digital, dalam mencocokkan pasokan dengan permintaan, memang menggabungkan keterbukaan dan komunitas.

Kelebihan dan Masalah Platform Digital

Komunitas terbuka bahwa platform digital akan menjalankan fungsi pasar yang sangat diperlukan dalam perdagangan Society 5.0. Platform ini memfasilitasi perdagangan dengan menunjukkan informasi non-moneter serta harga moneter. Informasi ini memberdayakan pembeli untuk membuat pilihan berdasarkan informasi mengenai apa yang akan dibeli, dan puncak dari pilihan konsumen ini akan mendorong dunia usaha untuk mengembangkan produk dan layanan yang lebih kreatif untuk bersaing.

Pasar harus adil, namun harus bersifat apriori (di awal) dan bukan a posteriori (di hasil). Beberapa bisnis akan menyerah pada persaingan dan terpaksa keluar dari pasar. Kita kadang-kadang mendengar argumen bahwa pasar harus menjadi arena persaingan yang setara (level playing field a posteriori), namun kita harus ingat bahwa jika kita membiarkan setiap pesaing menjadi pemenang, tidak akan ada insentif untuk meningkatkan kualitas atau efisiensi, sehingga pembeli akan dirugikan. Jadi meskipun kita tidak bisa menjadikan platform digital adil secara apriori dan a posteriori, kita juga harus mempertimbangkan dua isu terkait persaingan (Ohashi 2018).

Pertama, jika menyangkut pelayanan publik yang penting dalam kehidupan kita, seperti infrastruktur, kita harus mereproduksi sistem saling melengkapi yang ada di masyarakat. Misalnya saja privatisasi infrastruktur. Pemerintah sedang menjalankan rencana untuk mempercayakan pengelolaan infrastruktur seperti saluran air dan jalan kepada operator swasta sebagai bagian dari proyek reformasi struktural dan pelonggaran peraturan yang dimaksudkan untuk mendorong inovasi kreatif di sektor swasta. Secara tradisional, seluruh infrastruktur dipertahankan melalui subsidi silang; infrastruktur yang menguntungkan menopang infrastruktur yang tidak menguntungkan. Namun, jika infrastruktur yang menguntungkan berada di tangan swasta, maka keberlangsungan infrastruktur yang tidak menguntungkan menjadi diragukan. Ketika layanan publik semakin dipasarkan, layanan-layanan yang profitabilitasnya diragukan mungkin akan hilang. Kita memerlukan sistem yang membedakan antara layanan yang harus mengutamakan keuntungan dan layanan yang mengutamakan kepentingan publik daripada keuntungan.

Poin kedua adalah kita harus mengatasi asimetri informasi dalam platform digital. Ekonom kelahiran Austria, Friedrich Hayek, memandang pasar sebagai tempat penyampaian informasi. Melalui penetapan harga yang ditentukan pasar, informasi pribadi para partisipan

dibagikan di pasar sebagai informasi publik, yang memungkinkan pasar memainkan peran publik—yakni menyeimbangkan permintaan dan pasokan. Dengan melakukan hal ini, pasar menyimpan pengetahuan publik dan menjadi demokratis.

Namun, platform digital berbeda dari konsepsi pasar Hayek dalam hal operator platform mendapatkan keuntungan. Ada banyak asimetri informasi antara operator platform dan peserta platform; yang terakhir berbagi pengetahuan mereka dengan operator platform tetapi tidak dengan satu sama lain. Jika pengetahuan menjadi alat bagi operator platform, maka hal ini meniadakan keuntungan bagi peserta yang memiliki pengetahuan; akibatnya, layanan para peserta menjadi terkomodifikasi. Situasi ini menciptakan kesenjangan profitabilitas; Operator platform mencapai profitabilitas berkelanjutan dengan mengumpulkan pengetahuan dan menggunakannya untuk membuat operasi mereka lebih efisien, sementara peserta platform berjuang untuk mempertahankan profitabilitas karena layanan mereka dikomodifikasi. Kita sudah menyaksikan kesenjangan ini tumbuh pada tingkat yang mengkhawatirkan di platform digital.

Jika peserta platform mempunyai pilihan untuk beralih ke operator platform alternatif, mereka mungkin menemukan cara untuk menghindari komodifikasi layanan mereka. Namun, jika terdapat efek jaringan yang kuat, hal ini akan menciptakan situasi pemenang mengambil semua yang dijelaskan sebelumnya, menghilangkan semua kecuali beberapa operator platform. Kemacetan ini akan menghilangkan pilihan peserta.

Masyarakat Konsumen 5.0

Dalam *Future Shock*, futuris Alvin Toffler berpendapat bahwa para ekonom “dikondisikan untuk berpikir dalam garis lurus” dan dengan demikian cenderung melihat masa depan sebagai “proyeksi garis lurus dari tren saat ini” tanpa adanya pemisahan dari masa lalu (Toffler 1984). Kecenderungan ini semakin kuat dalam masyarakat saat ini, yang memerlukan pengambilan keputusan dan evaluasi berdasarkan bukti.³

Bagian ini mungkin tidak menambahkan lebih banyak kritik Tofflers secara signifikan, namun telah membahas bagaimana platform digital menawarkan keuntungan (karena menciptakan komunitas terbuka) dan kerugian (hambatan dan asimetri informasi) dalam konteks Society 5.0, sebuah masyarakat yang berupaya untuk lebih mempromosikan kebebasan manusia.

Untuk meminimalkan permasalahan platform digital, kita harus menemukan cara untuk membatasi persaingan yang sangat ketat, dan hal ini dapat dicapai melalui teknologi Society 5.0 yang bertujuan umum dan ilmu pengetahuan yang mendasarinya. Teknologi untuk keperluan umum rentan terhadap monopoli, sehingga kita memerlukan institusi sosial yang dapat mencegah risiko ini. Pedoman UE tahun 2018 menawarkan beberapa saran untuk mencapai tujuan ini, khususnya peraturan tentang mendorong keadilan dan transparansi bagi pengguna bisnis layanan intermediasi online (Peraturan tentang mendorong keadilan dan transparansi 2019). Peraturan ini menganut prinsip keadilan dalam transaksi antara operator platform dan bisnis terkait. Fakta bahwa kemacetan dapat dengan mudah terjadi di platform membuat transparansi dan ketidakberpihakan menjadi semakin penting, yang merupakan syarat keadilan. Hanya ketika keadilan ini terjamin maka platform akan berfungsi dengan baik

sebagai pasar yang sangat maju, memungkinkan pembeli untuk berkembang sebagai wirausaha yang “menciptakan peluang” (Masuda 1989) dan menyiapkan panggung untuk Society 5.0.

9.3 PERAN UANG TUNAI DALAM MASYARAKAT BERBASIS DATA

Dua Cara Menjadi Tanpa Uang Tunai

Uang tunai merupakan infrastruktur yang paling penting untuk menopang kegiatan perekonomian masyarakat. TI dan IoT mengubah uang tunai dalam dua cara utama. Pertama, mereka membuat uang tunai menjadi digital, yang dulunya berbentuk fisik. Ungkapan “menjadi non-tunai” biasanya mengacu pada promosi transaksi moneter melalui kartu kredit atau debit atau alternatif lain selain menyerahkan uang tunai. Namun, seperti yang digunakan di sini, “menjadi non-tunai” merujuk pada penggunaan mata uang digital sebagai pengganti uang tunai. Bank of Japan (BOJ), yang bertanggung jawab menerbitkan uang kertas negara, dapat melacak peredaran setiap uang kertas 10.000 yen berdasarkan nomor serinya. Namun BOJ tidak dapat mengatakan siapa yang saat ini memegang uang kertas tersebut atau untuk apa uang tersebut ditukar dan di mana. Dalam hal ini, uang tunai memiliki unsur yang sangat anonim. Anonimitas ini adalah salah satu ciri khas uang tunai, namun juga menunjukkan keterbatasan teknis. Sebaliknya, dengan mata uang digital, Anda dapat, setidaknya secara prinsip, melacak siapa yang memiliki uang tersebut dan di mana uang tersebut digunakan.

Dalam masyarakat yang didorong oleh data, semakin banyak data maka semakin baik (karena data adalah bahan bakar yang “menggerakkan” masyarakat). Namun dampak dari anonimitas tidak dapat diabaikan. Kunci untuk membuat mata uang digital sukses adalah mengatasi ketakutan masyarakat akan kehilangan anonimitas mereka. Masalah data pribadi ini adalah masalah paling penting yang harus diatasi ketika merancang masyarakat berbasis data. Seperti yang kita lihat dalam wacana UE baru-baru ini mengenai portabilitas data, perdebatan mengenai data pribadi bermuara pada isu siapa yang memiliki hak kepemilikan atas data seperti riwayat pembelian seseorang. Anonimitas mata uang digital adalah contoh nyata dari permasalahan ini.

Jenis transformasi tunai yang kedua berkaitan dengan menjamurnya transaksi tanpa uang. Dengan kata lain, orang membeli sesuatu tanpa uang tunai atau uang elektronik. Ketika kita membeli sesuatu, kita biasanya membayarnya dengan uang. Pembayaran ini memberikan sumber pendapatan bagi penjual. Dengan cara ini, uang menjadi sumber kehidupan perekonomian.

Namun hal ini tidak berarti bahwa uang menjadi perantara seluruh transaksi. Ketika orang tua menyiapkan makanan untuk keluarga mereka, kami tidak mengharapkan anggota keluarga membayar uang untuk layanan tersebut. Transaksi tanpa uang juga terjadi di masyarakat pedesaan hingga saat ini: petani akan membagikan kelebihan hasil panen kepada tetangga mereka, dan tetangga akan membantu melakukan pekerjaan bertani secara cuma-cuma. Ada komunitas yang lebih besar dari keluarga di mana uang tidak menjadi perantara hubungan para anggotanya.

Jika membayar sesuatu dengan uang adalah “ekonomi moneter”, maka membayar sesuatu tanpa uang adalah “ekonomi nonmoneter”. Secara historis, perekonomian nonmoneter lebih unggul, namun perekonomian moneter berkembang pesat setelah Revolusi Industri. Saat ini, kita biasanya mengukur kesejahteraan perekonomian suatu negara berdasarkan skala perekonomian moneternya, dan mengabaikan perekonomian nonmoneternya. Oleh karena itu, perekonomian nonmoneter hanya dianggap minimal ketika menghitung produk domestik bruto (PDB). Alasannya adalah adanya pemahaman diam-diam bahwa perekonomian nonmoneter cenderung lebih kecil dibandingkan perekonomian moneter.

Namun, situasi ini mulai berubah akhir-akhir ini. Inovasi teknologi mendorong berkembangnya perekonomian nonmoneter. Dunia semakin tidak menggunakan uang tunai. “Menjadi non-tunai” mungkin bukan istilah yang ideal, namun biasanya mengacu pada menjamurnya perekonomian non-moneter. Wikipedia adalah contoh dari tren ini. Belum lama ini setiap keluarga menyimpan ensiklopedia besar, seperti *Encyclopaedia Britannica*, di rak buku mereka. Ensiklopedia ini tentu saja harus dibayar, dan harganya tidak murah. Baik orang dewasa maupun anak-anak akan mencari fakta di ensiklopedia ini. Saat ini, kami menggunakan Wikipedia sebagai gantinya. Wikipedia sangat nyaman; seseorang dapat mencari sesuatu dengan mudah dan artikelnya sering diperbarui. Selain itu, ini gratis untuk digunakan. Hanya sedikit orang yang menggunakan ensiklopedia tradisional, dan tidak mengherankan jika penjualan *Encyclopaedia Britannica* menurun.

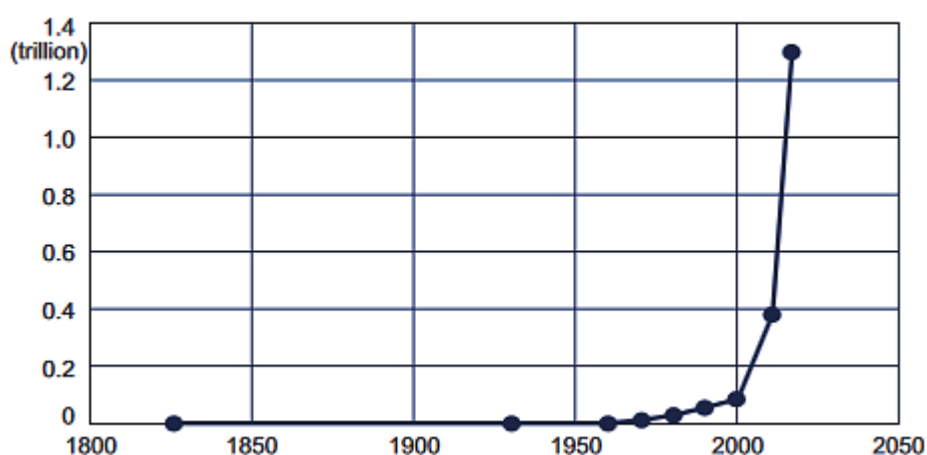
Membayar ensiklopedia dengan uang tunai adalah contoh ekonomi moneter. Mencari sesuatu di Wikipedia secara gratis mewakili ekonomi nonmoneter. Dengan demikian, aktivitas ekonomi yang tadinya dimonetisasi menjadi tidak dimonetisasi. Perhatikan contoh lain. Gambar 6.1 menunjukkan laju peningkatan jumlah foto yang diambil di seluruh dunia. Angka ini mulai meningkat secara perlahan pada paruh kedua abad ke-20, setelah itu angka tersebut meroket. Perkembangan ini menggambarkan perubahan signifikansi ekonomi fotografi. Di masa lalu, gambar diambil dalam film dan kemudian dikembangkan dan dicetak. Proses tersebut disertai dengan layanan dan produk berbayar yang disediakan oleh produsen kamera dan film, serta toko yang mengembangkan dan mencetak gambar tersebut. Saat ini, orang-orang mengambil foto di ponsel cerdas mereka dan mengunggah gambarnya ke media sosial; mereka tidak memerlukan foto untuk dikembangkan atau dicetak. Produsen kamera tidak mempunyai masukan dalam aktivitas tersebut. Oleh karena itu, perusahaan seperti Kodak merasakan kesulitannya. Seperti yang diilustrasikan dalam contoh ini, kita dapat melihat bahwa ekonomi moneter adalah pelestarian perusahaan-perusahaan tradisional yang gagal mengikuti gelombang inovasi teknologi, sedangkan ekonomi non-moneter adalah pelestarian perusahaan-perusahaan yang mencapai kesuksesan yang didukung oleh inovasi teknologi.

Apa dampak kebangkitan perekonomian nonmoneter? Dalam perekonomian moneter, penetapan harga barang dan jasa bertindak sebagai sinyal yang berkontribusi terhadap lingkaran positif, yaitu semakin banyak orang menginginkan barang atau jasa tersebut, semakin banyak barang atau jasa tersebut diproduksi. Ini disebut mekanisme penetapan harga. Produk yang lebih populer (diinginkan lebih banyak orang) akan memiliki harga yang

lebih tinggi. Produsen produk-produk berharga tinggi tersebut kemudian termotivasi untuk meningkatkan pasokan mereka, karena hal itu akan menghasilkan keuntungan bagi mereka. Peningkatan produksi akan memberikan lebih banyak kesempatan kepada konsumen untuk membeli produk tersebut sehingga memacu konsumsi lebih banyak.

Dalam perekonomian non-moneter, yang terjadi justru sebaliknya. Karena tidak ada harga, produsen tidak yakin berapa volume produksi produknya. Akibatnya, pasokan bisa rendah meski permintaan tinggi. Perbedaan lainnya adalah meskipun perekonomian moneter dapat diukur menggunakan metrik ekonomi seperti PDB, metrik ini tidak banyak digunakan dalam perekonomian nonmoneter karena aktivitas di dalamnya tidak dihitung dalam istilah moneter. Oleh karena itu, suatu sistem baru diperlukan untuk mengukur semangat perekonomian nonmoneter.

Pada bagian berikut, kami membahas latar belakang kedua bentuk non-tunai ini dan signifikansinya.



Gambar 9.1 Jumlah foto yang diambil dalam setahun. Sumber: <https://digital-photography-school.com/history-photography/>

Masyarakat yang Memungkinkan Mata Uang Digital

Pertimbangkan dulu manfaat mengubah uang tunai menjadi mata uang digital. Manfaat pertama adalah biaya transaksi tunai berkurang dan perekonomian Jepang menjadi lebih kompetitif. Uang tunai terutama digunakan di perbankan dan sirkulasi. Menurut perkiraan Mizuho Bank, bank biasanya menghabiskan sekitar 2 triliun yen per tahun untuk mengelola rekening dan memelihara ATM. Mizuho juga memperkirakan bahwa pengecer dan restoran menghabiskan sekitar 6 triliun yen per tahun untuk memproses transaksi tunai, sehingga totalnya mencapai 8 triliun yen per tahun. Ketika pajak konsumsi diperhitungkan, sebanyak 4% dibelanjakan setiap tahun untuk pemrosesan uang tunai. Kita bisa melihat bagaimana 4% ini akan menggerogoti keuntungan bank dan pengecer; juga harus jelas bahwa penggunaan sumber daya keuangan yang lebih efisien akan meningkatkan daya saing ekonomi Jepang.

Manfaat kedua adalah mata uang digital akan meningkatkan keamanan Jepang. Dengan transaksi non-tunai, batas negara menjadi tidak relevan lagi. Banyak pengecer di Jepang telah memperkenalkan layanan pembayaran tanpa uang tunai, seperti Alipay, dalam upaya menarik wisatawan Tiongkok ke toko. Mengingat popularitas Alipay di Tiongkok, suatu hari layanan ini mungkin juga akan populer di kalangan masyarakat Jepang. Jika ya, berarti pembayaran di Jepang akan diproses oleh perusahaan Tiongkok, dan data riwayat pembayaran (di mana dan pembelian apa yang dilakukan) akan dikirim ke Tiongkok. Situasi ini akan mengancam perekonomian kita, belum lagi keamanan nasional kita. Untuk mengimbangi risiko tersebut, kita harus mengambil inisiatif untuk membuat sistem non-tunai sendiri.

Anonimitas dan Manajemen Data Pribadi

Skema apa yang diperlukan untuk mendigitalkan uang? Diperlukan dua jenis mata uang digital. Yang pertama adalah mata uang digital terdesentralisasi yang diterbitkan secara pribadi. Yang kedua adalah mata uang digital terpusat yang dikeluarkan oleh lembaga publik seperti bank sentral. Contoh mata uang digital yang terdesentralisasi adalah Bitcoin. Ada banyak mata uang terdesentralisasi lainnya, yang menggarisbawahi potensi pasarnya yang besar. Namun, Bitcoin dan sejenisnya sejauh ini terutama digunakan untuk investasi; mereka tidak banyak digunakan untuk pembayaran. Sulit membayangkan bahwa mata uang yang terdesentralisasi ini akan menggantikan uang tunai. Kami menganjurkan jenis mata uang digital lainnya. Secara khusus, kami percaya pada mata uang digital terpusat yang dapat dipercaya masyarakat karena didukung oleh lembaga publik, seperti BOJ. Kami juga percaya bahwa mata uang ini harus terikat secara stabil terhadap yen dengan nilai tukar satu banding satu. Keyakinan yang dimiliki mata uang ini akan membuatnya lebih murah dibandingkan mata uang yang terdesentralisasi.

Contoh paling menonjol dari mata uang digital yang dikelola oleh bank sentral adalah e-krona, yang diterbitkan oleh Riksbank, bank sentral Swedia. Mata uang digital terpusat ini memungkinkan pemegang rekening untuk mentransfer dana mereka satu sama lain secara digital. Orang dapat menggunakan e-krona untuk membayar barang di toko, saling mengirim dana, dan membagi tagihan restoran. Baik uang kertas Krona maupun e-krona mewakili klaim terhadap bank sentral, sehingga keduanya memiliki struktur sederhana yang sama: pembayaran dilakukan dengan mentransfernya.

Namun, ada tiga masalah bagi orang yang memiliki rekening di bank sentral. Yang pertama menyangkut anonimitas. Dalam hal uang kertas, bank sentral tidak dapat mengetahui siapa yang menggunakannya dan di mana. Namun, ketika pemegang rekening menggunakan rekeningnya untuk mentransfer dana, penggunaan uang tersebut jelas terlihat oleh bank sentral. Beberapa pihak khawatir bahwa bank sentral dapat mengeksploitasi informasi ini secara jahat. Terlepas dari apakah ketakutan mereka beralasan atau tidak, sebagian besar pemegang rekening setidaknya akan menerima bahwa rincian transaksi mereka tidak dapat sepenuhnya dirahasiakan. Sampai anonimitas terjamin, mata uang digital akan gagal mendapatkan daya tarik.

Permasalahan kedua adalah jika masyarakat dapat langsung memiliki rekening di bank sentral, hal ini akan menempatkan bank sentral dalam persaingan dengan bank swasta dan

rekening giro mereka. Saat ini, terdapat keseimbangan yang wajar antara penggunaan rekening giro dan penggunaan uang tunai, namun jika masyarakat memiliki rekening bank sentral, keseimbangan ini akan terganggu.

Permasalahan ketiga adalah akses yang lebih luas terhadap rekening bank sentral dapat menghambat inovasi di sektor swasta. Satu-satunya teknologi yang dapat diterapkan secara praktis adalah teknologi yang selaras dengan agenda bank sentral. Jika perusahaan swasta dan bank memunculkan ide-ide inovatif, ide-ide tersebut mungkin akan dimanfaatkan oleh bank sentral. Situasi ini akan menghambat inovasi dalam mata uang digital. Pemerintah Jepang dan BOJ sudah mempunyai kendali atas penerbitan dan peredaran uang kertas, sehingga hanya menyisakan sedikit ruang bagi inovasi swasta. Mata uang digital harus memberikan ruang bagi pengembangan teknologi; negara tersebut tidak boleh mereproduksi status quo ini.

Sebagai alternatif untuk memiliki rekening di bank sentral, transfer mata uang digital dapat dilakukan antar rekening bank swasta. Bentuk mata uang digital ini tidak akan mengancam bisnis rekening bank swasta. Hal ini juga akan mengatasi masalah anonimitas sampai batas tertentu, karena bank sentral tidak akan melihat rincian transfer. Namun, detail-detail ini akan diketahui oleh bank-bank swasta yang bersangkutan, sehingga anonimitas tidak akan lebih kuat dibandingkan dengan budaya perbankan saat ini. Alternatif ini dalam banyak hal serupa dengan J-Coin Pay milik Mizuho dan MUFG Coin milik MUFG Bank. Kedua layanan tersebut dipatok ke yen dengan nilai tukar satu banding satu.

Untuk memastikan masyarakat memercayai mata uang digital seperti halnya mereka memercayai uang kertas, bank swasta harus menetapkan prinsip yang jelas tentang cara mereka mengelola dana di rekening digital. Contoh yang paling mudah dipahami adalah full-reserve banking, yaitu prinsip bahwa bank harus menyimpan jumlah dana setiap deposit di bank sentral. Banyak prinsip lain yang dapat digunakan selain prinsip ini, namun intinya adalah untuk memastikan kepercayaan pada sistem perbankan yang memasok mata uang digital, dan bank sentral serta pemerintah (otoritas pengatur keuangan) harus berperan dalam menetapkan prinsip-prinsip ini. Dengan kata lain, mata uang digital harus dirancang dan disediakan melalui kemitraan publik-swasta (melibatkan pemerintah, bank sentral, dan bank swasta), dan memang kemitraan seperti itu diperlukan.

Penetapan Harga yang Tak Ternilai

Sekarang mari kita pertimbangkan jenis non-tunai lainnya—yaitu meningkatnya penggunaan transaksi tanpa uang (transaksi yang tidak melibatkan uang tunai atau mata uang digital). Banyak layanan elektronik seperti platform media sosial dan mesin pencari memiliki kesamaan penting: mereka menggunakan model penetapan harga nonmoneter. Twitter, Facebook, Wikipedia, dan Google semuanya gratis untuk digunakan. Ini merupakan keuntungan bagi pengguna namun sedikit memusingkan bagi para ekonom.

PDB adalah metrik utama untuk mengukur aktivitas perekonomian, namun PDB hanya berlaku untuk transaksi barang dan jasa yang harus dibayar. Metrik ini tidak dapat memperhitungkan transaksi nonmoneter. Popularitas Wikipedia mengurangi penjualan ensiklopedia, sehingga menurunkan kontribusi Encyclopaedia Britannica terhadap PDB.

Wikipedia sendiri tidak memberikan kontribusi apa pun terhadap PDB karena dapat digunakan secara gratis. Akibatnya, PDB menurun. PDB yang lesu akhir-akhir ini mencerminkan fenomena ini sampai batas tertentu.

Beberapa orang mungkin bertanya-tanya bagaimana Google dan perusahaan e-commerce lainnya dapat memperoleh pendapatan sebesar itu dan apakah para ekonom mungkin telah melakukan kesalahan. Omzet Google memang sangat besar dan sebagian besar berasal dari iklan. Google juga memperoleh keuntungan dari memasarkan data pengguna, seperti riwayat pencarian mereka. Meskipun pengguna tidak membayar uang untuk menggunakan Google, mereka membayar dengan cara lain, seperti memasang iklan. Pengguna pada dasarnya melakukan barter untuk layanan tersebut dengan menawarkan untuk memasang iklan, sehingga tidak ada uang yang berpindah tangan.

Barter berarti menukar suatu barang dengan barang lain yang nilainya sama tanpa menggunakan uang. Oleh karena itu, barter, meskipun nonmoneter, dapat diukur dalam istilah moneter. Beberapa pihak telah mencoba untuk menunjukkan nilai moneter dari layanan elektronik untuk mengukur nilai ekonominya dalam kaitannya dengan PDB. Perkiraan tersebut tentu saja memiliki banyak kesalahan, namun jika dilihat dari serangkaian perkiraan yang telah kita lihat sejauh ini, layanan elektronik hanya memberikan kontribusi yang dapat diabaikan terhadap PDB.

Mengapa hal ini harus terjadi? Mungkin tidak ada barter nyata yang terjadi. Pengguna memang harus menanggung biaya untuk memasang iklan, namun bagaimana biaya ini sebanding dengan nilai ekonomi layanan Google? Kepala ekonom Google, Hal Varian, memperkirakan bahwa Google mempunyai dampak ekonomi sebesar 150 miliar dolar, jauh melampaui pendapatannya sebesar 36 miliar dolar.

Perkiraan ini sepertinya menunjukkan bahwa Google sedang menjual dirinya sendiri; bukankah itu bisa menghasilkan lebih banyak uang? Sangat diragukan bahwa Google akan bersedia menjual layanannya demi sebuah lagu, jadi Google pasti gagal memberi harga pada layanannya pada tingkat yang mencerminkan sejauh mana pengguna mengapresiasinya.

Masalah Baru dalam Penetapan Harga yang Tak Ternilai

Kita baru saja membahas pertanyaan tentang bagaimana menciptakan mekanisme penetapan harga alternatif, namun ada sejumlah isu lain yang terkait dengan model penetapan harga nonmoneter. Salah satu permasalahannya adalah perbedaan antara produksi (misalnya PDB) dan dampak ekonomi (kepuasan pengguna). Dalam perekonomian moneter, dampaknya umumnya terkait dengan produksi, sehingga cukup dengan memeriksa PDB saja. Namun, inovasi teknologi telah melemahkan keterkaitan ini, sehingga PDB tidak dapat lagi digunakan sebagai indikator dampak tidak langsung/alternatif. Oleh karena itu, kita sangat memerlukan pengukuran dampak ekonomi secara langsung.

Beberapa pihak menyarankan penggunaan kesediaan untuk membayar (WTP) atau kesediaan untuk menerima (WTA) sebagai ukuran langsung dampak ekonomi. WTP menggambarkan jumlah uang maksimum yang konsumen bersedia bayarkan untuk sebuah produk gratis. WTA menggambarkan jumlah uang minimum yang bersedia diterima konsumen untuk meninggalkan produk gratis. WTP dan WTA diukur melalui survei konsumen.

Sebagai contoh survei konsumen ini, tim di Lab Watanabe Universitas Tokyo melakukan survei terhadap pengguna Line, sebuah aplikasi perpesanan gratis. Rata-rata WTA (jumlah minimum yang dapat diterima responden untuk meninggalkan Line) adalah, dengan syarat bahwa kontak Line responden terus menggunakan layanan tersebut, adalah 4.070.000 yen per tahun. Temuan ini menunjukkan bahwa rata-rata pengguna Line menilai layanan ini sebesar 4 juta yen. Terdapat variasi antar individu yang cukup besar, namun tingkat WTP dan WTA tetap konstan bahkan ketika kita mengabaikan tanggapan yang lebih besar. Jika angka 4 juta yen ini dikalikan dengan basis pengguna Line yang luas, yang dikatakan berjumlah 70 juta, maka jumlah tersebut merupakan jumlah yang sangat besar. Jika dampak ekonomi Line sebesar ini, maka pendapatan sebenarnya pun sangat kecil. Walaupun secara teori WTP dan WTA merupakan ukuran dampak ekonomi yang efektif, namun secara praktis tidak mungkin untuk melakukan survei dalam skala yang cukup besar untuk mengukur kondisi perekonomian nonmoneter secara keseluruhan. Sebaliknya, diperlukan teknologi yang dapat mengukur aktivitas nonmoneter secara terperinci dan sering. Hitachi mengembangkan sistem yang menggunakan sensor untuk mengukur kebahagiaan; hal serupa diperlukan untuk perekonomian nonmoneter.

9.4 KEKAYAAN DALAM MASYARAKAT PASCA KAPITALIS

Membayangkan Masyarakat Masa Depan

Apa yang Anda hargai dalam hidup Anda? Kehidupan seperti apa yang kamu inginkan? Setiap orang punya jawabannya masing-masing. Kebahagiaan dan kekayaan pada akhirnya ditentukan oleh individu. Pada saat yang sama, kita semua hidup di tengah keadaan sosial saat ini. Kebahagiaan dan kekayaan didefinisikan dalam konteks keadaan ini.

Bagaimana seseorang hidup tergantung pada bagaimana dia berinteraksi dengan masyarakat. Entah Anda mengikuti arus atau berenang melawan arus, hidup Anda merupakan refraksi dari kondisi sosial saat itu. Society 5.0 seharusnya berbeda dari masyarakat yang ada saat ini, namun masyarakat seperti apa yang seharusnya? Dalam Society 5.0, apa yang akan dihargai oleh manusia, dan kebahagiaan serta kekayaan seperti apa yang akan mereka cari?

Society 5.0 merupakan visi masyarakat masa depan yang dituangkan dalam Rencana Dasar Sains dan Teknologi ke-5 tahun 2016, yang menyatakan, “(Society 5.0) disebut untuk menunjukkan masyarakat baru yang diciptakan oleh transformasi yang dipimpin oleh inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi, setelah pemburu -masyarakat pengumpul, masyarakat pertanian, masyarakat industri, dan masyarakat informasi” (Kantor Kabinet 2016a).

Society 5.0 masih menjadi slogan dan tidak memberikan rincian yang konkrit. Hal ini tergambar dengan baik oleh fakta bahwa istilah “Society 5.0” tidak disertai dengan deskripsi (seperti pemburu-pengumpul, pertanian, industri, dan informasi). Rencana Dasar itu sendiri berkaitan dengan ilmu pengetahuan dan teknologi, dan dengan demikian, rencana ini menyoroti cara-cara masyarakat dapat menggunakan AI, IoT, nanoteknologi, Big Data, dan inovasi serupa.

Oleh karena itu, jenis masyarakat yang didukung oleh Rencana ini adalah masyarakat yang produksi dan penjualannya disederhanakan secara menyeluruh melalui perkembangan

teknologi tinggi seperti “penggabungan tingkat tinggi antara dunia maya dan ruang fisik” dan “masyarakat super cerdas” (Cabinet Office 2016b).

Rencana tersebut juga mendefinisikan masyarakat super pintar sebagai “masyarakat yang mampu menyediakan barang dan jasa yang diperlukan bagi mereka yang membutuhkannya pada waktu yang diperlukan dan dalam jumlah yang tepat; masyarakat yang mampu merespons secara tepat berbagai macam kebutuhan sosial; sebuah masyarakat di mana semua jenis masyarakat dapat dengan mudah memperoleh layanan berkualitas tinggi, mengatasi perbedaan usia, jenis kelamin, wilayah dan bahasa, serta menjalani kehidupan yang penuh semangat dan nyaman.” Namun, hanya ada sedikit rincian mengenai bagaimana kemajuan teknologi akan mengantarkan masyarakat egaliter. Akankah kemajuan teknologi dengan sendirinya menghasilkan masyarakat seperti itu?

Sejarah memang penuh dengan kasus-kasus di mana teknologi baru melahirkan masyarakat baru. Penemuan mesin cetak menyebabkan berkembangnya pengetahuan dan mempunyai dampak penting terhadap pendidikan. Menjamurnya peralatan rumah tangga secara sosial memberdayakan banyak orang, khususnya perempuan. Namun kita juga harus ingat bahwa konsekuensi sosial dari kemajuan teknologi bergantung pada bagaimana teknologi tersebut digunakan. Televisi dan surat kabar digunakan sebagai saluran kebebasan berekspresi dalam masyarakat demokratis, namun sebagai alat propaganda dan kontrol dalam masyarakat totaliter.

Karena Society 5.0 merupakan visi masyarakat baru, maka para pendukungnya harus memikirkan bentuk masyarakat masa depan. Kita juga harus memahami bagaimana nilai-nilai bisa berubah; jika tidak, masyarakat mungkin akan mengambil jalan yang salah, sehingga menyebabkan kekacauan dan penderitaan di antara orang-orang yang kesulitan beradaptasi dengan perubahan zaman.

Kita harus mempertimbangkan isu ini dalam kaitannya dengan kapitalisme, atau dengan kata lain, dalam kaitannya dengan nilai moneter. Bagaimanapun, kapitalisme saat ini merupakan faktor penting yang membentuk masyarakat secara mendalam dan luas. Haruskah Society 5.0 menjadi perpanjangan logis dari kapitalisme, atau haruskah menjadi sebuah terobosan dari kapitalisme? Kita dapat mempertimbangkan pertanyaan ini dengan berfokus pada nilai dan kekayaan.

Apa Itu Kekayaan?

Jenis nilai yang paling mendasar dalam sistem kapitalis adalah nilai moneter. Dalam hal ini, kapitalisme telah membuat banyak masyarakat menjadi kaya. Sejak periode pertumbuhan ekonomi Jepang yang tinggi hingga tahun 1980an, pendapatan meningkat dan kesenjangan sosial ekonomi menyempit. Ini adalah masa ketika sebagian besar masyarakat Jepang diidentifikasi sebagai kelas menengah, seperti yang diungkapkan dalam slogan *ichiokusochūryū* (“100 juta kelas menengah”). Sejak tahun 1980an dan seterusnya, kapitalisme memperlebar kesenjangan sosio-ekonomi baik secara nasional maupun internasional, sehingga menciptakan kemiskinan yang meluas. Namun tidak dapat disangkal, kekayaan telah dipertahankan pada tingkat masyarakat luas. Yang lebih penting lagi, terdapat pemahaman umum di seluruh masyarakat mengenai arti kekayaan, dan masyarakat serta

individu sama-sama menekankan pentingnya memperoleh kekayaan berdasarkan makna tersebut.

Jadi apa itu kekayaan? Dalam pengertian kapitalis, kekayaan pada tingkat nasional dinyatakan dalam PDB nilai pasar (tambahan) seluruh barang dan jasa. Ketika PDB suatu negara meningkat, hal ini menunjukkan pertumbuhan ekonomi dan kekayaan yang lebih besar. Pada tingkat individu, kekayaan meningkat ketika upah seseorang meningkat. Kedua jenis kekayaan tersebut bersifat moneter. Untuk memperoleh kekayaan, negara-negara berusaha meningkatkan PDB mereka, dan individu berupaya meningkatkan upah mereka. Dengan cara ini, kapitalisme tanpa henti mendorong upaya mencapai pertumbuhan.

Namun seperti yang ditanyakan Tomas Sedlacek dalam *Economics of Good and Evil*, dapatkah kita memiliki kapitalisme tanpa pertumbuhan, dan dapatkah kita menemukan jalan menuju kekayaan tanpa pertumbuhan ekonomi atau upah yang lebih tinggi (Sedlacek 2013)? Dalam benak sebagian pembaca, pertanyaan-pertanyaan ini mungkin telah membangkitkan gagasan untuk tidak melakukan kesenangan dan menjalani hidup hemat dengan berhemat dan menabung. Namun, bahkan saat ini tidak ada kekurangan contoh kekayaan yang tidak dapat diukur berdasarkan PDB atau tingkat upah.

Setiap prefektur di Jepang memiliki ukuran kekayaan moneter seperti PDB dan tingkat upah, yang menunjukkan seberapa kaya atau miskin prefektur tersebut. Kita cenderung mendefinisikan suatu daerah sebagai daerah miskin ketika daerah tersebut mempunyai PDB dan tingkat upah yang rendah. Namun, hal ini tidak berarti bahwa penduduk di wilayah tersebut miskin; Sama seperti rata-rata pendapatan di wilayah ini mungkin lebih rendah dibandingkan pendapatan di wilayah perkotaan, biaya hidup (barang dan perumahan) pun demikian. Beberapa orang akan menganggap kehidupan di pedesaan membosankan karena kurangnya kegiatan budaya dan rekreasi (karenanya, terjadi arus keluar generasi muda), namun pedesaan bukannya tanpa kekayaannya sendiri: laju kehidupan lebih santai, terdapat banyak produk lezat dan murah, dan seseorang dapat menjalani gaya hidup yang lebih sehat. Dalam hal pendidikan, daerah pedesaan mempunyai kelemahan karena jumlah sekolah yang padat dan klub kegiatan relatif sedikit, namun lingkungan perkotaan memiliki biaya sekolah yang tinggi, sehingga dapat menekan anggaran keluarga. Bisa dibayangkan, membesarkan sebuah keluarga di tengah melimpahnya alam tidak bisa memberikan harga yang mahal. Jika Anda tinggal di komunitas pedesaan, Anda mungkin harus membantu upaya komunitas seperti pembukaan lahan dan perayaan. Warga kota mungkin menganggap aktivitas sukarela (atau lebih tepatnya, tugas) ini sebagai kewajiban yang memberatkan. Kewajiban ini memang membuat banyak orang enggan berpindah dari kota ke desa. Selain itu, sebagai imbalan atas pemenuhan kewajiban tersebut, seseorang dapat ikut serta dalam gotong royong dalam berbagai bentuk. Saya tidak bermaksud mengatakan bahwa kehidupan di pedesaan adalah kehidupan yang kaya dan kehidupan di kota adalah kehidupan yang lebih miskin, namun ukuran moneter seperti PDB dan pendapatan tidak dapat digunakan untuk menentukan di mana kehidupan itu kaya atau kehidupan seperti apa yang kaya. Lalu apa yang dimaksud dengan kekayaan nonmoneter?

Kekayaan Moneter dan Nonmoneter

Dalam sistem kapitalis, kekayaan adalah nilai pasar, yaitu nilai tukar dalam bentuk moneter. Apa yang ditukar dengan uang tergantung pada apa yang diperdagangkan di pasar. Kapitalisme berasumsi bahwa perekonomian tumbuh ketika terjadi peningkatan terus-menerus dalam jangkauan dan skala perdagangan pasar. Semua barang dan jasa yang diperdagangkan di pasar dinilai secara moneter, dan semakin tinggi nilainya, PDB akan semakin besar.

Barang dan jasa yang diperdagangkan di pasar semuanya diinginkan setidaknya oleh seseorang untuk tujuan tertentu, namun tidak semua yang ada di pasar benar-benar diinginkan atau akan memberikan kontribusi terhadap kehidupan yang lebih kaya. Obat-obatan merupakan contoh barang yang tidak membuat orang menjadi lebih kaya. Jika banyak orang mengidap penyakit tertentu, obat-obatan yang dapat mencegah atau mengobati penyakit tersebut akan terjual dalam jumlah besar, bersama dengan produk terkait, dan sebagai hasilnya PDB akan meningkat. Contoh lainnya adalah produk sekali pakai, yang digunakan orang dan kemudian dibuang tanpa pikir panjang. Produk-produk ini berkontribusi terhadap PDB karena dapat terus diproduksi dan dikonsumsi. Mereka juga berkontribusi terhadap PDB karena menghasilkan layanan yang berkaitan dengan penggunaan kembali atau daur ulang produk-produk yang dibuang.

Meskipun hal-hal tersebut berkontribusi terhadap PDB dan pendapatan, hal-hal tersebut tidak serta merta membuat kehidupan masyarakat menjadi lebih kaya. Dalam beberapa kasus, hal ini bahkan dapat menurunkan kualitas hidup. Ketika kita mempertimbangkan hal ini, menjadi jelas bahwa nilai uang tidak terhubung dengan kekayaan hidup kita, meskipun sebagiannya tumpang tindih. Memang benar, sebagian besar kekayaan kita tidak dapat diukur dengan uang. Kekayaan hidup kita adalah produk kualitas psiko-spiritual seperti persahabatan, kasih sayang, niat baik, ketulusan, kepercayaan, ketenangan, dan kepercayaan diri. Hal-hal ini ada di luar pasar dan tidak dapat ditukar. Mereka tidak memiliki nilai moneter. Hal ini tidak berarti bahwa mereka tidak ada hubungannya dengan uang. Beberapa orang berpendapat bahwa Anda tidak bisa bahagia tanpa uang dan bahwa uang dapat membeli cinta, dan pendapat tersebut tidak sepenuhnya salah. Jika pakaian dan makanan berlimpah, maka masyarakat memahami ritual dan kesederhanaan. Ketika kita kekurangan kebutuhan materi, kita juga mengalami kekacauan batin. Alasan mengapa kemiskinan dikaitkan dengan kurangnya nilai moneter/tukar adalah karena ketika seseorang tidak mampu membeli barang-barang secara moneter, seringkali ia juga tidak dapat memperoleh barang-barang non-moneter. Persahabatan dan cinta, misalnya, tidak diukur dalam bentuk uang semata, namun mungkin memerlukan perolehan hal-hal yang bersifat uang.

Jadi orang-orang yang meninggalkan semua hal kecuali kebutuhan material yang paling dasar demi mengejar kemiskinan estetika dan kesederhanaan tidak akan hidup kaya, kecuali, mereka benar-benar mampu hidup hanya dengan kebutuhan-kebutuhan sederhana saja. Karena kualitas-kualitas psiko-spiritual non-moneter bukan merupakan bagian dari masyarakat kapitalis, maka masyarakat akan cenderung tidak mendefinisikan hal-hal tersebut

sebagai hal yang berharga, bahkan jika hal-hal tersebut berkontribusi terhadap kesejahteraan individu.

“Nilai Pakai” Tanpa “Nilai Tukar”

Jadi kualitas-kualitas psiko-spiritual seperti kebahagiaan, cinta, dan kepercayaan tidak memiliki nilai tukar moneter yang intrinsik karena kualitas-kualitas tersebut tidak dapat ditukar dengan sendirinya di pasar. Ada juga contoh benda-benda yang pernah memiliki nilai moneter dan pernah diperdagangkan di pasar (bahkan saat ini, sebagiannya masih diperdagangkan), namun kini kehilangan nilai moneternya.

Bukan berarti tidak ada seorang pun yang membutuhkan hal-hal ini atau tidak perlu menggunakannya. Sebaliknya, mereka sangat berharga dan sedang digunakan. Dengan kata lain, mereka tidak memiliki nilai tukar namun secara paradoks memiliki nilai guna yang tinggi. Itu adalah hal-hal yang banyak dari kita gunakan secara gratis. Saat ini, dunia dipenuhi dengan hal-hal ini, dan jumlahnya semakin meningkat.

Yang saya bicarakan adalah layanan elektronik, yang menggunakan TIK, dan Internet (yang gratis). Contohnya termasuk freeware, email, papan pesan, Skype, Line, dan Facebook. Layanan elektronik ini telah menjadi serupa dengan infrastruktur sosial: mereka sangat berharga sehingga kita hampir tidak dapat hidup tanpanya. Berdasarkan prinsip pasar, layanan elektronik ini tidak dapat dipertukarkan, namun mereka mendasari proses pertukaran itu sendiri.

Fakta bahwa layanan elektronik mempunyai nilai guna tanpa nilai tukar tidak berarti bahwa layanan tersebut merupakan pengecualian yang jarang terjadi atau suatu kebetulan. Menurut Jeremy Rifkin, layanan elektronik ini mencerminkan pergeseran ekonomi dari pasar kapitalis ke Collaborative Commons (Rifkin 2014).

Rifkin berpendapat bahwa kapitalisme, karena kebutuhan historis, akan menyebabkan kehancurannya sendiri, dan memberi jalan bagi Collaborative Commons. Dalam sistem kapitalis, Rifkin menegaskan, perusahaan berusaha meningkatkan keuntungan mereka, dan mereka melakukannya melalui inovasi teknis dan langkah-langkah pemotongan biaya, yang dirancang untuk meningkatkan produktivitas dan meminimalkan biaya marjinal (biaya produksi per unit). Perusahaan-perusahaan yang menyelesaikan tugas ini secara efektif akan memperoleh keunggulan dalam perang harga, sehingga memungkinkan mereka untuk menyudutkan pasar dan menyingkirkan pesaing mereka. Proses ini akan menciptakan persaingan yang berkelanjutan dalam hal harga dan kualitas (asalkan pasar tidak dimonopoli oleh satu perusahaan atau kartel). Cepat atau lambat, biaya marjinal akan mendekati nol. Pada akhirnya, produk dan layanan tersebut akan menjadi sama saja dengan gratis, dan keuntungan pun akan terhapus.

Menurut Rifkin, hasil ini merupakan tujuan akhir kapitalisme pasar bebas. Rifkin mencontohkan penerbitan. Meskipun prosesnya tidak akan terjadi untuk setiap buku, dan prosesnya juga tidak akan terjadi dengan kecepatan yang sama di setiap kasus, publikasi digital e-book akan menghilangkan biaya penerbitannya sekaligus membuat kontennya dapat dibaca secara gratis. Demikian pula, Skype memungkinkan panggilan video gratis. Pendidikan adalah contoh lainnya; MOOC dan kursus online lainnya memungkinkan orang di mana pun di dunia

mengakses layanan pendidikan secara gratis atau dengan biaya minimal. Demikian pula, banyak program perangkat lunak kini dapat diunduh sebagai perangkat lunak gratis, padahal dulu harganya mahal.

Di bidang energi juga, proliferasi energi terbarukan skala kecil akan menghasilkan biaya marginal yang nol. Selain itu, maraknya pencetakan 3D dan hadirnya perangkat lunak desain gratis memungkinkan terciptanya segala jenis produk di rumah pribadi atau lokasi produksi kecil, serta lokasi yang lebih besar seperti pabrik. Secara ekstrim, seseorang bahkan mungkin dapat langsung memproduksi produk yang dibutuhkan.

IoT—konektivitas online dari benda-benda berwujud (seperti gedung, kendaraan, peralatan rumah tangga, dan barang-barang manufaktur)—memungkinkan kita memahami di mana pasokan barang terbatas dan di mana kelebihan pasokan, sehingga memungkinkan kita mengisi kekurangan tersebut secara efisien. Misalnya, Airbnb memungkinkan pengguna bertukar informasi tentang kamar kosong dan menawarkan kamar tersebut sebagai penginapan. Uber memfasilitasi berbagi mobil dengan cara serupa. Berbagi antar teman ini juga mencakup pakaian dan kebutuhan sehari-hari lainnya.

Beberapa dari layanan ini berbayar. Tidak selalu jelas kapan layanan berbayar akan menjadi gratis, namun seperti pendapat Rifkin, Collaborative Commons hanya akan tumbuh semakin besar di masa depan. Tren ini tidak serta merta bertentangan dengan kapitalisme. Faktanya, Collaborative Commons didukung oleh kapitalisme dan berkembang seiring dengan kapitalisme. Selama proses ini, lebih sedikit barang dan jasa yang dipertukarkan, sehingga menyebabkan PDB lebih kecil, namun hal ini tidak berarti bahwa kekayaan menurun. Pertanyaannya kemudian adalah apa yang dimaksud dengan kekayaan dalam konteks proses ini dan perubahan apa yang akan terjadi pada nilai-nilai yang mendasari kekayaan tersebut?

Berbagi sebagai Nilai Baru

Perekonomian pada umumnya membedakan antara nilai tukar dan nilai guna, namun dalam Collaborative Commons, nilai produk dan jasa mungkin tidak semata-mata merupakan nilai guna. Ketika biaya marjinal suatu produk menjadi nol dan produk tersebut bebas digunakan, maka pertukarannya akan berhenti. Namun hal ini tidak berarti bahwa semua orang akan berhenti menggunakan atau menginginkan produk tersebut. Penting untuk dicatat bahwa dalam keadaan seperti ini nilai guna produk akan meningkat, bukan menurun. Alasan mengapa produk tersebut tidak ditukar bukan karena kurang nilainya; ini hanya karena produk tersebut dibagikan.

Dalam keadaan seperti ini, ada nilai yang harus dibagikan, dan ada nilai yang dihasilkan dari berbagi. Sebaliknya, kapitalisme pasar didasarkan pada kepemilikan (pribadi), dan pertukaran terjadi ketika ada pengalihan hak kepemilikan. Namun dengan berbagi, tidak ada pertukaran seperti itu. Jika semua orang menggunakan suatu produk, berarti produk tersebut dibagikan. Dengan pembagian seperti itu, produk dan jasa yang dipertukarkan akan memasuki pasar dan memperoleh nilai moneter. Dengan cara ini, nilai umum merupakan syarat bagi nilai moneter. Collaborative Commons akan memperluas batasan nilai bersama, sehingga banyak produk dapat diakses secara umum tanpa ada yang memilikinya secara pribadi. Situasi ini akan menurunkan transaksi pasar, PDB, dan pendapatan, namun kekayaan akan tetap tinggi.

Masyarakat kapitalis saat ini mendefinisikan kekayaan sebagai seberapa banyak yang dimiliki seseorang secara pribadi. Dalam Collaborative Commons, kekayaan diukur berdasarkan seberapa banyak yang dibagikan. Seseorang bisa menjadi kaya tanpa memiliki banyak barang dan tanpa menghasilkan uang yang diperlukan untuk memiliki banyak barang tidak perlu menjadi Tuan Kantong Uang untuk menjadi kaya. Rasa kekayaan baru ini dapat diukur dengan menggunakan TIK dan IoT. Banyak inovasi teknis yang mendasari Society 5.0 terkait erat dengan nilai-nilai bersama dan Collaborative Commons.

Namun, kita tidak bisa begitu yakin bahwa berbagi berkorelasi dengan kebahagiaan. Mungkin, semakin banyak seseorang berbagi, ia akan semakin stres karena semakin banyak hal yang perlu dikhawatirkan. Jumlah pembagian yang lebih besar juga dapat memerlukan jumlah pengelolaan yang lebih besar, yang dapat dengan mudah digunakan untuk membenarkan pengawasan dan pengendalian oleh pihak yang berkuasa. Saat kita berupaya mewujudkan Society 5.0, kita juga harus menjawab pertanyaan tentang bagaimana teknologi dapat mengatasi bahaya ini.

9.5 SOCIETY 5.0 DAN “HUMAN CO-BECOMING”

Masyarakat seperti apa yang ingin diwujudkan oleh Society 5.0? Ada yang berpendapat bahwa masyarakat ini didukung oleh teknologi seperti IoT, Big Data, dan AI yang jauh melebihi kemampuan manusia. Masyarakat seperti ini mungkin bersifat utopis, namun bisa juga bersifat distopia. Kita dapat melihat Society 5.0 sebagai utopia masa depan, di mana kita menjalani kehidupan yang nyaman dan nyaman, sebagian besar terbebas dari kebutuhan untuk bekerja, sementara kita dapat melihatnya sebagai distopia—sebuah masyarakat di mana manusia pada kenyataannya dikendalikan oleh teknologi, sedemikian rupa sehingga mereka tidak punya hal berarti untuk dilakukan kecuali merana setiap hari dalam kebosanan.

Entah utopia atau distopia, mimpi (atau mimpi buruk) tentang masyarakat masa depan yang berteknologi maju bukanlah hal yang baru. Sepanjang abad kedua puluh kita telah berulang kali mencoba membayangkan masyarakat futuristik. Jika ada peluang baru dalam gagasan Society 5.0, maka akan relevan untuk memikirkan kembali cara hidup umat manusia di dunia di mana kita diberkati (atau dikendalikan) oleh teknologi canggih.

Kemanusiaan Modern dan Kapitalisme Berdasarkan Benda

Jika kita ingin memikirkan kembali apa yang dimaksud dengan kemanusiaan saat ini, kita harus mempertanyakan hubungan antara kemanusiaan dan kapitalisme, prinsip yang secara signifikan mengatur dunia kontemporer. Michel Foucault menanyakan pertanyaan ini sekitar setengah abad yang lalu pada tahun 1966:

Sebagaimana dengan mudah ditunjukkan oleh arkeologi pemikiran kita, manusia adalah penemuan masa kini. Dan mungkin ada yang mendekati akhir. Jika pengaturan-pengaturan tersebut hilang sebagaimana yang terlihat, jika suatu peristiwa yang pada saat ini kita hanya dapat merasakan kemungkinannya—tanpa mengetahui apa bentuknya atau apa yang dijanjikannya—akan menyebabkan pengaturan-pengaturan tersebut runtuh, seperti yang terjadi pada masa lalu. dasar pemikiran Klasik, pada akhir abad ke-18, maka kita dapat yakin bahwa manusia akan terhapus, seperti wajah yang tergambar di pasir di tepi laut.

(Foucault, Michel, *The Order of Things: An Archaeology of Human Sciences*, London: Routledge, 2002, hlm. 422) Era pemikiran klasik yang berlangsung pada abad ketujuh belas dan kedelapan belas digantikan oleh era modernitas. Era modernitas yang ada pada abad kesembilan belas ditopang oleh konsep “homme” yaitu “manusia” atau “kemanusiaan”. Menurut Foucault, konsep ini akan berakhir pada abad kedua puluh.

Perkembangan kapitalisme erat kaitannya dengan pergeseran zaman dan konsep kemanusiaan. Adam Smith menerbitkan *The Wealth of Nations* pada tahun 1776, menandai kedatangan kapitalisme modern dan konsep kemanusiaan modern. Gagasan besarnya adalah sebagai berikut: di era pemikiran klasik, kekayaan didasarkan pada pertukaran barang, sedangkan di era modernitas, kekayaan didasarkan pada produksi barang melalui kerja manusia. Kita dapat menggolongkan cara produksi modern ini sebagai kapitalisme yang berdasarkan pada benda-benda. Kerja manusia menghasilkan sesuatu yang darinya kekayaan diperoleh.

Perbedaan Konsumsi dan Kebangkitan Kapitalisme Berdasarkan Peristiwa

Foucault berpendapat bahwa paradigma modern ini mulai bergeser pada abad kedua puluh. Apa yang terjadi pada abad kedua puluh, khususnya pada paruh kedua? Kapitalisme mengalihkan fokusnya dari hal-hal ke peristiwa. Dengan kata lain, kapitalisme berdasarkan peristiwa muncul. Kapitalisme memperlakukan informasi dan kejadian sebagai peristiwa untuk investasinya. Di tengah lautan informasi yang membangkitkan keinginan kita dan kejadian-kejadian yang dikemas untuk pengalaman kita, kita mulai mengonsumsi perbedaan-perbedaan dan diri kita sendiri direduksi menjadi perbedaan-perbedaan yang bisa dikonsumsi. “Subjektivitas” modern yang tidak pernah disadari maknanya sepenuhnya—terpecah menjadi beberapa bagian. Sebaliknya yang muncul adalah kemanusiaan sebagai perbedaan atau relasionalitas.

Namun, yang harus kita tanyakan sekarang adalah pertanyaan tentang apa sebenarnya yang mendefinisikan kita sebagai umat manusia. Kemanusiaan adalah sesuatu yang tunggal, yang tidak dapat direduksi menjadi konsumsi atau tatanan perbedaan. Kita didesak untuk menginterogasi apa itu kemanusiaan setelah kritik Foucault. Pada saat yang sama, kita harus memikirkan bagaimana kita bisa membayangkan kapitalisme yang akan datang setelah kapitalisme berdasarkan benda dan peristiwa. Dengan demikian kita dapat mulai membuat sketsa masyarakat masa depan yang coba diuraikan oleh gagasan *Society 5.0*.

“Kapitalisme Manusia” dan “Penjadian Manusia”

Saya akan mengusulkan, sebagai konsep hipotetis, sebuah gagasan tentang “kapitalisme manusia.” Dengan menggunakan konsep ini, saya melihat kemanusiaan bukan sebagai pekerja, konsumen, atau manusia sebagai titik pembeda, namun sebagai nilai. Ketika teknologi maju membebaskan atau menghilangkan kita dari pekerjaan dan konsumsi, aspek kemanusiaan apa yang akan menjadi titik fokus kapitalisme? Saya pikir kita perlu memformulasi ulang kapitalisme sehingga kapitalisme dapat membantu kita menciptakan nilai kemanusiaan, dan bukan malah menghilangkannya. Untuk mencapai tujuan ini, tidak dapat dihindari untuk memikirkan apa nilai tertinggi bagi kemanusiaan.

Terus terang, nilai kemanusiaan adalah transformasi manusia itu sendiri. Dipengaruhi oleh wacana ekonomi modern, kita sering berpikir bahwa nilai adalah sesuatu yang kita miliki sebagai properti. Hal ini tidak berjalan baik karena hanya merupakan konversi nilai komoditas yang kita produksi dan konsumsi menjadi nilai kemanusiaan. Kita harus memisahkan nilai kemanusiaan dari imajinasi berbasis properti.

Mari kita bayangkan sekali lagi seperti apa masyarakat masa depan yang diberdayakan oleh teknologi canggih. Dalam Society 5.0 ini, nilai-nilai apa yang kita miliki? Kendaraan otomatis? Sistem AI pintar memberikan solusi optimal dengan menganalisis Big Data? Atau kreativitas seni yang tidak bisa direduksi menjadi teknologi maju? Bagaimana menurut Anda? Tampaknya gagasan mengenai nilai-nilai berbasis properti ini terlalu klise.

Imajinasi abad kedua puluh tentang masyarakat masa depan tidak mempunyai kemungkinan bahwa manusia akan mengalami transformasi secara mendasar. Secara filosofis, gagasan bahwa manusia akan bertransformasi sama dengan gagasan bahwa manusia menjadi sesuatu yang manusiawi, berbeda dengan gagasan tradisional Barat tentang manusia sebagai makhluk atau memiliki. Saya mengusulkan untuk memikirkan tentang menjadi manusia dan bukan menjadi manusia dengan mengacu pada Roger T. Ames (Ames 2010; Rosement Jr dan Ames 2016). Kata “kapitalisme” berasal dari bahasa Latin *capitalis*, yang berarti “kepala”, dan kepala seseorang adalah persoalan hidup dan mati. Masa depan kapitalisme tentunya akan menjadi persoalan yang sangat penting, yang menentukan nasib hidup dan mati manusia.

Kemampuan dan Mobilitas Sosial

Apa dampak penting ini bagi kita? Jawabannya sederhana: menjadi manusia. Kita tidak bisa menjadi manusia sendirian. Hanya ketika orang lain datang untuk melibatkan kita barulah kita menjadi manusia. Tidak ada seorang pun yang merupakan entitas yang terpisah dan mandiri gagasan filosofis ini termasuk dalam rangkaian yang sama dengan keberadaan dan kepemilikan. Kita menjadi manusia dengan orang lain. Singkatnya, kita adalah manusia yang menjadi manusia bersama.

Guru Zen Jepang Dōgen (1200–1253) membahas “menerima penerimaan langsung di sini dan saat ini” dalam karyanya sebelumnya *Gakudō-yōjinshū* (Kumpulan Nasihat untuk Mempelajari Jalan) (c.1234). Pada bagian ini, Dōgen menyatakan bahwa ada dua jalan dalam praktik Buddhis menuju pencerahan: “mengunjungi para guru dan mendengarkan ajaran mereka” dan “melakukan praktik duduk.” Jalan pertama mengubah pikiran seseorang, sedangkan jalan kedua mengubah pengalaman jasmani seseorang. Dua di antaranya adalah *sine qua non* untuk melengkapi praktik Buddhis. Untuk mencapai keadaan “menerima sambutan langsung di sini dan saat ini,” Dōgen mengusulkan agar kita mengontraksikan ego kita untuk membuka ruang bagi orang lain. Di ruang ini, kita segera menerima yang lain termasuk Buddha. Kata kuncinya di sini adalah “orang lain”. Jelas sekali bahwa dalam “mengunjungi para guru dan mendengarkan ajaran mereka” Zen membutuhkan “guru” sebagai orang lain untuk membimbing kita menuju pencerahan, meskipun Zen dianggap sebagai simbol dari agama Buddha yang memberdayakan diri sendiri (Miyakawa 2013).

Untuk mengilustrasikan konsep ini dengan contoh kontemporer, mari kita perhatikan seseorang yang terisolasi secara sosial, yang jarang berkomunikasi dengan siapa pun. Orang

ini menghabiskan sepanjang hari di rumah menonton TV. Kita dapat mengatakan bahwa orang ini mempunyai kemampuan yang terbatas. Kapabilitas didefinisikan oleh Amartya Kumar Sen sebagai “kemampuan aktual seseorang untuk melakukan berbagai hal yang dia hargai” (Sen 2009).

Lalu bagaimana kemampuan orang tersebut dapat ditingkatkan? Misalnya saja, pada masyarakat yang tidak memiliki persediaan air, yang lebih meningkatkan kemampuan masyarakat adalah dengan mengajarkan masyarakat cara menggali sumur dibandingkan memberikan mesin penjual minuman kepada masyarakat. Jika demikian halnya, bagi orang yang terisolasi secara sosial, mana yang akan lebih meningkatkan kemampuan seseorang: membelikannya DVD untuk ditonton, atau mengajarnya naik sepeda?

Dalam masyarakat yang akan datang, arah investasi kita akan ditekankan pada peningkatan kemampuan manusia dan transformasi cara hidup kita serta tubuh dan pikiran. Investasi seperti ini pada gilirannya akan memberikan peluang baru bagi kita untuk mengubah kebiasaan kita pada akhirnya. Jika, sebagai bagian dari wacana Society 5.0, kita ingin membuat indeks baru untuk masyarakat yang lebih baik, maka tugas mendesaknya adalah menemukan apa yang dapat menggambarkan kemampuan yang terbuka terhadap peluang baru dalam cara hidup, yaitu kebiasaan. Oleh karena itu, kita tidak bisa melupakan dimensi keterlibatan dengan orang lain. Untuk mendorong keterlibatan dengan orang lain, penting untuk menumbuhkan sikap terbuka untuk menerima orang lain seperti yang dikatakan Dōgen, sebelum membiarkan orang yang terisolasi secara sosial jatuh ke dalam situasi yang mementingkan diri sendiri atau menghancurkan diri sendiri.

Ketika kemampuan masyarakat diperkaya, mobilitas sosial pun akan meningkat. Masyarakat kaya sering digambarkan sebagai berikut: mobilitas sosial jauh lebih tinggi dan fiksasi kelas sosial atau kesenjangan sosial relatif lemah. Misalnya, Jepang mencapai lompatan maju dalam mobilitas sosial selama era Kansei (1789–1801), ketika pemerintah memperkenalkan sistem perekrutan berdasarkan ujian pegawai negeri di Kekaisaran Tiongkok. Masyarakat masa depan harus memiliki indeks kelancaran mobilitas sosial serta pengayaan kemampuan. Saya ingin mengulangi lagi bahwa penting untuk memberikan banyak perhatian pada keterlibatan dengan orang lain.

Terlibat Mengetahui

Setelah mempertimbangkan poin-poin ini, kita sampai pada gagasan yang diuraikan tentang cara mengetahui dalam masyarakat yang akan datang. Dalam modernitas, seperti yang disimbolkan dalam sistem universitas pada saat itu, terjadi transformasi episteme yang pertama, yang mana pengetahuan menjadi sistematis dan berkembang biak di seluruh negara-bangsa. Ciri-ciri episteme modern ini terdiri dari penyelidikan sejarah mengenai asal-usul dan studi perbandingan berdasarkan filsafat. Struktur epistemik inilah yang menarik perhatian Foucault dalam analisis ekonominya tentang tenaga kerja, analisis biologisnya tentang kehidupan, dan analisis filologisnya tentang bahasa.

Setelah memasuki abad ke-20, terjadi transformasi episteme yang kedua. Hal ini merupakan akibat dari pergeseran objek kapitalisme masyarakat dari benda menjadi peristiwa. Perbedaan seiring dengan terdigitalisasinya informasi menjadi penting dalam

epistem baru ini. Sistem universitas juga berubah untuk mencerminkan transformasi ini. Prosedur utama di universitas kini didasarkan pada pemrosesan informasi di bidang teknik. Sementara itu, ilmu humaniora dan seni yang pernah menjadi pedoman episteme modern kini mengalami kemunduran. Namun, episteme kontemporer seperti itu sekali lagi mencapai titik balik saat ini. Seperti disebutkan di awal bab ini, ketika Society 5.0 terwujud di masa depan dengan teknologi canggihnya yang jauh melebihi kemampuan manusia, maka episteme kontemporer akan terregut dari diri kita. Jika hal ini terjadi, kita akan menghadapi transformasi episteme yang ketiga, yang mana “pengetahuan yang terlibat” dapat diperkenalkan untuk meningkatkan ko-becoming manusia. Thomas P. Kasulis telah mengidentifikasi potensi besar dari pengetahuan terlibat dalam filsafat Jepang. Inilah yang dia katakan tentang Kūkai dalam bukunya yang berjudul *Engaging Japanese Philosophy: A Short History*:

Niat Kūkai adalah untuk mengetahui kenyataan seperti bagaimana kita mengenal seseorang. Jangan bingung dengan mengetahui tentang seseorang (yang diperoleh dari membaca dan mendengar tentang individu tersebut), mengetahui seseorang secara sebenarnya melibatkan beberapa keintiman bersama. Mengenal orang lain berarti berada di dalam dunia orang tersebut, berinteraksi atau bersinggungan dengan orang tersebut sedemikian rupa sehingga orang tersebut menjadi bagian dari hidup Anda. Daripada mengobjektifikasi orang lain, Anda berbagi sesuatu dengan orang lain.

Bahkan dalam mengetahui suatu objek, terdapat perbedaan antara bentuk pengetahuan yang terpisah dan terlibat. Misalnya, pengrajin yang terampil tidak hanya mengetahui alat dan medianya; mereka mengenal mereka secara dekat dengan bekerja bersama mereka, mencontohkan teknik mereka seperti ahli kerajinan yang patut dicontoh. Melalui proses tersebut, para pemahat kayu mulai menyadari keunikan setiap potongan kayu dan setiap pahat. Mereka bekerja dengan kayu berdasarkan pada keterlibatan, pengetahuan yang diwujudkan yang memungkinkan kayu, pahat, tangan seniman, dan pikiran seniman menjadi satu kesatuan yang harmonis, satu tindakan keterlibatan.

Demikian pula, ketika Kūkai meninggalkan akademi dalam upayanya untuk memahami, dia ingin berinteraksi dengan dunia secara dekat, bukan sebagai pengamat yang terpisah. Dia ingin mengetahui seluruh realitas seperti seorang pembuat tembikar, bukan ahli geologi, mengetahui tanah liat. Pada saat kembali dari Tiongkok, Kūkai telah merasakan secara langsung perbedaan antara kedua jenis pengetahuan tersebut dan siap menjelaskannya sebagai perbedaan antara eksoterik dan esoterik. (Kasulis, Thomas P., *Engaging Japanese Philosophy: A Short History* [日本哲学小史], Honolulu: University of Hawaii Press, 2018, hlm.108–109) Kūkai ingin tahu segalanya. Baginya, “pengetahuan yang tidak terikat” tidaklah cukup. Sebaliknya, dia menganjurkan “pengetahuan yang terlibat.” Ini adalah pengetahuan yang intim di mana kita berbagi rahasia kita dengan teman-teman dekat. Menurutnya, inilah inti ajaran Buddha esoteris.

Penting bagi kita untuk hidup seolah-olah kita adalah Kūkai. Untuk mencapai tujuan ini, mungkin akan membantu untuk mensintesis ajaran-ajarannya secara filologis atau mungkin menarik untuk merancang robot AI mirip Kūkai, yang dapat mengajarkan kita tentang

ajaran Buddha esoteris dengan cara yang relevan saat ini. Namun, pendekatan-pendekatan tersebut hanyalah “pengetahuan yang terpisah” dimana kita masih menjadi penonton dunia kita. Bersama Kūkai, kita harus melatih diri kita untuk terlibat dengan orang lain, memahami bahwa, seperti yang dikatakan Kūkai, “orang lain menjadi bagian dari hidupmu sendiri.” Tugas ini memang merupakan perkara besar bagi kami.

Menjadi Manusia Bersama

Sebagai kesimpulan, saya ingin merangkum argumen saya dalam bab ini. Untuk memastikan bahwa Society 5.0 tidak menjadi masyarakat distopia, kita harus mendefinisikan ulang konsep kemanusiaan modern dan menemukan jalan menuju kehidupan bersama dengan orang lain. Meski demikian, jalan tersebut tidaklah mudah, karena manusia terbuka terhadap kemungkinan-kemungkinan untuk mengubah dirinya ke arah mana pun termasuk ke arah yang tidak diinginkan. Dengan kata lain, kita tidak mempunyai telo tetap untuk menjadi bersama.

Untungnya, kita mempunyai banyak contoh yang dapat memandu kita dalam cara menjadi manusia bersama. Dari kasus-kasus tersebut, saya sengaja memilih beberapa kasus di Jepang seperti Dōgen dan Kūkai, karena kasus-kasus tersebut menawarkan wawasan tentang kehidupan bersama manusia. Tentu saja, masih banyak contoh lainnya di seluruh dunia. Dōgen dan Kūkai sendiri sama-sama menghabiskan waktu di Tiongkok, yang bagi para visioner Jepang ini mewakili “orang lain” yang utama, dan pengalaman ini mungkin telah memacu mereka dalam mengejar “pengetahuan yang terlibat.” Selama keberadaan manusia dikaitkan dengan kemampuan dan mobilitas sosial kita, maka hal ini akan lebih diperkaya melalui sikap merangkul bahasa dan pandangan dunia yang majemuk dan berbeda.

Sungguh luar biasa jika pengetahuan kuno kita seperti pengetahuan Dōgen dan Kūkai, yang jauh sebelum episteme abad ke-19 dan ke-20, muncul kembali di masyarakat masa depan dalam bentuk yang baru.

BAB 10

PROTOKOL PERANGKAT LUNAK MIDDLEWARE

Berkenaan dengan konektivitas antar perangkat di jaringan proximity edge dan komunikasi antara domain operasional dan manajemen, kita harus ingat bahwa beragam protokol dan karakteristik kelistrikan fisik lapisan-1 akan berbeda. Sebagai contoh, kita mungkin memiliki, di pabrik manufaktur, banyak perangkat yang terhubung dengan beragam teknologi seperti Bluetooth, ZigBee, atau bahkan Ethernet. Masalahnya adalah mengintegrasikan protokol-protokol tersebut sehingga transparan bagi sistem. Kita telah membahas gateway sebelumnya, namun gateway menimbulkan latensi, jitter, dan potensi kehilangan paket.

Alasannya adalah tidak semua protokol memiliki tujuan yang sama. Misalnya TCP/IP, yang merupakan serangkaian protokol yang dikembangkan sejak lama untuk memungkinkan pengangkutan data yang andal melalui jaringan yang sangat tidak dapat diandalkan dan lossy, sangat cocok untuk melakukan hal tersebut, yaitu mengangkut data melalui jaringan yang tidak dapat diandalkan, yang umum terjadi pada tahun 80an.

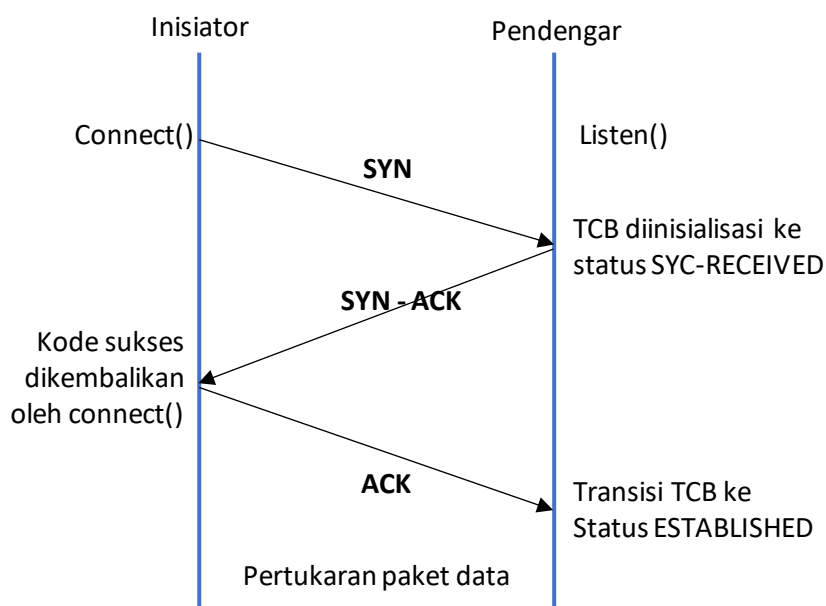
Namun, seiring dengan kemajuan teknologi jaringan selama bertahun-tahun, jaringan menjadi jauh lebih andal sehingga TCP/IP, yang tidak lagi memerlukan koneksi antar mitra komunikasi, dalam konteks transmisi lokal. Misalnya, jika Anda berkomunikasi melalui LAN pada Ethernet, kemampuan TCP (protokol kontrol transportasi) untuk memberikan keandalan, deteksi paket yang hilang, pengiriman ulang paket yang hilang, dan pengurutan ulang paket mungkin rusak tidak lagi diperlukan. diperlukan.

Namun, hal ini tidak berarti bahwa IP saja dapat menangani kebutuhan Internet Industri. Bahkan pada LAN atau melintasi jalur pribadi/LAN pada jaringan operator MPLS kita tidak dapat mengasumsikan kehilangan paket nol. Akibatnya, TCP/IP masih umum digunakan melalui tautan WAN dan jaringan yang berpotensi mengalami kerugian.

10.1 TCP/IP

TCP/IP adalah rangkaian protokol yang memungkinkan data IP melintasi jaringan yang tidak dapat diandalkan seperti dial-up tradisional dan sambungan serial jarak jauh dengan tingkat keandalan tertentu. TCP/IP memberi IP fungsionalitas untuk mendeteksi paket yang hilang dengan mengurutkan setiap paket serta memungkinkan penerima menyusun ulang aliran paket berdasarkan nomor urutnya.

Masalahnya adalah TCP berorientasi pada koneksi, misalnya, dua host yang berkomunikasi memerlukan pembuatan koneksi yang dikenal sebagai sesi untuk mengirimkan paket. Sesi antar tuan rumah dilakukan melalui jabat tangan tiga arah, setelah itu kedua tuan rumah dapat berkomunikasi secara bebas satu sama lain. Gambar 10-1 menunjukkan bagaimana jabat tangan tiga arah dibangun dan dipertahankan untuk menjaga sesi antara pasangan tetap aktif.



Gambar 10.1. Jabat tangan tiga arah TCP

TCP/IP dikembangkan beberapa dekade yang lalu namun tetap mempertahankan perannya sebagai protokol komunikasi yang dominan hingga saat ini. Hal ini disebabkan kemampuannya yang luar biasa dalam menyampaikan komunikasi data secara andal bahkan melalui media yang cerdas sekalipun. Masalahnya adalah komunikasi modern memerlukan transportasi real-time. Misalnya, mengirim ulang paket atau menyusun ulang paket yang diterima tidak sesuai pesanan sangat cocok untuk protokol lama seperti FTP (File Transfer Protocol), unduhan HTTP dan sejenisnya, tetapi tidak berguna untuk streaming video atau VoIP.

Lagi pula, dengan aplikasi real-time seperti percakapan VoIP, apa gunanya meminta paket suara atau video yang hilang untuk dikirim ulang? Ini akan lebih merugikan daripada menguntungkan, sama halnya dengan streaming video, paket yang hilang atau tidak berurutan dianggap hilang dan selama jumlahnya tidak terlalu banyak, paket tersebut akan transparan bagi pemirsa.

Namun, ada masalah lain dengan TCP/IP dan bahkan dengan IP itu sendiri, yaitu lambatnya. Untuk memahami hal ini, kita perlu memahami apa yang sebenarnya terjadi ketika data dikirimkan dari satu host ke host lainnya. Contohnya adalah klien web mengirimkan permintaan URL ke server web, dan ini cukup sederhana untuk dijelaskan. Klien pertama-tama mencari penyelesaian URL ke alamat IP melalui DNS (server nama dinamis) dan kemudian menggunakan alamat IP terdaftar yang sesuai dengan URL untuk menghubungi server.

Server akan menerima permintaan melalui kabel dan mengenali alamat IP MAC uniknya serta nomor port khusus aplikasi dan akan mengirimkan permintaan tersebut ke lapisan atas ke lapisan aplikasi yang dapat memahami permintaan tersebut. Lapisan aplikasi penerima akan menangani permintaan yang diterima dan mengirimkan respons kembali melalui lapisan OSI untuk mengemas dan membungkus data, siap untuk dikirim ke host sumber. Contohnya ditunjukkan pada Gambar 10.1.

Masalahnya adalah TCP/IP (lapisan 1-4) dan IP (lapisan 3) memerlukan masing-masing host untuk membangun koneksi, dan setiap lapisan dapat memproses data, sedangkan Ethernet hanya memerlukan data untuk diproses pada lapisan tersebut. 2. Akibatnya, TCP/IP bisa menjadi sangat lambat dibandingkan dengan teknologi transportasi data tanpa koneksi dan tidak dapat diandalkan lainnya, seperti UDP.

10.2 UDP

UDP adalah singkatan dari Unreliable Data Protocol, dan itulah kenyataannya. Ia tidak memiliki koneksi dan hanya mentransmisikan data ke media (kabel, optik, atau nirkabel) atas dasar “harapan bisa sampai di sana”.

Ketika kita membahas protokol Internet Industri, UDP sering disarankan sebagai protokol dengan overhead rendah yang efisien untuk IIoT, karena rasio payload terhadap overhead header yang rendah. Ini benar, namun nama itu sendiri seharusnya memperingatkan Anda tentang masalah tersebut dan itu tidak dapat diandalkan. UDP tidak memiliki mekanisme untuk memeriksa paket yang keluar dari urutan, atau paket yang hilang, UDP hanya menyala dan lupa. Jika sampai di sana bagus; jika tidak, siapa yang peduli.

Oleh karena itu, jangan menganggap UDP sebagai alternatif untuk sistem yang time-critical dan misi-kritis hanya karena lebih cepat dan efisien. Ini dirancang agar tidak dapat diandalkan.

Namun, ada beberapa kasus ketika UDP merupakan alternatif yang dapat diterima dalam skenario Internet Industri, misalnya ketika menerima aliran data sensor dalam jaringan proximity, dari ukuran non-kritis dan data tersebut masih dalam ambang batas yang dapat diterima. Pengontrol yang menerima aliran data ini akan membuangnya hingga mendeteksi perubahan yang melewati ambang batas yang telah ditentukan yang akan memicu suatu tindakan. Dalam hal ini, UDP adalah protokol connectionless overhead rendah yang lebih cocok untuk pertukaran data non-kritis.

Protokol Transportasi yang Andal (RTP)

Ini adalah protokol yang disukai dalam aplikasi VoIP dan streaming video karena mengurangi banyak kegagalan TCP/IP ketika menangani lalu lintas IP real-time dalam konteks sistem TI.

COAP (PROTOKOL APLIKASI TERBATAS)

CoAP dirancang khusus untuk transfer web dalam jaringan terbatas dan spesialisasinya telah menemukan banyak peran berguna dalam lingkungan M2M dan IoT yang berjalan pada perangkat terbatas, seperti dalam kasus penggunaan gedung pintar. CoAP adalah protokol penting dalam jaringan proximity yang memenuhi kebutuhan ribuan perangkat terbatas yang tidak memiliki kapasitas atau sumber daya untuk menjalankan HTTP untuk transportasi dan transaksi web.

Karena spesialisasi CoAP bekerja pada host dan jaringan terbatas, spesialisasinya sangat kecil dan dapat beroperasi pada perangkat yang memiliki RAM sedikitnya 10KiB. Namun, hal ini tidak terlalu membatasi fungsi CoAP dan cara kerjanya sangat mirip dengan HTTP. Memang benar, mereka berbagi model tenang yang umum, menggunakan perintah

sederhana seperti GET, PUT, POST, dan DELETE. Demikian pula, server di lingkungan CoAP memaparkan layanan sebagai URL. Oleh karena itu, model konseptual CoAP dan HTTP sangat mirip sehingga mudah untuk mengintegrasikannya melalui proxy ketika melakukan transisi dari jaringan terbatas ke LAN atau WAN dengan bandwidth tinggi.

Selain itu, sama seperti HTTP, CoAP dapat membawa hampir semua jenis payload. Namun karena protokolnya dimaksudkan agar ringan, hal ini biasanya mencegah bahasa yang panjang lebar seperti XML, dan lebih memilih overhead JSON yang lebih rendah. Meskipun memiliki ukuran yang sangat ringan dan kecil, CoAP memiliki enkripsi yang kuat melalui DTLS, yang masih berjalan pada sensor end-node terkecil sekalipun.

Untuk bekerja di jaringan terbatas (daya rendah dan bandwidth rendah), CoAP tidak menggunakan TCP atau apa pun dengan protokol transport yang rumit. Sebaliknya ia menggunakan UDP. Protokol UDP tidak memiliki kewarganegaraan, dan oleh karena itu tidak memerlukan sesi antara titik akhir dan server, sehingga menghemat sumber daya. Namun hal ini juga tidak dapat diandalkan. CoAP merangkum paket UDP dengan header tetap 4-byte, yang menjaga pesan tetap kecil dan menghindari fragmentasi pada lapisan tautan. Hal ini memungkinkan server untuk beroperasi dengan cara yang sepenuhnya tanpa kewarganegaraan.

CoAP tidak hanya terbatas pada jaringan proximity dan lebih sering digunakan sebagai solusi end-to-end yang menghubungkan server dengan perangkat end-node di seluruh jaringan akses dan proximity. Salah satu kombinasi ringan yang sangat umum adalah penggabungan CoAP dengan 6LoWPAN, yang merupakan versi terbatas dari IPv6, dan protokol publikasi/berlangganan MQTT, untuk menyediakan komunikasi end-to-end yang sangat efisien melalui jaringan IPv6. Hal ini menjadikannya ideal untuk kasus penggunaan IIoT.

10.3 POLA PERANGKAT LUNAK MIDDLEWARE

Internet industri memerlukan deteksi dan reaksi waktu nyata jika akan bekerja di lingkungan yang kritis terhadap waktu, seperti mengendalikan mesin di jalur produksi atau memantau status peralatan medis yang terhubung ke pasien di rumah sakit. Oleh karena itu, aplikasi dalam domain operasi dan manajemen harus segera menerima pemberitahuan setiap perubahan status melewati ambang batas yang telah ditentukan. Hal ini juga diinginkan dalam dunia konsumen IoT; namun, dengan begitu banyak sensor yang harus dipantau, bagaimana kita dapat melakukan hal ini?

Ada dua cara aplikasi dapat mendeteksi perubahan status perangkat edge, dan metode tradisional adalah dengan melakukan polling pada perangkat dan meminta statusnya atau sekadar membaca nilai dari pin pada sirkuit terintegrasi. Jumlahnya sama saja; kami melakukan pekerjaan batch yang telah ditentukan untuk melakukan polling pada setiap perangkat.

Masalah dengan metode ini adalah rumitnya program dan koneksi fisik seluruh perangkat point-to-point ke hubungan server, karena akan segera menjadi sangat berantakan. Selain itu, terserah pada pemrogram atau perancang sistem untuk mengatur interval pemungutan suara. Sebagai contoh, jika kita ingin mengelola sistem HVAC di sebuah gedung,

kita perlu memantau suhu di setiap ruangan. lokasinya, namun seberapa sering kita perlu melakukan polling pada sensor untuk membaca suhu saat ini? Demikian pula, jika kita memantau tekanan dalam keamanan gedung, seberapa sering kita perlu melakukan jajak pendapat untuk perubahan status?

Agaknya, dengan suhu kita hanya perlu memeriksa setiap menit atau lebih, karena mungkin ada sejumlah penyimpangan yang dapat diterima sebelum ambang batas dilanggar. Dengan bantalan keamanan, saya kira kita ingin segera mengetahui bahwa telah terjadi suatu peristiwa yang memaksa perubahan status. Dalam kedua kasus ini, perancang harus memutuskan waktu pemungutan suara yang tepat dan mengkonfigurasi hampir setiap sensor dan jumlahnya mungkin ribuan, memantau berbagai hal seperti asap, pergerakan, tingkat cahaya, dll. Untuk disurvei pada waktu yang telah ditentukan. Ini sangat tidak efisien; nyatanya penuh dengan kesulitan dalam memelihara sistem, apalagi mengembangkannya dengan menambahkan sensor dan sirkuit baru.

Opsi kedua adalah mengubah status pada tingkat sensor/perangkat yang memicu suatu peristiwa. Dalam model berbasis peristiwa ini, aplikasi tidak perlu menyibukkan diri dengan memantau sensor, karena aplikasi akan diberitahukan ketika suatu peristiwa telah terjadi. Selain itu, hal ini akan segera diberitahukan dan ini menyediakan deteksi dan reaksi secara real-time.

Dalam skenario sensor suhu dan bantalan tekanan, perancang dalam model yang digerakkan oleh peristiwa tidak lagi harus memutuskan kapan harus melakukan polling sensor dengan aman. Perangkat manajemen sensor akan memberi tahu aplikasi pengoperasian dan manajemen ketika suatu peristiwa perubahan kondisi yang penting telah terjadi.

Dalam dunia Internet Industri, pesan berbasis peristiwa diperlukan karena dapat memfasilitasi reaksi waktu nyata dalam kasus penggunaan yang sangat mendesak. Selain itu, pesan berbasis peristiwa menyederhanakan komunikasi perangkat lunak dan perangkat keras dengan mengganti semua tautan titik-ke-titik khusus antara aplikasi dan sensor dengan bus pesan perangkat lunak dengan menggunakan multicast untuk mereplikasi dan mengirim pesan hanya ke pelanggan terdaftar.

Bus pesan adalah konsep perangkat lunak, meskipun dapat juga diterapkan pada infrastruktur fisik jika terdapat konfigurasi ring atau bus. Kemungkinan besar, jaringan fisik akan berada dalam hierarki hub/spoke, atau tautan point-to-point jarakjauh, meskipun hal ini tidak mempengaruhi konsep model publikasi/berlangganan, karena server broker dikerahkan untuk mengelola pendaftaran pelanggan ke jaringan. server terbitkan/berlangganan dan menangani distribusi pesan antara penerbit dan pelanggan terlepas dari lokasi mereka.

Oleh karena itu, terbitkan/berlangganan berfungsi terlepas dari struktur jaringan fisik, dan sebagai hasilnya, terbitkan/langganan sangat mengurangi jumlah kode spageti dan koneksi jaringan, sehingga membuat keseluruhan sistem lebih mudah dikelola. Selain itu, penggunaan model bus pesan memungkinkan peningkatan sistem dengan mudah, karena menambahkan sensor/perangkat baru menjadi proses yang sepele.

Alasan mengapa pemutakhiran menjadi hal yang sepele adalah karena sifat dari sistem pesan yang digerakkan oleh peristiwa. Agar efektif, semua sensor/perangkat, yaitu penerbit,

terhubung melalui broker server yang ditunjuk untuk mengelola proses penerbitan/berlangganan dan mendistribusikan lalu lintas melalui bus pesan, ke pelanggan terdaftar. Demikian pula, semua aplikasi, yang merupakan pelanggan, terhubung ke bus pesan.

10.4 POLA PUBLIKASIKAN/BERLANGGANAN

Dengan menggunakan protokol terbitkan/berlangganan, aplikasi dapat secara individual berlangganan layanan terbitan yang mereka minati, seperti status suhu dan bantalan tekanan dalam skenario gedung pintar sebelumnya. Protokol terbitkan/berlangganan dapat memantau individu atau kelompok sensor dan mempublikasikan perubahan apa pun pada statusnya kepada pelanggan terdaftar. Dengan cara ini aplikasi akan segera mengetahui perubahan layanan.

Selain itu, ada manfaat tambahan bahwa aplikasi yang menggunakan broker publikasikan/berlangganan hanya perlu berlangganan layanan yang ingin mereka ketahui. Mereka dapat mengabaikan layanan lain yang tidak relevan, sehingga mengurangi lalu lintas yang tidak diperlukan dan permintaan I/O di server. Memang benar, perancang bahkan tidak perlu khawatir tentang menginformasikan aplikasi sensor/layanan baru secara terprogram karena layanan perantara publikasi/langganan akan mengumumkan atau menghapus layanan baru atau layanan yang dihentikan.

Selain itu, dan yang sangat penting bagi banyak aplikasi IIoT (seperti pemantauan mesin penjual jarak jauh), broker tidak memerlukan konektivitas yang konstan karena dapat melakukan cache dan mengirimkan pembaruan dari penerbit ketika pelanggan online. Mesin penjual otomatis penerbit di daerah terpencil tidak perlu memiliki konektivitas 24/7 ke broker; ia mungkin dapat terhubung sekali sehari untuk mengunggah laporan mengenai inventaris lokal, kepemilikan kotak uang, dan data pemeliharaan lainnya. Di sisi lain, jika kotak kas mesin penjual otomatis melaporkan sudah penuh dan tidak dapat lagi menerima transaksi tunai lagi, protokol publikasikan/berlangganan dapat segera mengingatkan broker. Demikian pula, layanan pelanggan tidak perlu online, karena broker akan menyimpan dan meneruskan pesan dari penerbit ke pelanggan jika memungkinkan.

Publikasikan dan berlangganan memiliki beberapa model distribusi, namun yang umum adalah pemisahan sensor/layanan dari aplikasi dan ini merupakan konsep yang sangat kuat dalam perangkat lunak yang disebut pengikatan akhir. Pengikatan terlambat memungkinkan layanan baru ditambahkan tanpa harus mengkonfigurasi ulang jaringan atau memprogram ulang perangkat atau aplikasi, sehingga membuat sistem menjadi sangat gesit. Dimungkinkan juga untuk menggunakan protokol publikasi/berlangganan untuk menggunakan kembali layanan, sedemikian rupa untuk menciptakan nilai baru atau menambah nilai pada layanan yang sudah ada. Misalnya, suatu layanan baru dapat diproduksi dengan rata-rata output dari tiga layanan lainnya, dan kemudian dapat dipublikasikan ke pelanggan mana pun yang berminat.

Namun, protokol publikasi/berlangganan mungkin tampak sebagai solusi sempurna untuk banyak kasus penggunaan di IIoT, namun protokol ini memiliki kendala tersendiri, yang

perlu kita waspadai. Misalnya, dalam skenario mesin penjual otomatis, kita tidak perlu mengetahui secara langsung, secara real time, bahwa mesin penjual otomatis tertentu kehabisan merek minuman bersoda. Ini mungkin menjengkelkan tetapi dunia tidak akan berakhir. Namun, bagaimana jika model publikasi/berlangganan melacak nilai pasar saham?.

Sekarang kita punya masalah. Mesin penjual otomatis yang kehabisan stok, atau dengan kotak uang penuh, tidak dapat lagi berdagang dan akan kehilangan uang jika tidak memperingatkan domain operasional dan manajemen pada waktu yang tepat. Namun, jika kita mempertimbangkan kriteria yang berubah dengan cepat seperti penilaian saham, kita perlu mengetahuinya secara real time keterlambatan sedetik pun dapat mengakibatkan bencana. Dan inilah masalah dengan model publikasi/berlangganan terpusat. Dengan menempatkan server broker sejajar antara penerbit dan pelanggan, hal ini menambah latensi. Lagipula layanan broker harus menangani pesan yang diterima dari penerbit dan kemudian menentukan pelanggan mana yang memerlukan pesan tersebut. Broker akan mencari dan mereplikasi pesan untuk setiap pelanggan, tapi itu membutuhkan waktu walaupun mikrodetik tetapi dalam kasus pasar saham hal itu tidak dapat diterima.

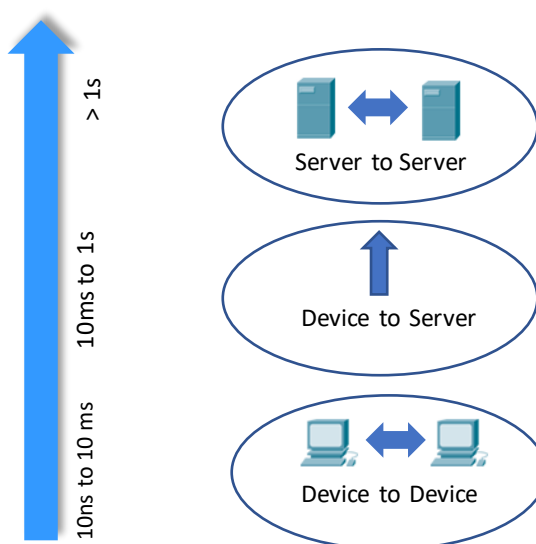
Selain itu, broker perlu menjalankan fungsi-fungsi ini secara berurutan sehingga beberapa pelanggan mungkin mendapatkan pesan terkini tentang perubahan harga saham sebelum pelanggan lainnya. Oleh karena itu, kita perlu menemukan cara untuk mendistribusikan pesan pelanggan secara real time. Akibatnya, ada metode lain dalam menerapkan model terbitkan/berlangganan yang tidak memerlukan layanan broker. Salah satu metode sederhana adalah dengan menyiarkan pesan yang dipublikasikan ke semua host di jaringan menggunakan UDP, namun hal ini sia-sia karena sebagian besar host hanya akan membuang paket dan metode ini tidak dapat diandalkan. Masalahnya di sini adalah lebih baik pesan datang terlambat milidetik daripada tidak pernah menerima pesan tersebut. Lagi pula, ingat UDP itu api dan lupakan, meskipun mendekati waktu nyata sehingga sangat menggoda untuk digunakan dalam aplikasi waktu nyata. Oleh karena itu, sekali lagi kita perlu mempertimbangkan bagaimana kita mencocokkan protokol dengan aplikasi, karena mereka mungkin memerlukan tingkat layanan yang berbeda.

Manfaat lain dari penerapan protokol publikasi/berlangganan adalah bahwa protokol ini tidak hanya menghubungkan semua aplikasi (pelanggan) ke semua sensor (penerbit) melalui “bus”, namun dalam beberapa kasus penting dapat menghubungkan semua perangkat ke semua perangkat, yang terhubung ke bus. Artinya dalam konteks IIoT adalah perangkat dapat saling terhubung dan berkomunikasi satu sama lain melalui protokol publikasi/berlangganan. Artinya, perangkat berpotensi dapat bekerja sama dan berbagi sumber daya. Misalnya jika setiap perangkat harus memiliki teknologi komunikasi jarak jauh — misalnya modem 3G dan SIM perangkat tersebut akan menjadi lebih besar, lebih berat, dan lebih mahal. Namun, jika perangkat yang lebih kecil, lebih murah, dan lebih bodoh dapat berkolaborasi dengan perangkat yang lebih canggih, mereka dapat berbagi sumber daya sehingga perangkat yang lebih kecil dapat berkomunikasi melalui saluran komunikasi satu sama lain.

Layanan publikasi dan berlangganan serta pesan berbasis peristiwa sangat meningkatkan efisiensi sistem IIoT dan layanan tersebut dapat diterapkan menggunakan sejumlah model publikasi/langganan, bergantung pada aplikasi. Seperti semua protokol IIoT, tampaknya ada banyak pilihan, jadi kita akan membahas masing-masing protokol publikasi/langganan yang umum digunakan saat ini, termasuk kelebihan dan kekurangannya serta perbandingannya satu sama lain dalam konteks IIoT. Yang paling umum digunakan adalah:

- MQTT
- XMPP
- AMQP
- DDS

Semua protokol ini mengklaim sebagai protokol terbitkan/berlangganan asli yang beroperasi secara real-time dan dapat menangani puluhan ribu perangkat. Namun, keduanya sangat berbeda dan beberapa bekerja pada level yang berbeda. Sebagai contoh, pertimbangkan bahwa kita secara umum dapat mengkategorikan protokol-protokol ini sebagai protokol yang bekerja pada tingkat perangkat-ke-perangkat, perangkat-ke-server, dan server-ke-server. Maka kita harus memiliki pemahaman dan ekspektasi yang lebih baik terhadap kinerja, diukur dalam waktu, untuk setiap protokol. Gambar 10.1 mengilustrasikan ekspektasi kinerja masing-masing kategori.



Gambar 10.2. Ekspektasi kinerja real-time

10.5 MQTT

Message Queue Telemetry Transport (MQTT), adalah protokol publikasi/berlangganan yang berfokus pada pengumpulan data perangkat. Tujuan utama MQTT adalah telemetri, atau pemantauan jarak jauh, oleh karena itu MQTT dirancang untuk menghubungkan dan mengambil data dari ribuan perangkat edge dan mengangkut lalu lintas agregat kembali ke domain operasional dan manajemen. Oleh karena itu, dalam klasifikasi umum, kami menganggap MQTT sebagai protokol perangkat-ke-server.

“Transportasi Telemetri Antrean Pesan, adalah protokol pesan terbuka yang dirancang untuk komunikasi M2M yang memfasilitasi transfer data bergaya telemetri dalam bentuk pesan dari perangkat yang dapat meresap, sepanjang jaringan berlatensi tinggi atau terbatas, ke server atau perantara pesan kecil.”

Oleh karena itu, MQTT didasarkan pada topologi hub-to-spoke, meskipun tidak harus demikian, karena MQTT dirancang untuk mengumpulkan data dari transduser tepi dan mengirim data yang dikumpulkan kembali ke server pengumpulan di domain operasi dan manajemen. Karena desain ini, MQTT tidak memfasilitasi koneksi perangkat-ke-perangkat dan bekerja dalam hubungan point-to-point antara perangkat dan server pengumpulan. Karena ini adalah tujuan desain MQTT yang jelas, ia memiliki sedikit opsi konfigurasi dan tidak memerlukan apa pun. Spesifikasi tugas MQTT hanyalah mengumpulkan data dari perangkat dan mengangkut data tersebut kembali ke server pengumpulan.

Namun, transport yang andal tersebut memerlukan protokol transport yang andal, sehingga MQTT bekerja melalui TCP/IP. Implikasinya adalah diperlukan koneksi TCP/IP penuh antara perangkat dan server pengumpulan. Hal ini sangat bermasalah karena beberapa alasan; pertama, perangkat harus mampu mendukung tumpukan TCP/IP secara penuh; kedua, memerlukan koneksi jaringan yang wajar, karena koneksi TCP/IP harus dipertahankan setiap saat. Ketiga, penggunaan TCP/IP dapat memberikan keandalan yang dibutuhkan MQTT namun hal ini akan mempengaruhi kinerja dan overhead paket jika tidak diperlukan dalam situasi seperti LAN dan infrastruktur non-WAN lainnya, dimana sudah terdapat jaringan yang dapat diandalkan.

Sebagai hasil dari spesifikasi desain ini, MQTT cocok untuk pemantauan perangkat eksternal dan jarak jauh seperti memantau kondisi pipa minyak atau gas, atau aplikasi serupa di mana ribuan sensor/perangkat berkemampuan TCP/IP yang tidak dibatasi memerlukan data untuk dikirim ke server/aplikasi umum. Dalam aplikasi seperti pemantauan telemetri jarak jauh di lingkungan yang sulit, keandalan protokol TCP/IP adalah suatu keuntungan, dan kinerjanya adalah yang kedua. Akibatnya, MQTT tidak dirancang untuk kinerja tinggi dengan perkiraan jumlah perangkat-ke-server dihitung dalam hitungan detik.

10.6 XMPP (Jabber)

XMPP adalah singkatan dari Extensible Messaging and Presence Protocol, yang merupakan teknologi terbuka untuk komunikasi real-time yang dikembangkan untuk menghadirkan berbagai macam aplikasi. XMPP dikembangkan untuk fokus pada kemajuan teknologi seperti pesan instan, kehadiran, dan konferensi video, yang didominasi oleh Skype dan WhatsApp. Ada juga kemungkinan untuk melakukan kolaborasi, untuk mengembangkan middleware ringan, dan sindikasi konten.

Namun, untuk memahami XMPP, kita perlu memahami mengapa XMPP awalnya dirancang. Itu untuk digunakan dalam pesan instan, untuk mendeteksi keberadaan, dan memungkinkan orang untuk terhubung dengan orang lain dan bertukar pesan teks. Akibatnya, XMPP dirancang untuk menggunakan protokol yang membuat komunikasi gaya manusia menjadi lebih mudah. Misalnya, ia menggunakan XML sebagai tipe aslinya dan skema

pengalamatan yang intuitif bagi manusia. Format pengalamatannya adalah nama@domain.com, yang memfasilitasi komunikasi antar orang, karena format ini mudah dikenali dan umum digunakan pada program email dan IM.

Dalam konteks IIoT, XMPP mungkin memiliki beberapa fitur berguna seperti pengalamatan perangkat yang ramah pengguna. Pengendali manusia akan mudah mengidentifikasi dan menangani perangkat menggunakan ponsel cerdas dan URL sederhana. Namun, kita harus menyadari bahwa XMPP pada awalnya dirancang untuk penggunaan manusia; itu tidak dirancang untuk menjadi cepat. Memang sebagian besar penerapan XMPP menggunakan polling, atau bahkan hanya berdasarkan permintaan untuk memeriksa keberadaan. Oleh karena itu, performa XMPP didasarkan pada persepsi manusia terhadap waktu nyata, yaitu dalam hitungan detik, bukan mikrodetik.

Selain itu, XMPP berkomunikasi melalui HTTP dengan menggunakan TCP/IP, yang dikombinasikan dengan payload XML, akan membuat protokol ini cocok untuk ponsel cerdas dan perangkat cerdas di mana overhead protokol tidak menjadi masalah. Perangkat kecil berdaya rendah tidak akan memiliki kemampuan pemrosesan untuk menangani campuran TCP/IP, HTTP, dan XML. Oleh karena itu, XMPP paling cocok untuk proses industri yang memiliki antarmuka yang dikelola manusia yang mengutamakan keamanan, kemampuan pengalamatan, dan skalabilitas dibandingkan kinerja waktu nyata.

10.7 AMQP

Protokol Antrean Pesan Lanjutan (AMQP) tidak sepenuhnya merupakan protokol publikasi/berlangganan, melainkan seperti namanya, protokol antrian. AMQP tidak berasal dari IoT tetapi berakar pada industri keuangan dan perbankan. Hasilnya, AMQP dapat dianggap sebagai protokol antrian yang tangguh dan memberikan keandalan tingkat tinggi bahkan ketika mengelola antrian ribuan pesan, seperti transaksi perbankan.

Karena berakar pada industri perbankan, AMQP dirancang agar sangat andal dan mampu melacak setiap pesan atau transaksi yang diterimanya. Akibatnya, AMQP beroperasi melalui TCP/IP tetapi juga memerlukan pengakuan ketat atas penerimaan pesan dari penerima.

Namun, meskipun bukan merupakan protokol publikasi/langganan yang sebenarnya, AMQP sangat melengkapi protokol publikasi/langganan lainnya, karena memberikan antrian dan pelacakan pesan yang sangat andal, yang merupakan persyaratan dalam beberapa kasus penggunaan IIoT. AMQP juga diterapkan di tingkat server dalam domain operasi dan manajemen untuk membantu analisis dan manajemen data.

10.8 DDS

Berbeda dengan model publikasi/langganan lainnya, Layanan Distribusi Data (DDS) menargetkan perangkat yang secara langsung menggunakan data perangkat. Misalnya, alih-alih menjadi protokol perangkat-ke-server, di mana server mengumpulkan data dari perangkat dalam topologi point-to-point atau star, seperti MQTT, DDS mendistribusikan data ke perangkat lain di bus sehingga dianggap sebagai perangkat-protokol ke perangkat.

Meskipun antarmuka dengan perangkat lain adalah tujuan desain DDS dan ini berarti komunikasi dan kolaborasi yang cepat antar perangkat pada segmen yang sama, protokol ini juga mendukung interaksi perangkat-ke-server. Tujuan utama DDS adalah untuk menghubungkan perangkat ke perangkat lain. Ini adalah standar middleware berpusat pada data yang berakar pada teknologi berkinerja tinggi, eksplorasi ruang angkasa, pertahanan, dan aplikasi tertanam dalam industri. DDS dapat diakses dari jarak jauh dan secara efisien mempublikasikan jutaan pesan per detik ke banyak pelanggan secara bersamaan. Selain itu, DDS dapat menyimpan dan meneruskan pesan, jika pelanggan sedang offline.

Konsep di balik cara DDS menangani model terbitkan/berlangganan adalah bahwa perangkat memerlukan data secara real-time karena kecepatan perangkat. Dalam konteks ini, “waktu nyata” sering kali diukur dalam mikrodetik. Hal ini sering kali terjadi karena dalam skenario IIoT, perangkat perlu berkomunikasi dengan banyak perangkat lain dengan cara yang rumit, untuk memenuhi aplikasi yang membutuhkan waktu yang mendesak. Oleh karena itu, aliran data berorientasi koneksi point-to-point TCP/IP yang lambat dan andal terlalu lambat dan membatasi. Sebaliknya, DDS menawarkan kontrol kualitas layanan (QoS) yang terperinci, multicast, keandalan yang dapat dikonfigurasi, dan redundansi yang meluas. DDS juga menyediakan cara untuk memfilter dan mempublikasikan ke pelanggan tertentu dan mereka dapat ribuan tujuan secara bersamaan, tanpa penundaan waktu seperti model broker. DDS juga dapat mendukung DDS versi ringan yang berjalan di lingkungan terbatas seperti pada perangkat berdaya rendah.

DS mampu memenuhi tuntutan sistem IIoT berkinerja tinggi karena DDS mengimplementasikan komunikasi “bus” perangkat-ke-perangkat langsung dengan model data relasional. Data relasional ini disebut “bus data” dan serupa dengan cara database mengontrol akses ke data yang disimpan. Ia mengontrol akses secara efisien dan memastikan integritas data bersama, meskipun data tersebut dapat diakses oleh banyak pengguna secara bersamaan. Tingkat kontrol data yang tepat dalam jaringan multi-perangkat inilah yang dibutuhkan oleh banyak perangkat berperforma tinggi untuk berkolaborasi sebagai satu sistem.

DDS dirancang untuk sistem berkinerja tinggi sehingga sangat cocok untuk aplikasi IIoT seperti sistem manufaktur, pembangkit listrik tenaga angin, integrasi rumah sakit, pencitraan medis, sistem pelacakan aset, serta pengujian dan keselamatan otomotif. Protokol terbitkan/berlangganan lainnya menggunakan TCP/IP untuk keandalan. Namun TCP/IP perlu, untuk menyediakan komunikasi yang andal, sesi end-to-end yang harus dibuat untuk mengirimkan data pada saat itu. UDP, sebaliknya, tidak memiliki koneksi. Itu menyala dan lupa. UDP cepat tetapi pada dasarnya tidak dapat diandalkan.

Namun, bagaimana jika Anda memang membutuhkan transfer data yang andal tetapi koneksi selalu tidak dapat dilakukan? UDP mungkin tampak sebagai prospek yang bagus, karena cepat dan UDP dapat disiarkan ke banyak receiver tanpa terlalu banyak overhead. Namun, Anda tidak ingin kehilangan data berharga saat komunikasi tidak memungkinkan. Ingatlah bahwa UDP mengirim sekali dan itu saja. Demikian pula, dalam kondisi di mana pembuatan koneksi tidak memungkinkan, TCP/IP tidak akan mampu mengirimkan data. Hanya

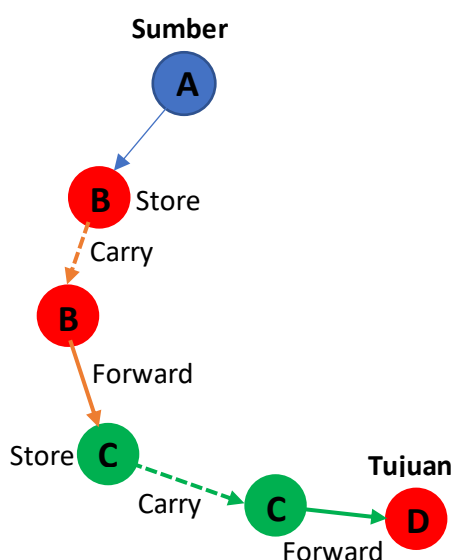
setelah membuat sesi barulah ia mengirimkan data terkini. Oleh karena itu, protokol ideal untuk skenario IIoT adalah protokol yang memiliki kemampuan menyimpan dan meneruskan.

10.9 JARINGAN TOLERANSI PENUNDAAN (DTN)

Ini adalah masalah yang dihadapi NASA saat mengirimkan wahana antariksa ke luar angkasa. TCP/IP tidak dapat diterima karena tidak selalu ada sarana untuk membuat koneksi dengan wahana antariksa, dan UDP juga tidak berguna karena data berharga akan hilang begitu saja, karena kebakaran dan lupa. Masalah yang dihadapi NASA adalah bagaimana mereka dapat memastikan bahwa meskipun tidak ada koneksi radio dengan wahana tersebut misalnya, ketika wahana tersebut menghilang di belakang sebuah planet data yang dihasilkan oleh wahana tersebut, yang dapat mereka simpan secara lokal, dapat dikirimkan ke kendali darat secara keseluruhan, setelah terjadi kontak radio.

Hasil penelitian mereka adalah adopsi protokol DTN, yang memiliki atribut lain, yaitu kemampuan menyimpan dan meneruskan. DTN adalah solusi pilihan untuk perangkat dan aplikasi IIoT yang sangat jarak jauh dan mobile dan merupakan dasar dari protokol middleware yang kita gunakan saat ini dalam situasi Internet Industri real-time.

DTN ternyata sempurna untuk banyak aplikasi IoT karena bekerja pada basis penyimpanan, pengangkutan, dan penerusan (lihat Gambar 8-2). Misalnya, node pengirim adalah sensor di IoT, dan ia mengumpulkan dan menyimpan data (menyimpan) hingga bersentuhan (membawa) dengan node lain, yang mana ia dapat meneruskan informasi tersebut (meneruskan). Node penerima kemudian menyimpan data tersebut dan membawanya dalam perjalanannya hingga dapat meneruskan data tersebut ke node lain. Dengan cara ini data diteruskan melalui jaringan hingga mencapai tujuannya. Intinya di sini adalah bahwa penundaan variabel yang besar dapat ditoleransi karena perhatian utama adalah pengiriman data ke tujuan melalui jaringan yang terputus-putus dan tidak dapat diandalkan.



Gambar 10.3. DTN bekerja berdasarkan penyimpanan, pengangkutan, dan penerusan

DTN memiliki banyak aplikasi di dunia IoT, misalnya Internet antarplanet, pemantauan satwa liar, komunikasi medan perang, dan komunikasi Internet di daerah pedesaan. Ketika desa-desa tidak memiliki infrastruktur komunikasi, komunikasi masih dapat dilakukan meskipun lambat. Cara kerjanya, pihak desa membangun booth yang berisi PC dan peralatan komunikasi yang menjalankan protokol DTN. Pesan penduduk desa disimpan secara lokal di perangkat DTN. Bus lokal yang melayani wilayah tersebut dan menghubungkan desa-desa membawa router Wi-Fi yang menghubungkan/menyambung ke peralatan DTN ketika berada dalam jangkauan.

Alhasil pesan diteruskan dari terminal desa DTN ke peralatan data di bus. Bus kemudian membawa data tersebut dalam perjalanannya dari desa ke desa, mengumpulkan dan menyimpan lebih banyak data seiring perjalanan. Akhirnya ketika bus kembali ke kota atau depot kota, ia meneruskan data yang telah dikumpulkannya dalam perjalanannya ke router yang terhubung ke Internet dan data tersebut dikirimkan ke tujuan akhirnya melalui Internet. Lalu lintas Internet kembali ditangani dengan cara yang sama, dengan bus mengirimkan lalu lintas kembali (pesan) kembali ke setiap desa pada perjalanan berikutnya. Ini hanyalah versi digital tentang bagaimana surat dikirimkan pada suatu waktu.

DTN dapat menyimpan data carry-forward dalam jarak jauh tanpa koneksi langsung antara sumber dan tujuan. Meskipun dapat dikatakan bahwa pada contoh sebelumnya bus merupakan jalur antara sumber dan tujuan dan tidak acak. Saat menangani komunikasi dalam jaringan acak, misalnya saat melakukan pelacakan satwa liar, tidak ada bus reguler yang lewat sehingga kita harus memanfaatkan node relai lain untuk menyimpan, membawa, dan meneruskan data. Saat kami menggunakan jaringan ad-hoc seluler ini, ada beberapa taktik yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi. Salah satu metodenya disebut teknik epidemi, dan inilah cara pemegang data meneruskannya ke node relai lain yang ditemuinya. Metode ini mungkin efektif namun boros sumber daya dan overhead yang tinggi karena mungkin ada banyak salinan data yang dibawa dan diteruskan ke seluruh jaringan.

Salah satu solusi terhadap inefisiensi teknik epidemi disebut Prophet, yang merupakan singkatan dari Probabilistic Routing Protocol using History of Encounters and Transitivity. Nabi memitigasi beberapa inefisiensi epidemi dengan menggunakan algoritma untuk mencoba mengeksploitasi pertemuan node perjalanan yang tidak acak. Hal ini dilakukan dengan mempertahankan serangkaian probabilitas bahwa node yang ditemuinya memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk dapat menyampaikan pesan data dibandingkan node itu sendiri.

Semprot dan Tunggu adalah metode pengiriman lain yang menetapkan batasan ketat pada jumlah replikasi yang diperbolehkan pada jaringan ad-hoc. Dengan melakukan hal ini, hal ini meningkatkan kemungkinan keberhasilan penyampaian pesan sekaligus membatasi pemborosan sumber daya. Hal ini terjadi karena ketika pesan awalnya dibuat pada node sumber, pesan tersebut diberi sejumlah replikasi yang diizinkan dan dapat hidup berdampingan di jaringan. Node sumber kemudian diizinkan untuk meneruskan pesan hanya ke jumlah node relai yang tepat. Node relai setelah menerima pesan kemudian masuk ke fase

tunggu di mana mereka membawa pesan mereka tidak akan meneruskannya ke relai lain sampai mereka langsung menemui tujuan yang dituju. Baru setelah itu mereka akan keluar dari keadaan menunggu dan meneruskan pesan tersebut ke penerima yang dituju.

Seperti yang baru saja kita lihat dengan DTN, IoT dapat bekerja bahkan di wilayah paling terpencil dan lingkungan yang tidak ramah. Karena tidak memerlukan konektivitas yang konstan, ia dapat menangani koneksi jaringan ad-hoc yang terputus-putus dan penundaan pengiriman yang lama. Namun, hal ini terjadi di daerah terpencil yang mengirimkan sejumlah kecil data dalam aplikasi khusus pelacakan satwa liar dan kondisi medan perang, misalnya. Di sebagian besar aplikasi IoT, kami memiliki masalah lain, yaitu menangani banyak data—data dalam jumlah yang sangat besar.

Oleh karena itu, untuk sebagian besar kasus penggunaan Internet Industri, penekanannya adalah pada sistem terukur yang andal menggunakan protokol dan arsitektur yang deterministik dan andal seperti yang saat ini diterapkan di lingkungan M2M dalam pengaturan manufaktur.

BAB 11

TEKNOLOGI DAN PROTOKOL IOT INDUSTRI WAN

11.1 PENDAHULUAN

Perbedaan inti antara arsitektur M2M dan IoT Industri adalah interaksinya dengan Internet. Konektivitas Internet memungkinkan sistem M2M yang berlokasi di lokasi terpencil untuk berkomunikasi melampaui batas alaminya. Hal ini memfasilitasi kolaborasi antar perangkat, pelanggan, mitra, dan rantai pasokan di seluruh dunia.

Internet telah merevolusi komunikasi data. Sebelumnya, rangkaian saluran sewaan point-to-point, frame-relay, atau sirkuit ATM yang mahal harus disewa dari penyedia layanan telekomunikasi untuk mengelola komunikasi data jarak jauh, secara regional atau internasional. Internet telah mengubah cara komunikasi data ditangani secara global dan sekarang yang diperlukan hanyalah satu koneksi Internet ke penyedia layanan lokal, dan Internet akan menemukan entitas jarak jauh dan mengatur koneksi yang diperlukan antara host-host ini. Untuk memberikan keamanan dan meniru sirkuit multi-titik jalur sewa dan hub-spoke seperti frame relay, perusahaan dapat menggunakan tulang punggung Internet untuk membangun VPN antar situs, menjadikan penyediaan konektivitas antar situs menjadi sangat efisien, andal, pribadi, dan murah.

Namun, keandalan tersebut bergantung pada tujuannya; misalnya untuk koneksi VPN singkat dan sesekali dari para pejuang jalanan ke kantor pusat mereka, VPN broadband Internet tentu saja cukup dapat diandalkan. Masalahnya muncul ketika kita membutuhkan, seperti halnya dengan banyak aplikasi perusahaan dan IIoT, koneksi 24/7, 365 hari setahun, misalnya ke penyedia cloud. Dalam kasus khusus ini, koneksi Internet nirkabel broadband kemungkinan besar tidak akan memenuhi tingkat keandalan layanan dan waktu aktif yang disyaratkan. Oleh karena itu, kita harus memahami bahwa tidak semua koneksi Internet memiliki kualitas atau keandalan yang sama, sehingga kita perlu memilih konektivitas Internet dengan bijak.

Pilihan konektivitas Internet untuk IIoT sangat bervariasi tergantung pada tujuan spesifiknya; perangkat misalnya dalam jaringan proximity memiliki persyaratan kinerja dan tingkat layanan yang berbeda, hingga koneksi Internet antara sistem operasi dan manajemen pabrik dan cloud. Pilihan WAN yang umumnya tersedia di wilayah perkotaan berbeda dengan yang ditawarkan oleh penyedia layanan di wilayah pedesaan dan kualitas, keandalan, serta keluarannya juga kemungkinan besar akan jauh lebih rendah.

Oleh karena itu, ketika mempertimbangkan teknologi WAN yang cocok untuk konektivitas Internet Industri yang praktis dan layak secara finansial untuk proyek yang memerlukan kinerja tinggi untuk interkoneksi antara stasiun jarak jauh, kantor pusat, dan antarmuka cloud atau pusat data, pertimbangkan hal berikut;

- Ketersediaan
- Bandwidth
- Biaya

- Manajemen
- Aplikasi
- SLA dan keandalan
- QoS

11.2 TEKNOLOGI WAN YANG DITAWARKAN OLEH PENYEDIA LAYANAN

Di beberapa wilayah geografis (seperti di beberapa wilayah Afrika dan Asia), Anda mungkin terbatas pada saluran komunikasi WAN lama seperti berikut:

- **ISDN**—Merupakan teknologi Circuit-Switched dan hadir dalam dua versi—ISDN tarif dasar (B-ISDN), yang merupakan dua saluran telepon dasar yang dibundel bersama-sama menyediakan 128Kbps dan biasanya dipasang di kantor kecil dan rumah untuk akses internet pada masa lalu. hari modem dial-up. Versi ISDN tingkat primer (PRI) yang lebih besar, hadir dalam T1 (AS) atau E1 (Eropa dan sebagian besar dunia). Ini adalah kumpulan saluran telepon standar 56kbps yang masing-masing menghasilkan 1,5Mbps (T1) dan 2,0Mbps (E1). PRI sebagian besar digunakan pada trunk telepon PSTN tetapi juga digunakan secara luas untuk backhaul di jaringan seluler 2G dan GPRS.
- **Frame relay**—Teknologi serial sinkron ini masih ada di banyak belahan dunia. Frame relay disediakan oleh penyedia layanan Telco yang membangun PVC (Permanent Virtual Circuits) di seluruh infrastruktur mereka untuk membangun jaringan multi-akses global.
- **ATM**—Teknologi sirkuit-switched lama lainnya yang menggunakan konsep PVC yang sama dengan frame relay. Namun ATM menggunakan sel kecil berukuran 53-byte, dengan payload 48-byte, yang membuat rasio overhead terhadap payload tidak sesuai untuk sebagian besar jenis lalu lintas data. Sifat ATM yang sinkron dan ukuran sel yang tetap menjadikannya ideal untuk aplikasi suara dan video yang andal, karena kinerjanya bersifat deterministik. ATM paling sering ditawarkan melalui sirkuit khusus atau melalui sirkuit data 2G/GPRS.

Di negara-negara maju, pilihan teknologi WAN akan bervariasi tergantung pada kebutuhan pelanggan. Yang paling umum adalah:

- **xDSL**—Ini adalah teknologi saluran tetap yang sangat populer yang ditawarkan oleh penyedia layanan Telco karena dapat memanfaatkan saluran telepon yang ada. Dengan menggunakan tembaga loop lokal untuk menghubungkan modem/router DSL lokal ke DSLAM di lokasi Telco, layanan DSL dapat disediakan dengan murah dan efisien. Alternatifnya adalah menggunakan fiber, yang dulunya langka dan mahal, namun kini jauh lebih umum karena permintaan bisnis akan kecepatan data yang semakin tinggi tampaknya tidak pernah terpuaskan. DSL cocok untuk back-end IIoT dan interkoneksi cloud karena cepat dan andal. Selain itu, beberapa sirkuit xDSL dapat digabungkan menggunakan teknik seperti WAN yang ditentukan perangkat lunak (SD-WAN) untuk memberikan keandalan dan throughput yang lebih baik dengan menggabungkan bandwidth yang tersedia. Salah satu kelemahan xDSL adalah bandwidth yang diiklankan dibagi di antara pelanggan dan penyedia layanan menjual kapasitas tautan secara

berlebihan, karena sifat TCP/IP yang runcing dan kebiasaan menjelajah Internet. Oleh karena itu, rasio pertikaian jumlah pelanggan lain yang berbagi bandwidth dengan Anda bisa mencapai 50:1 untuk penggunaan perumahan dan 10:1 untuk penggunaan bisnis.

- **SDH/Sonnet**—Teknologi cincin optik ini biasanya diterapkan sebagai inti transportasi penyedia layanan karena teknologi ini menyediakan transportasi berkecepatan tinggi, berkapasitas tinggi, dan sangat andal serta toleran terhadap kesalahan untuk data di wilayah geografis yang terkadang sangat luas. Namun, untuk pelanggan yang memerlukan tautan data berkecepatan tinggi di wilayah geografis yang luas, biasanya cincin serat optik perusahaan atau perusahaan besar memiliki kinerja tinggi, sangat andal, dan berbiaya tinggi. Soneta dan SDH adalah protokol transport yang merangkum data muatan dalam bingkai sinkron tetap. Dengan menggabungkan frame, SDH/Sonnet dapat menangani muatan yang lebih tinggi, dan karenanya throughput yang lebih tinggi. Ethernet dapat dibawa melalui SDH/Sonnet karena netralitas protokolnya dan varian kecepatan tinggi. Peta 10G, 40G, dan 100G langsung ke OUT-2, OUT-3, dan OUT-4. SDH/Soneta masih banyak digunakan, Soneta digunakan di Amerika Serikat dan SDH di Eropa dan seluruh dunia.
- **MPLS—IP/MPLS** adalah teknologi tulang punggung penyedia layanan yang modern dan paling umum saat ini. MPLS telah menggantikan jalur sewa, frame-relay, dan ATM lama di sebagian besar negara, namun tidak di semua negara. Oleh karena itu, ketika Anda membeli jalur sewaan atau LAN pribadi, kemungkinan besar Anda akan ditawarkan kabel atau LAN pribadi MPLS dari penyedia. MPLS menggunakan teknologi peralihan cepat yang menggunakan label untuk merangkum protokol lain. MPLS dapat merangkum dan mengalihkan apa pun, yang membuatnya sangat fleksibel dalam jaringan penyedia layanan Telco. MPLS dapat mengalihkan Ethernet melintasi area yang luas menggunakan VPN lapisan-2 atau merutekan lalu lintas menggunakan VPN lapisan-3. Layanan Ethernet dijual sebagai jalur pribadi sewaan virtual atau LAN. MPLS cepat, sangat andal, aman, dan mudah dikelola dari sudut pandang pengguna. Namun, penyediaannya mungkin lambat, tidak tersedia di beberapa wilayah, dan mahal.
- **3G/4G/LTE**—Broadband operator telah berkembang pesat dalam dekade terakhir dengan peningkatan besar dalam penanganan data melalui jaringan broadband operator seluler, sejak awal hingga akhir tahun 2000-an dengan munculnya 2G dan GPRS. Namun GPRS memiliki relevansi IloT, karena masih berguna dalam interkoneksi perangkat di daerah terpencil. Namun, dengan dinonaktifkannya jaringan 2G, hal ini mungkin tidak akan bertahan lama lagi. 3G/4G dan LTE memiliki kemampuan broadband dengan ketersediaan throughput data yang tinggi. Ini adalah jejak jangkauan 3G/4G dan LTE yang luas yang membuatnya sangat menarik untuk aplikasi IloT di perkotaan dan pedesaan. Namun memiliki kekurangan jika digunakan untuk konektivitas perangkat karena membutuhkan daya yang tinggi sehingga memiliki daya tahan baterai yang buruk. Kegagalan tersebut dapat diatasi dengan menghubungkan banyak perangkat ke router 3G lokal, misalnya dalam topologi hub-spoke, yang dapat memanfaatkan layanan yang tersedia dengan lebih baik. Namun, karena jaringan seluler dirancang untuk data suara dan broadband, harga

paket data dan SIM untuk router jarak jauh bisa jadi mahal. Operator seluler mulai menawarkan paket layanan IoT sehingga hal ini mungkin berubah, namun meskipun harganya turun, desain jaringan yang melekat tidak akan berubah, dan hal ini akan tetap membuatnya tidak efisien secara teknis untuk perangkat yang hanya berkomunikasi dalam jumlah kecil, dan sesekali.

- **DWDM**—Jaringan optik transportasi inti yang paling canggih dan biasanya hanya terjangkau bagi penyedia layanan dan perusahaan besar. DWDM membawa data yang datang dari sumber berbeda melalui pembawa optik yang sama secara bersamaan. Ia mengelolanya dengan melakukan multiplexing sumber data menggunakan multipleksor tambah/jatuhkan optik dan menempatkan masing-masing sumber pada panjang gelombang optik yang berbeda untuk diangkut melintasi serat optik. Dengan memanfaatkan filter optik, panjang gelombang yang merambat pada frekuensi berbeda dapat dipisahkan di tujuan dan data diekstraksi. DWDM sangat meningkatkan kemampuan serat optik karena, dengan menggunakan panjang gelombang yang berbeda untuk mengangkut sumber data yang berbeda secara independen tetapi secara bersamaan melintasi untai serat optik yang sama, mereka menciptakan serat virtual. DWDM saat ini dapat mendukung 80 saluran dengan panjang gelombang berbeda, dengan masing-masing saluran membawa data dengan kecepatan bit 2,5Gbps. DWDM biasanya digunakan di tulang punggung penyedia layanan, jaringan inti seluler, jaringan metro-Ethernet, dan bahkan untuk menghubungkan pusat data perusahaan menggunakan peralihan lapisan-2 melalui DWDM. DWDM merupakan mekanisme transportasi utama berkapasitas tinggi dan berkinerja tinggi saat ini dan menjadi populer untuk sambungan titik-ke-titik pendek dan menengah serta untuk cincin inti jarak jauh.
- **FTTX**—Fiber ke rumah/pinggiran jalan/jalan merupakan varian dari portofolio WAN jalur tetap penyedia layanan untuk menghadirkan aplikasi berkinerja tinggi, seperti IPTV dan triple play, melalui fiber ke lokasi. Kabel serat optik memiliki kapasitas dan throughput yang hampir tidak terbatas dengan data bergerak dengan kecepatan cahaya melalui saluran kaca di dalam kabel serat. FTTX dikirimkan dalam beberapa cara dari penyedia layanan ke gedung dan beberapa akan menggunakan jaringan optik aktif, yang menyediakan satu serat khusus untuk dijalankan. Hal ini mungkin akan sangat mahal meskipun dalam lingkungan dan aplikasi yang sangat aman hal ini mungkin dapat diterima. Konfigurasi FTTX yang lebih sering digunakan adalah mengirimkan FTTX melalui PON (jaringan optik pasif). PON menggunakan pemisah optik pasif untuk membagi sinyal optik sehingga dapat dibagikan antar pelanggan. Pembagi optik dapat membuat delapan hingga 64 cabang, meskipun mungkin lebih banyak lagi.
- **Modem Kabel**—Teknologi ini lebih cocok untuk aplikasi IoT konsumen, namun tidak diragukan lagi teknologi ini memiliki banyak kasus penggunaan di IloT. Teknologi kabel memerlukan modem kabel yang menyediakan transmisi data berkecepatan tinggi melalui jalur koaksial atau serat yang mentransmisikan televisi kabel, atau layanan triple-play.
- **Optik Ruang Bebas**—Kadang-kadang infrastruktur komunikasi tidak tersedia, baik telepon tetap maupun nirkabel. Hal ini sering terjadi di daerah pedesaan terpencil di negara-

negara berkembang. Meskipun terdapat operator nasional layanan seluler dan telepon tetap, karena alasan keuangan mereka tidak menyediakan layanan tersebut. Satu-satunya jalan keluar adalah membangun jaringan Anda sendiri. Optik ruang bebas dapat menjadi solusi ideal untuk membangun tautan Ethernet berkinerja tinggi titik-ke-titik. Dengan kecepatan hingga 10Gbps dan jangkauan hingga 3-5 km, ini adalah cara yang sangat terjangkau untuk melakukan backhaul lalu lintas atau menghubungkan lokasi terpencil ke jaringan terdekat. Namun, FSO sangat rentan terhadap cuaca dan kondisi atmosfer—kabut dan badai pasir merupakan pembunuh FSO. Akibatnya, sistem FSO cenderung hybrid dengan radio broadband internal untuk fail-over jika terjadi kehilangan sinyal pada link FSO. Meskipun fail-over berfungsi dengan baik, throughput turun ke tingkat yang seringkali tidak dapat diterima, yaitu sekitar 10-20 Mbps.

- **WiMax**—Teknologi gelombang mikro RF berkecepatan tinggi yang menyediakan hingga 1Gbps dan dirancang sebagai akses broadband jarak jauh dibandingkan DSL dan kabel saingannya. Ada banyak minat terhadap WiMax karena dianggap sebagai saingan teknologi seluler LTE; namun sebagian besar minat tersebut telah berkurang karena dominasi LTE. WiMax bekerja mirip dengan Wi-Fi tetapi pada jarak yang jauh lebih jauh, sehingga cocok untuk aplikasi IIoT, di mana layanan tersedia. WiMAX dirancang untuk akses broadband seluler, IPTV, dan pengiriman triple play serta backhaul telekomunikasi, sehingga dioptimalkan seperti 3G/4G dan LTE untuk throughput yang besar. Dengan WiMAX, jangkauan 50km dapat dicapai namun mengorbankan bit-rate. Namun, jika kecepatan bit tinggi bukan prioritas, seperti yang biasanya tidak terjadi pada perangkat jarak jauh IIoT, jarak yang lebih jauh pun dapat dicapai.
- **VSAT**—Very Small Aperture Terminal adalah teknologi komunikasi satelit yang digunakan untuk menghantarkan Internet broadband dan komunikasi jaringan pribadi. VSAT sangat ideal untuk lokasi yang sangat terpencil di mana mungkin tidak ada jangkauan jaringan seluler, seperti di kapal di laut, anjungan minyak/gas, kamp pertambangan, atau untuk komunikasi dalam operasi lapangan yang terpencil. VSAT dapat digunakan untuk layanan Internet, email, akses web, bahkan VoIP dan video. Dalam kasus penggunaan IIoT, VSAT dapat memainkan peran penting karena jangkauan cakupannya yang luas.

Ini adalah alternatif WAN jarak jauh yang menghubungkan bisnis ke pusat data dan dapat beroperasi sesuai konfigurasinya. Namun, dalam desain IIoT, khususnya di daerah perkotaan dan pedesaan di mana ratusan atau ribuan sensor dapat dikerahkan, kita memerlukan teknologi lain yang dapat menangani lalu lintas rendah dengan harga terjangkau.

Perangkat IIoT Teknologi WAN Berdaya Rendah yang Dioptimalkan untuk M2M. Dalam banyak kesempatan, kita perlu menyambungkan perangkat edge ke Internet yang terletak di luar ruangan, seperti jarak jauh di daerah perkotaan atau pedesaan dan tidak memiliki konektivitas yang tersedia. Ini adalah masalah sehari-hari yang harus dihadapi oleh para perancang sistem IIoT dalam aplikasi teknik industri dan sipil.

Meskipun ada banyak aplikasi IIoT yang beragam untuk komunikasi WAN berdaya rendah, ada beberapa kesamaan yang harus disediakan oleh teknologi tersebut. Prasyarat ini meliputi:

- *Biaya Rendah*—Biaya selalu penting dalam desain IIoT dan memiliki bobot yang sangat besar ketika mempertimbangkan teknologi WAN berdaya rendah. Alasan mendasarnya adalah ketika mempertimbangkan aplikasi akses jarak jauh, perancang akan mengantisipasi kebutuhan 100 atau bahkan 1.000 perangkat endnode, sensor, atau aktuator. Jika kita mempertimbangkan inisiatif IIoT metropolitan untuk manajemen lalu lintas yang cerdas, jutaan endnode dapat diterapkan di wilayah yang luas. Konsekuensinya, perancang harus mempertimbangkan modal dan biaya operasional teknologi WAN berdaya rendah ketika tertanam dalam sebuah perangkat.
- *Konsumsi Energi Yang Rendah*—Kendala desain utama lainnya adalah betapa hausnya daya pada teknologi WAN. Terkait dengan biaya, desain ini akan memerlukan 1000-an endnode dan masing-masing endnode kemungkinan akan memerlukan sumber dayanya sendiri, meskipun beberapa di antaranya akan mampu menghasilkan energi, yang merupakan nilai tambah yang besar. Masalah dengan komunikasi nirkabel radio adalah dibutuhkan banyak energi untuk mengirimkan sinyal dan sebagian besar endnode terpicil kemungkinan besar akan didukung oleh baterai mini-button, yang tidak memerlukan waktu berbulan-bulan tetapi bertahun-tahun untuk dapat bertahan hidup. Jika kurang dari itu, hal ini bisa menjadi mimpi buruk logistik yang sangat mahal. Misalnya, bayangkan pelacakan, pemantauan, dan penggantian satu juta baterai di perangkat akhir sistem manajemen lalu lintas metropolitan.
- *Jangkauan Pengoperasian*—Jangkauan pengoperasian teknologi WAN juga memiliki manfaat biaya dan efisiensi. Fenomena ini dapat ditunjukkan dengan perlunya perangkat edge untuk terhubung melalui titik akses atau gateway protokol yang terletak di antara endnode dan Internet atau infrastruktur TI dalam semua teknologi nirkabel. Semakin sedikit gateway protokol dan titik akses yang diperlukan, semakin efisien desainnya dan semakin murah keseluruhan sistemnya. Demikian pula, semakin besar jangkauan RF setiap titik akses dan node akhir, semakin tinggi jumlah node akhir yang dapat digunakan dalam lingkup pengaruh titik akses tersebut. Di wilayah perkotaan atau pinggiran kota, posisi titik akses yang strategis dapat menghasilkan cakupan yang dapat mencakup area yang luas, sehingga mengurangi biaya desain secara keseluruhan.
- *Faktor Bentuk Kecil*—Tidak semua perangkat WAN berdaya rendah memerlukan miniaturisasi, namun dalam beberapa kasus, hal ini merupakan faktor penting dalam desain. Dengan bobotnya yang ringan dan mini, radio dan antena dapat dipasang dan disembunyikan dengan mudah di hampir semua kasus penggunaan. Namun, faktor bentuk yang kecil dapat memengaruhi pilihan atau sumber daya.
- *Skalabilitas*—Jaringan harus mampu berkembang, karena semakin banyak permintaan terhadap jaringan yang pasti akan datang seiring berjalannya waktu. Oleh karena itu, titik akses harus mampu menangani pertumbuhan tambahan yang wajar tanpa mengeluarkan biaya tambahan untuk infrastruktur titik akses. Demikian pula, spektrum frekuensi merupakan pertimbangan penting terutama ketika beroperasi pada pita frekuensi yang tidak berlisensi karena kebisingan dan interferensi dari jaringan nirkabel tetangga yang beroperasi pada bandwidth dan saluran frekuensi yang sama akan menyebabkan konflik.

Kadang-kadang dalam kasus yang lebih buruk di daerah perkotaan, mungkin tidak tersedia saluran frekuensi gratis dan tidak berlisensi.

Ini hanyalah beberapa persyaratan dari solusi jaringan WAN berdaya rendah. Namun, ada banyak faktor lain yang diinginkan yang bersifat spesifik pada aplikasi, sehingga sebagai hasilnya banyak teknologi WAN berdaya rendah bermunculan untuk memenuhi kasus penggunaan tertentu, sehingga menghasilkan serangkaian teknologi dan protokol yang saling bersaing. Pengamatan lebih dekat pada beberapa atribut yang diinginkan untuk jaringan WAN berdaya rendah mengungkapkan mengapa terdapat teknologi baru yang diperlukan untuk memenuhi beragam kriteria desain. Misalnya, roaming adalah kemampuan perangkat untuk bergerak di sekitar jaringan dan melintasi sel titik akses secara mulus tanpa gangguan komunikasi. Hal ini tidak sama dengan roaming dalam terminologi operator jaringan seluler, di mana perangkat dapat beroperasi dengan lancar di jaringan mitra, seperti ponsel yang digunakan di dalam mobil yang bepergian keliling negara dan memasuki wilayah MNO lainnya. Dalam beberapa kasus penggunaan, hal ini tentu saja mungkin diperlukan, namun dalam penerapan WAN berdaya rendah, cukup berpindah ke jaringan rumah perangkat saja sudah cukup.

Beberapa pertimbangan lain mengenai jaringan WAN berdaya rendah adalah kemampuan teknologinya untuk menangani transmisi kecil dan jarang. Banyak aplikasi, terutama di IIoT, memantau sensor jarak jauh pada perangkat dan ini mungkin hanya memerlukan sejumlah kecil data dan jarang. Misalnya, aplikasi pelacakan GPS hanya dapat mengirimkan data lokasinya setiap jam sekali. Demikian pula, beberapa perangkat mungkin tertidur atau keluar dari jangkauan jaringan selama berminggu-minggu sebelum memicu transmisi data kecil. Perangkat jenis ini pada dasarnya tidak cocok untuk layanan data 3G/4G atau LTE, karena perangkat tersebut tidak akan pernah menggunakan bandwidth atau layanan yang tersedia dan mahal. Oleh karena itu, jaringan WAN berdaya rendah sering kali diharapkan memiliki throughput yang sangat terbatas untuk menangani ukuran pesan kecil dengan interval transmisi pendek, karena hal ini dapat menghemat masa pakai baterai.

Komunikasi dua arah juga merupakan hal yang hebat meskipun beberapa perangkat tidak memerlukan penerimaan informasi untuk menjalankan fungsinya sehari-hari; misalnya, untuk sensor suhu atau tingkat cahaya, setidaknya mungkin terdapat sarana untuk pembaruan jarak jauh, dan yang terpenting adalah manajemen perangkat, yang merupakan masalah besar dalam jaringan IIoT. Selain itu, dari sudut pandang keamanan, terdapat peluang bagi komunikasi dua arah untuk melakukan otentikasi dua arah pada titik akses dan perangkat. Hal ini dapat mencegah perangkat jahat bergabung dengan jaringan yang mungkin untuk tujuan jahat. Keamanan juga menjadi masalah pada titik akses, karena titik akses jahat sering kali muncul di jaringan seluler sehingga tidak mengherankan jika titik akses tersebut muncul di jaringan IIoT.

Keamanan juga bergantung pada lapisan yang ditentukan oleh teknologi WAN berdaya rendah karena beberapa mungkin menyediakan layanan lapisan yang lebih tinggi, sementara

yang lain mungkin beroperasi pada lapisan MAC/PHY terendah dan membiarkan lapisan OSI atas terbuka sesuai pilihan pengguna.

IIoT mencakup spektrum industri dan kasus penggunaan yang luas sehingga tidak ada teknologi WAN berdaya rendah yang dapat memenuhi setiap kebutuhan kasus penggunaan. Oleh karena itu, bermunculan beberapa teknologi yang menawarkan pilihan berbeda. Terkadang ada trade-off antara jangkauan dan throughput, atau masa pakai baterai dan frekuensi pengoperasian. Namun, setiap teknologi memiliki serangkaian atributnya masing-masing sehingga Anda dapat menemukan satu yang sesuai dengan kebutuhan Anda.

Telah banyak penelitian dan pengembangan untuk menghasilkan teknologi nirkabel IoT berdaya rendah yang cocok untuk perangkat jarak jauh berkemampuan rendah. Hasilnya adalah berkembangnya teknologi-teknologi baru, beberapa sudah diterapkan dan diuji di lapangan, sementara yang lain masih dalam pengembangan namun diperkirakan akan segera diterapkan. Daftar berikut ini tidak bersifat pasti karena teknologi dan protokol baru terus berkembang. Pemain teknologi utama di bidang WAN berdaya rendah dibahas pada bagian berikut.

11.3 SIGFOX

SigFox LP-WAN merupakan sistem end-to-end yang terdiri dari kehadiran modem bersertifikat dan diakhiri dengan aplikasi berbasis web. Pengembang harus memperoleh modem dari produsen bersertifikat untuk diintegrasikan ke dalam perangkat endnode IoT mereka. Alternatifnya, ada penyedia layanan pihak ketiga yang menyediakan jaringan titik akses yang kompatibel dengan SigFox untuk menangani lalu lintas antara node akhir dan server SigFox. Server SigFox mengelola perangkat endnode di jaringan, mengumpulkan lalu lintas datanya, dan kemudian membuat data dan informasi lainnya tersedia bagi pengguna melalui API berbasis web.

Untuk memberikan keamanan, sistem SigFox menggunakan frekuensi hopping, yang mengurangi risiko intersepsi pesan dan pemblokiran saluran. Selain itu, SigFox menyediakan mekanisme anti-replay di server mereka untuk menghindari serangan replay. Konten dan format data yang dikirim dalam transmisi ditentukan oleh pengguna sehingga hanya pengguna yang mengetahui cara menafsirkan data perangkatnya.

NAMA STANDART	SIGFOX
Pita frekuensi	ISM 868MHz/902Mhz
Lebar Saluran	Pita ultra sempit
Jangkauan	30-50 Km (Pedesaan) 3-10 Km (Perkotaan)
EndNode Mengirimkan daya	1 – 20 dBm Hingga 20dBm
Ukuran Paket	12 byte
Kecepatan data Uplink	100Bps hingga 140 Pesan/hari
Kecepatan data Downlink	4 pesan 8 byte/hari
Perangkat titik Akses	I M
Topologi	Star
Roaming node akhir diperbolehkan	Ya

11.4 LORAWAN

Arsitektur LoRaWAN adalah struktur “bintang dari bintang” perangkat endnode yang terhubung melalui gateway untuk terhubung ke server jaringan. Cara kerja LoRaWAN adalah lompatan nirkabel antara endnode dan gateway menggunakan skema radio spektrum penyebaran milik Semtech, yang mereka sebut kicauan. Endnode berkomunikasi dengan mengirimkan gateway ketika mereka memiliki data untuk dikirim. Skema radio memungkinkan server jaringan untuk mengelola kecepatan data untuk setiap perangkat yang terhubung, yang memungkinkan koneksi LoRaWAN untuk memutuskan antara payload dan jangkauan tergantung pada kondisi radio lokal.

Topologi jaringan LoRaWAN memiliki tiga kelas perangkat endnode. Kelas A adalah perangkat dua arah, yang memiliki jendela transmisi uplink terjadwal dan dua jendela penerimaan downlink pendek. Perangkat Kelas B memiliki jendela downlink tambahan yang terjadwal dan perangkat Kelas C memiliki jendela penerimaan terbuka. Keamanan untuk LoRaWAN mencakup penggunaan jaringan unik dan kunci enkripsi perangkat.

Nama Standart	LoRaWAN
Pita frekuensi	ISM 433/868/780/915MHz
Lebar Saluran	EU: 8x 125kHz, US 64x125kHz/8x125kHz Modulasi: Chrip Spread Spectrum
Jangkauan	2-5 Km (Pedesaan), 15 Km (Perkotaan)
EndNode Mengirimkan daya	EU: < +14dBm US: < +27dBm
Ukuran Paket	Ditentukan pengguna
Kecepatan data Uplink	EU: 300 bps to 50k bps US: 900 – 100k bps
Kecepatan data Downlink	EU: 300 bps to 50k bps US: 900 – 100k bps
Perangkat titik Akses	Uplink: > 1 M Downlink: < 100k
Topologi	Star to Star
Roaming node akhir diperbolehkan	Ya

11.5 nWAVE

Teknologi nWave adalah teknologi radio topologi bintang ultra sempit (UNB) dan skema komunikasi. Perusahaan nWave menawarkan modul radio, modem, dan stasiun pangkalan untuk pengembang yang membangun jaringan pribadi mereka sendiri.

Nama Standart	nWave
Pita frekuensi	Sub-GHz ISM
Lebar Saluran	Ultra narrow Band
Jangkauan	10 Km (Pedesaan), 20-30 Km (Perkotaan)
EndNode Mengirimkan daya	25 – 100 mW
Ukuran Paket	12 Byte header, 2-20 Byte payload

Kecepatan data Uplink	100 bps
Kecepatan data Downlink	-
Perangkat titik Akses	1 M
Topologi	Star
Roaming node akhir diperbolehkan	Ya

11.6 DASH7

Protokol Dash7 mendefinisikan komunikasi antara endnode, sub-kontroler, dan gateway. Dalam topologi jaringan pada umumnya, node akhir berkomunikasi melalui sub-kontroler ke gateway. Jenis konfigurasi ini mengharuskan endnode secara berkala bangun dan memindai perintah apa pun dari sub-kontroler. Namun, jika endnode itu sendiri mempunyai pesan yang harus dikirim terlebih dahulu, sub-kontroler harus meminta sub-kontroler untuk memulai komunikasi dengan endnode sebelum dapat mengirimkan pesannya sendiri. Selanjutnya, sub-kontroler kemudian akan meneruskan pesan ke gateway untuk transit ke Internet. Endnode dapat berkomunikasi langsung dengan endnode lainnya. Sistem berkomunikasi dengan node akhir menggunakan komunikasi asinkron dalam format perintah/respons.

Nama Standart	Dash7 Alliance Protocol 1.0
Pita frekuensi	433, 868, 915Mhz ISM/SRD
Lebar Saluran	25KHz atau 200KHz
Jangkauan	0 – 5 km
EndNode Mengirimkan daya	Tergantung pada peraturan FCC/ETSI
Ukuran Paket	256 bytes max/packet
Kecepatan data Uplink	9.6kb/s, 55.55 kbps, or 166.667 kb/s
Kecepatan data Downlink	9.6kb/s, 55.55 kbps, or 166.667 kb/s
Perangkat titik Akses	N/A (Komunikasi tanpa koneksi)
Topologi	Note-to-node, Star, Tree
Roaming node akhir diperbolehkan	Ya

Sistem juga dapat menggunakan kueri multi-cast untuk mengirimkan perintah ke node akhir dan meminta node tersebut merespons hanya jika mereka adalah anggota grup; misalnya, jika node tersebut memiliki sensor suhu atau memenuhi kondisi operasional tertentu seperti node akhir yang memiliki sensor suhu dan memiliki pembacaan lebih besar dari 10c dan kurang dari 13c. Perintah dan respons dienkripsi menggunakan enkripsi AES-128 tetapi ada juga “mode siluman” di mana node akhir hanya merespons perangkat yang telah diautentikasi sebelumnya.

11.7 Ingenu RPMA

RPMA LP-WAN memberi pengembang modul transceiver yang dapat terhubung ke jaringan titik akses, yang membentuk jaringan global yang sedang dibangun oleh Ingenu dan mitranya. Transceiver di endnode terhubung ke titik akses lokal yang kemudian meneruskan

pesan dari endnode ke sistem TI pengguna. Namun Anda tidak diharuskan menggunakan jaringan Ingénue, karena Anda juga dapat membeli perangkat titik akses dan peralatan jaringan untuk membangun jaringan pribadi. Cara kerja teknologi ini adalah transceiver dan titik akses RPMA (akses ganda fase acak) bekerja sama untuk mengontrol dan mengoptimalkan kapasitas, kecepatan data, dan jangkauan komunikasinya, bergantung pada kondisi RF. Berkenaan dengan privasi dan keamanan pesan, RPMA Ingénue mencakup otentikasi dua arah, enkripsi 256-bit untuk kerahasiaan, dan hash 16-byte untuk melindungi integritas pesan.

Nama Standart	Ingenu RPMA
Pita frekuensi	2,4 GHz ISM
Lebar Saluran	Saluran 1 Mhz (40 channel tersedia pada 2.4 GHz)
Jangkauan	2.000 mile
EndNode Mengirimkan daya	Maksimal 20 dam
Ukuran Paket	6 byte hingga 10 Kbyte
Kecepatan data Uplink	AP digabungkan menjadi 624Kbps per sektor (dengan asumsi titik akses 8 saluran)
Kecepatan data Downlink	AP digabungkan menjadi 156Kbps per sektor (dengan asumsi titik akses 8 saluran)
Perangkat titik Akses	Hingga 384.000 per sektor
Topologi	Typically Star
Roaming node akhir diperbolehkan	Ya

11.8 WI-FI BERDAYA RENDAH

Dengan Wi-Fi yang tersebar luas dalam aplikasi IoT bisnis dan konsumen, IEEE berupaya memperluas teknologi yang sukses ini ke aplikasi jaringan area luas berdaya rendah. Pendekatan yang diambil IEEE adalah dengan memodifikasi lapisan PHY dan MAC untuk mengaktifkan dukungan berdaya rendah untuk aplikasi IoT. Standar ini masih dalam pengembangan, dengan rilis awal ditargetkan pada tahun 2016.

Nama Standart	IEEE P802.11ah (Wi-Fi Berdaya Rendah)
Pita frekuensi	Pita bebas lisensi dibawah GHz, tidak termasuk Spasi TV
Lebar Saluran	1/2/4/8/16 MHz
Jangkauan	Hingga 1Km (diluar ruangan)
EndNode Mengirimkan daya	Tergantung pada peraturan daerah (dari 1mW hingga 1W)
Ukuran Paket	Hingga 7.991 Byte (Tanpa agregasi), Hingga 65.535 Byte (dengan agregasi)
Kecepatan data Uplink	150 Kbps – 346.666 Mhz
Kecepatan data Downlink	150 Kbps – 346.666 Mhz
Perangkat titik Akses	8191
Topologi	Star, Tree
Roaming node akhir diperbolehkan	Ya

Kategori LTE-M

3GPP sedang mendefinisikan rilis baru untuk teknologi seluler LTE yang akan menentukan kelas perangkat Kategori-M yang menargetkan aplikasi IoT. Standarnya masih ditentukan.

Nama Standart	LTE – CAT M*
Pita frekuensi	Seluler
Lebar Saluran	1.4 MHz
Jangkauan	2.5 – 5 Km
EndNode Mengirimkan daya	100 mW
Ukuran Paket	~ 100 – 1.000 bytes Typical
Kecepatan data Uplink	~ 200 Kbps
Kecepatan data Downlink	~ 200 Kbps
Perangkat titik Akses	20k +
Topologi	Star
Roaming node akhir diperbolehkan	Ya

11.9 Weightless

Weightless adalah kumpulan tiga standar LP-WAN di bawah kendali Weightless SIG (lihat <http://www.weightless.org/>). Weightless-W asli direncanakan menggunakan pita frekuensi spasi televisi untuk tautan nirkabel. Ukuran paket dan kecepatan data yang diusulkan bersifat fleksibel, bergantung pada kebutuhan pengguna dan anggaran tautan. Namun, Weightless-W kini ditunda karena masalah hukum dengan penggunaan frekuensi spasi televisi.

Standar Weightless-N didasarkan pada teknologi LP-WAN pita ultra sempit nWave dan menargetkan aplikasi berbiaya rendah yang hanya memerlukan transmisi data searah. Fitur menarik dari BTS Weightless-N adalah bahwa mereka dapat beroperasi di area yang sama dengan BTS dari penyedia layanan yang berbeda dan tetap dapat saling beroperasi. Hal ini dicapai karena setiap base station menanyakan database pusat untuk menentukan jaringan mana yang dihubungkan dengan endnode. Penyebaran langsung telah dimulai di London dan kota-kota Eropa lainnya.

Standar Weightless-P sedang dalam pengembangan dan dijadwalkan untuk dirilis pada akhir tahun 2015 dengan perangkat keras tersedia pada awal tahun 2016. Tautan Weightless-P didasarkan pada teknologi jaringan yang awalnya dikembangkan oleh M2 Communication dan akan menyediakan komunikasi dua arah yang diakui sepenuhnya. Weightless P berbagi lapisan MAC-nya dengan Weightless-W, dan akan mendukung akuisisi jaringan cepat dengan penyerahan perangkat endnode roaming di seluruh stasiun pangkalan.

Nama Standart	Weightless		
	- W	- N	- P
Pita frekuensi	TV whitespace (400-800 MHz)	Sub-GHz ISM	Sub-GHz ISM

Lebar Saluran	5MHz	UltraNarrow Band (200Hz)	12.5 kHz
Jangkauan	5 Km (pedesaan)	3 Km (pedesaan)	2 Km (pedesaan)
EndNode Mengirimkan daya	17 dBm	17 dBm	17 dBm
Ukuran Paket	Minimal 10 byte	Up to 20 byte	Minimal 10 byte
Kecepatan data Uplink	1 kbps to 10 Mbps	100 bps	200 bps to 100 kbps
Kecepatan data Downlink	Sama	Tidak ada Downlink	sama
Perangkat titik Akses	Unlimited	Unlimited	Unlimited
Topologi	Star	Star	Star
Roaming node akhir	Ya	Ya	Ya

Radio Milimeter

Baru-baru ini ada banyak minat terhadap pita gelombang 60GHz tanpa izin dalam kisaran milimeter. Salah satu perusahaan, Starry, sangat terlibat dalam pita spasi TV Weightless-W dan telah meluncurkan layanan Internet broadband di daerah perkotaan pada frekuensi 60GHz ini. Starry yakin bahwa mereka dapat memanfaatkan pita frekuensi tinggi yang kurang dimanfaatkan ini untuk menghadirkan Internet broadband berkecepatan tinggi di wilayah perkotaan. Ada pro dan kontra pada semua transmisi radio, namun ada satu fakta yang tidak dapat diubah. Anda dapat memiliki bandwidth tinggi yang berhubungan langsung dengan frekuensi tinggi dan Anda dapat memiliki jangkauan, misalnya jarak yang dapat Anda pancarkan dengan andal, namun Anda tidak dapat memiliki keduanya. Pada 60GHz tidak diragukan lagi ada potensi untuk mengirimkan throughput yang tinggi tetapi jaraknya akan cukup kurang dari 1 km dan harus saling berhadapan. Permasalahan gelombang radio milimeter 60GHz adalah tidak bisa menembus dinding interior, apalagi bangunan yang menghalangi garis pandang.

Facebook juga sedang mengejar teknologi ini. Mereka mencoba mematenkan teknologi mesh yang dapat mereka terapkan di daerah terpencil untuk menghadirkan Internet broadband ke desa-desa di India sebagai bagian dari proyek Ineternet.org mereka. Facebook seperti Starry sangat yakin dengan teknologi yang dapat digunakan baik di lingkungan pedesaan maupun perkotaan. Namun perlu dicatat bahwa Facebook bermaksud menggunakan jaringan mesh sedangkan Starry bermaksud menggunakan topologi point-to-point.

Masalahnya adalah ada hukum radio lain yang tidak dapat diubah—semakin tinggi frekuensinya, semakin rentan terhadap hujan dan kondisi atmosfer. Oleh karena itu, bahkan untuk bertahan dalam hujan ringan memerlukan daya yang tinggi dan hal ini tidak berlaku untuk sebagian besar, atau bahkan semua kasus penggunaan IoT.

11.10 PLATFORM INTERNET OF THINGS INDUSTRI MIDDLEWARE

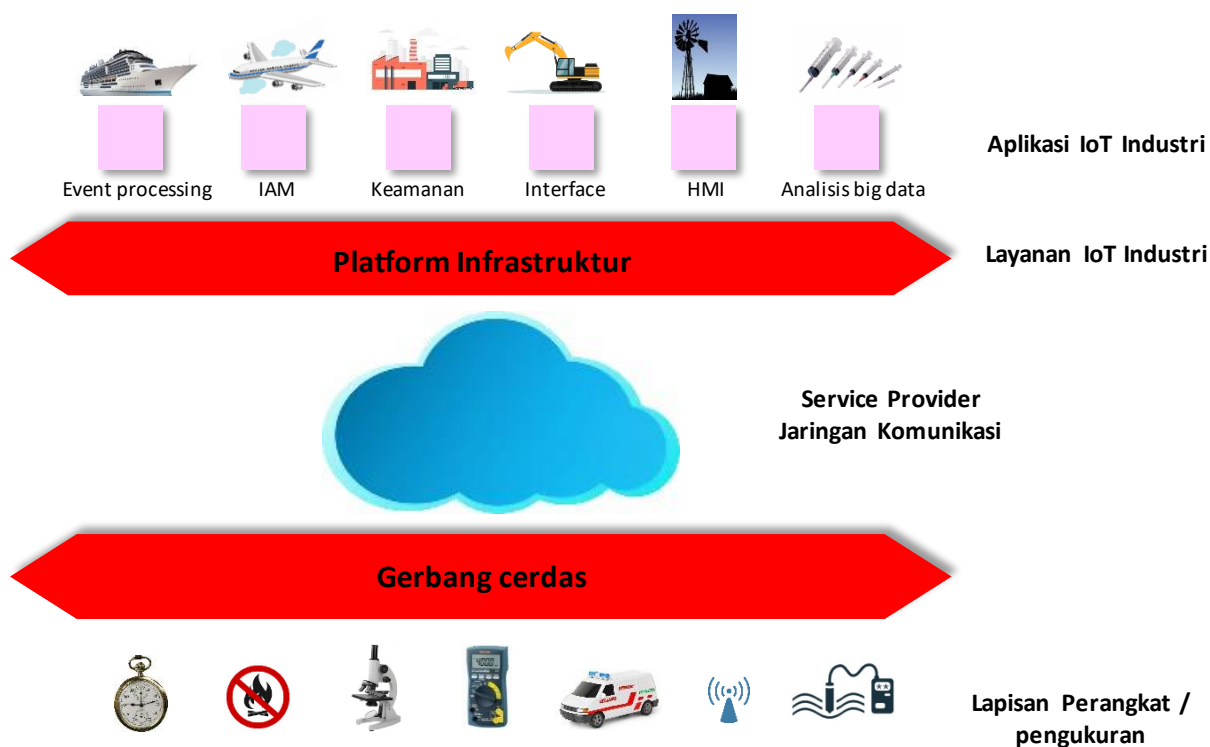
Jaringan heterogen sangat umum, bahkan merupakan hal yang lumrah. Jarang sekali, selain penerapan di Greenfield (baru), yang memiliki kemewahan protokol umum dalam apa yang digambarkan sebagai jaringan homogen. Kemewahan untuk dapat menyebarkan endnode dan jaringan akses yang dapat mendukung satu protokol seperti IPv6 jarang terjadi.

Sayangnya, jaringan heterogen mempersulit desain jaringan, karena kita harus melayani beragam antarmuka protokol, transportasi, dan terjemahan data dua arah karena biasanya dibingkai dalam format yang berbeda.

Ingatlah bahwa sering kali konsep IIoT disajikan pada tingkat yang sedemikian tinggi sehingga teknologi yang mendasarinya hampir tidak relevan, dan pada titik inilah kita dipaksa untuk mengatasi cara kita mengintegrasikan, mengelola, dan mengelola semua jaringan yang heterogen ini. kompleksitas mendasar tersebut tiba-tiba menjadi besar.

Bab sebelumnya membahas bagaimana pada tingkat yang sangat tinggi kita membangun jaringan IIoT. Singkatnya, dalam istilah yang paling sederhana, kami menghubungkan transduser (sensor dan aktuator) ke gateway yang berbatasan dengan jaringan proximity dan kemudian mengirimkan data kembali melalui jaringan akses untuk agregasi dan terjemahan, sebelum akhirnya memproses dan/atau menyimpan data secara lokal atau mengirimkannya ke awan. Biasanya, arsitektur IIoT dijelaskan dalam pertemuan proyek atau presentasi IIoT, dan kompleksitas yang mendasarinya disarikan dari tujuan bisnis. Seseorang akan melangkah ke papan tulis dan menggambar sesuatu seperti Gambar 11.1.

Sekarang semuanya baik-baik saja; sebuah gambar dapat memperjelas bagaimana berbagai komponen terhubung dan Anda dapat merasa percaya diri dalam membuat prototipe atau membangun desain jaringan pembuktian konsep. Anda bahkan mungkin merasa cukup percaya diri untuk menggabungkan beberapa jaringan yang heterogen. Namun, salah satu persyaratan utama dari setiap desain jaringan yang baik, apa pun teknologinya, adalah bahwa jaringan tersebut harus dapat diperluas. Skalabilitas IIoT menjadi masalah karena potensi jumlah endnode. Misalnya, kriteria desain mungkin memerlukan ribuan bahkan jutaan endnode (transduser) untuk dihubungkan. Demikian pula, endnode ini mungkin terletak di ribuan segmen jaringan heterogen yang tidak hanya terhubung secara jarak jauh namun juga beragam secara geografis. Permasalahan yang muncul bukan hanya bagaimana Anda akan merekatkan semua komponen dan jaringan yang heterogen ini bersama-sama tetapi bagaimana Anda akan mengamankan, mengelola, menyediakan, dan meningkatkan semua endnode ini?



Gambar 11.1. Diagram konseptual IIoT

Ketika kabut mulai hilang, kita mulai menyadari kompleksitas yang mendasari IIoT. Karena kita tidak hanya harus mengidentifikasi dan mengautentikasi setiap endnode, yang mungkin dapat dihubungi atau tidak (karena endnode mungkin tidak aktif dalam jangka waktu lama), kita juga harus menerapkan kebijakan kontrol akses dan otorisasi. Misalnya, dalam jaringan dengan ribuan sensor atau endnode, Anda harus dapat mengidentifikasi dan mengautentikasi masing-masing sensor. Lagi pula, Anda tidak dapat mengamankan suatu jaringan jika Anda tidak tahu apa yang Anda amankan. Demikian pula, bagaimana kita menangani penambahan jaringan; misalnya bagaimana Anda menyediakan dan mendaftarkan endnode baru? Selain itu, bagaimana Anda dapat mengelola dan mengelola jaringan ini? Misalnya, kita memiliki wawasan tentang status node akhir sehingga kita tahu kapan ada yang gagal atau kapan ada yang memerlukan peningkatan perangkat lunaknya? Terakhir, bagaimana Anda mendeteksi, meningkatkan, atau menyediakan ratusan ribu endnode di ribuan jaringan heterogen yang tersebar di seluruh negeri?

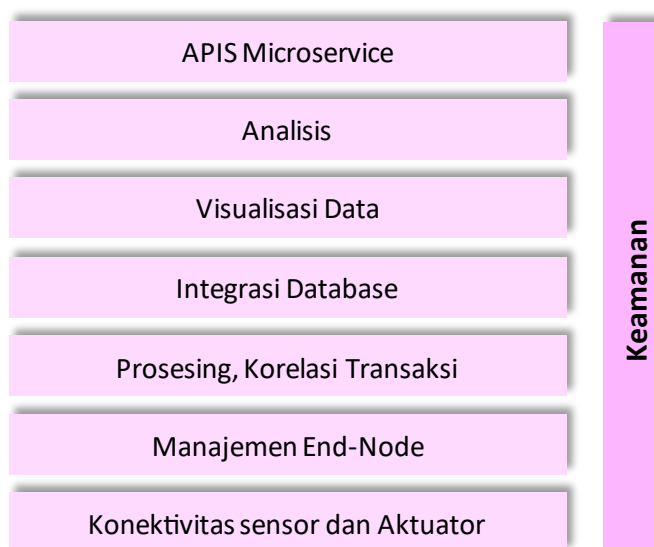
11.11 MENGAPA KITA MEMBUTUHKAN MIDDLEWARE IIOT?

Diagram tingkat tinggi yang digambar di papan tulis menutupi kompleksitas mendasar dari teknologi yang perlu kita terapkan untuk membangun jaringan IIoT. Pada kenyataannya, membangun infrastruktur jaringan IIoT adalah tugas yang berat dan sangat rumit karena kita mengintegrasikan banyak teknologi dan protokol yang berbeda serta harus menemukan cara untuk mengelola, meningkatkan, dan melaporkan jaringan yang heterogen ini. Namun, ada solusi yang dapat meringankan kompleksitas penerapan dan tidak hanya menyediakan perekat untuk menghubungkan semua komponen, namun juga kaca pandang yang

memungkinkan kita memvisualisasikan jaringan secara keseluruhan, dan itu adalah platform middleware IIoT.

Arsitektur Perangkat Tengah

Tujuan dari middleware IIoT adalah untuk menyediakan integrasi, konektivitas, dan terjemahan data yang kami butuhkan antara berbagai teknologi dan lapisan. Misalnya, platform middleware harus mampu menangani konektivitas dari berbagai protokol dan konektor serta mengekspos dan menggunakan konektor perangkat lunak API. Gambar 10-2 menunjukkan fungsionalitas dan interkoneksi struktur platform middleware.



Gambar 11.2. Arsitektur platform middleware

Seperti yang Anda lihat pada Gambar 10-2, ada delapan komponen yang diinginkan dalam platform middleware IIoT end-to-end. Elemen-elemen ini memberikan perekat yang memungkinkan kita membangun jaringan heterogen dalam skala besar.

- **Konektivitas**—Lapisan ini menyediakan sarana untuk menghubungkan dan mendukung sensor dan aktuator karena keduanya sering kali memiliki beragam teknologi dan protokol.
- **Manajemen Endnode**—Lapisan ini menyediakan kemampuan untuk mengidentifikasi, mengautentikasi, mengotorisasi, dan mengelola semua node akhir dalam jaringan.
- **Pemrosesan Data**—Lapisan ini menyediakan penerjemahan data, persiapan, dan korelasi data yang berasal dari sensor.
- **Integrasi Basis Data**—Lapisan ini menyediakan konektor antara aplikasi dan penyimpanan data.
- **Visualisasi Data**—Lapisan ini menyediakan alat dan teknik untuk memvisualisasikan data dengan cara yang bermakna, seperti melalui grafik, bagan, dan peristiwa.
- **Analitik**—Lapisan ini menyediakan pemrosesan dan analisis data secara real-time yang penting untuk aplikasi industri karena memungkinkan umpan balik yang cepat dari sistem kontrol industri.

- **Front-end**—Lapisan tingkat aplikasi ini menyediakan konektor, API, layanan mikro, dan antarmuka SDK yang diperlukan oleh aplikasi dan pengembang.
- **Keamanan**—Keamanan jaringan IIoT adalah hal terpenting dan ditangani di setiap lapisan untuk memastikan kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan jaringan.

Namun, tidak mudah memilih platform middleware IIoT karena platform tersebut hadir dalam berbagai bentuk dan bentuk. Biasanya, platform middleware IIoT harus menyatukan sistem yang heterogen, menyediakan integrasi dan interoperabilitas yang lancar sekaligus memastikan transparansi operasional di lapisan aplikasi. Untuk mencapai middleware ini, baik TI atau IIoT, Anda memerlukan mekanisme komunikasi antara beragam teknologi dan protokol, sambil mengabstraksi kompleksitas yang mendasari perangkat keras, perangkat lunak, dan protokol komunikasi. Tujuannya juga untuk membantu portabilitas dan integrasi antar sistem.

Sayangnya, tidak semua platform middleware IIoT mencakup semua basis, karena beberapa di antaranya hanya merupakan platform konektivitas dasar, atau platform mediasi aplikasi TI untuk mengintegrasikan aplikasi dengan database. Beberapa platform middleware TI sebenarnya hanyalah sistem mediasi komunikasi yang menangani penerjemahan protokol dan menghadirkan antarmuka fisik untuk konektivitas fisik. Lainnya adalah middleware manajemen data yang memediasi antara aplikasi dan sistem back-end database. Terakhir, platform IaaS generasi baru telah hadir yang mengoptimalkan aplikasi seluler dan IoT yang juga dapat digambarkan sebagai middleware IoT.

APA YANG HARUS KITA CARI DALAM PLATFORM MIDDLEWARE IIOT?

Untungnya, seperti kebanyakan hal terkait IIoT, masalah ini bukanlah hal baru yang belum pernah kita temui sebelumnya. Faktanya, skala IIoT pun tidak menjadi masalah. Operator telepon seluler telah mengalami masalah ini selama beberapa dekade dan solusinya adalah dengan mengadopsi platform middleware yang akan menangani identifikasi, otentikasi, otorisasi, dan kemampuan untuk mengelola penyediaan otomatis puluhan juta perangkat jarak jauh. Hal serupa dan mungkin lebih cocok untuk penerapan IIoT, perusahaan telah mengadaptasi platform operator seluler kelas atas ini untuk mengaktifkan BYOD (bawa perangkat Anda sendiri), yang memungkinkan mereka mengautentikasi dan mengontrol akses ke jaringan mereka serta mengelola puluhan ribu perangkat seluler. perangkat, yang biasanya tidak berada di bawah kendali langsung mereka.

Solusinya sekali lagi adalah dengan menggunakan platform middleware yang mengotomatiskan, identifikasi, kontrol akses, keamanan, penyediaan, dan pelaporan di antara fungsi spesifik vendor lainnya. Platform Manajemen Perangkat Seluler (MDM) ini sangat mirip dengan platform middleware IoT generasi baru yang ditujukan untuk penerapan UKM, dan bagian selanjutnya akan membahas fungsionalitas yang mereka sediakan dan bagaimana kita dapat menerapkannya dalam desain jaringan IIoT.

APA YANG DILAKUKAN PLATFORM MIDDLEWARE IIOT?

Masalahnya adalah mungkin ratusan ribu transduser akan terhubung ke Internet, yang kita harapkan dapat menggantikan sumber data tradisional secara aman, dan ini akan menjadi

sumber data utama untuk bisnis industri. Data ini dapat mengalir dari sensor dan bahkan mungkin dari produk yang diproduksi, atau dari umpan balik dari proses operasional, bahkan dari lingkungan pengoperasian. Namun, data tidak ada artinya tanpa kemampuan untuk mengubah bit dan byte tersebut menjadi pengetahuan dan kemudian pemahaman. Tantangan dalam mengubah data, bit dan byte mentah, menjadi pengetahuan adalah tantangan teknologi. Namun, setiap tantangan juga merupakan peluang dan banyak vendor berupaya memproduksi platform middleware berkemampuan IIoT untuk menyediakan perekat untuk menghubungkan semua transduser, aplikasi, dan database yang berbeda ini.

Middleware sangat penting untuk membangun dan menerapkan aplikasi IoT. Hal ini karena platform middleware menyediakan multilayanan seperti antarmuka beragam protokol dan teknologi, terjemahan dan identifikasi, otentikasi dan otorisasi, dan banyak fitur lainnya. Contoh platform middleware adalah solusi open source Kaa, yang dapat mendukung konektivitas, skalabilitas, administrasi, dan analisis streaming data untuk jutaan endnode yang potensial. Selain itu, platform middleware menyediakan beberapa layanan tambahan, termasuk penentuan level perangkat lunak/firmware, karantina, serta penyediaan dan peningkatan jarak jauh. Yang terakhir, namun penting, middleware memainkan peran utama dalam menghubungkan dan menyajikan data untuk pemrosesan dan penyimpanan. Hal ini sangat penting karena dalam aplikasi IIoT industri saat ini, kita dapat menangani data dalam jumlah besar. Misalnya, mesin jet Boeing menghasilkan 10 terabyte data setiap 30 menit penerbangan.

Ada banyak cara untuk mengambil nilai dari data yang menghasilkan peningkatan signifikan dalam efisiensi operasional dalam industri seperti industri manufaktur, penerbangan, utilitas pintar, layanan kesehatan, dan transportasi. Namun, masih ada permasalahan yang muncul dari pesatnya pertumbuhan jumlah data yang dihasilkan dan tuntutan bisnis akan ketangkasan proses dan eksekusi. Jadi apa saja kendala yang perlu diatasi oleh middleware IIoT?

Pemrosesan peristiwa adalah elemen utama dalam platform Internet of Things. Hal ini karena sejumlah besar data dapat dialirkan dari sensor, sehingga penting untuk memahami data mana yang penting dan mana yang tidak. Lagi pula, tidak ada gunanya mengirimkan data yang sama secara terus-menerus dari perangkat terlarang melalui tautan komunikasi nirkabel terbatas jika datanya tidak berubah.

Namun, sistem industri perlu segera mengetahui kapan status endnode berubah, dengan batasan yang dapat diterima, sehingga mereka dapat mengambil tindakan segera dan tepat. Oleh karena itu, bisnis teknologi industri dan operasional cenderung menggunakan streaming dan analisis data real-time karena memerlukan umpan balik instan untuk menstabilkan proses yang mungkin melampaui batas yang dapat diterima.

Oleh karena itu, platform middleware IIoT harus dirancang untuk memberikan indikator kinerja utama yang dibutuhkan oleh skenario industri. Misalnya, ketika berhadapan dengan perangkat dalam jumlah besar, skalabilitas dan keandalan adalah hal yang sangat penting. Middleware menyediakan platform pemberdayaan untuk membangun, menerapkan, dan mengelola aplikasi IoT yang dapat diskalakan. Oleh karena itu, peran mendasar

middleware dalam IIoT dapat diringkas menjadi tiga proposisi nilai utama yang dibutuhkan oleh suatu bisnis. Pada tingkat yang sangat tinggi, persyaratannya adalah untuk

- Integrasi
- Amankan, pantau, dan laporkan
- Analisis data real-time dan batch
- Solusi middleware sumber terbuka

Bagi banyak UKM, middleware bisa menjadi pilihan yang sangat mahal. Untungnya, sekarang ada platform middleware open source dan komersial yang dapat kami terapkan untuk mengelola teknologi dan protokol dispersi ini. Tanpa platform middleware open source yang mengintegrasikan dan menerjemahkan beragam teknologi dan protokol dengan lancar, Industrial Internet of Things tidak akan layak untuk usaha kecil menengah yang tidak mampu membeli platform IIoT skala besar. Misalnya, untuk perusahaan besar, tersedia solusi kelas enterprise dari Siemens, GE, dan SAP, namun solusi ini biasanya di luar anggaran keuangan sebagian besar bisnis UKM. Lalu apa saja pilihan bagi UKM yang ingin menerapkan IIoT?

Ada beberapa solusi open source yang matang untuk middleware IIoT:

- **Kaa**—Menyediakan alat untuk membangun solusi Internet Industri yang lengkap dengan menghubungkan transduser, protokol, dan aplikasi. Kaa juga menyediakan sarana untuk memantau dan mengelola setiap perangkat jarak jauh.
- **OpenIoT**—Platform middleware sumber terbuka untuk mengimplementasikan dan mengintegrasikan solusi IoT. OpenIoT dirancang untuk dapat terhubung dan kemudian mengumpulkan dan memproses data dari hampir semua transduser, apa pun protokolnya. OpenIoT kemudian dapat mengalirkan data yang dikumpulkan ke cloud dan menganalisis serta memvisualisasikan data yang dikumpulkan.
- **Alljoyn**—Sebuah platform yang memudahkan perangkat untuk menemukan dan berkomunikasi satu sama lain tanpa memandang protokol, pabrik, atau lapisan transport.
- **Mango**—Salah satu platform IoT paling populer karena tradisinya dalam M2M, kontrol industri, dan lingkungan industri SCADA, di mana platform ini telah membangun banyak pengikut karena kemudahan penerapannya, penggunaan daya yang rendah, dan kemampuan untuk menampung ribuan perangkat dari satu PC berbiaya rendah.

Open source, meskipun sangat populer, tidak selalu dipandang sebagai solusi terbaik dalam lingkungan industri di mana keandalan, ketersediaan, dan ketahanan bergantung pada kualitas produk dan dukungan teknis. Akibatnya, banyak bisnis akan berinvestasi pada produk komersial untuk mendapatkan ketenangan pikiran dan dukungan teknis yang mereka perlukan jika terjadi masalah. Beberapa platform middleware IoT komersial yang paling populer adalah:

- Pikirkan Worx
- Penggabungan Oracle
- IBM Bluemix

Platform komersial ini memiliki lebih banyak fitur bawaan, seperti pemberdayaan aplikasi dan alat pengembangan serta dukungan manajemen jaringan dan perangkat, dan biasanya lebih mudah untuk diterapkan. Tapi mereka ada harganya. Namun, biaya pelisensian produk-produk ini sering kali lebih murah dibandingkan biaya dan waktu yang dihabiskan untuk menerapkan, menguji, dan mendukung penggabungan paket sumber terbuka.

BAB 12

MENGAMANKAN INTERNET INDUSTRI 4.0

12.1 PENDAHULUAN

Keamanan adalah salah satu penghambat terbesar penerapan Internet Industri, ketakutan mendalam akan terbukanya proses industri terhadap potensi gangguan atau hilangnya rahasia bisnis penting karena Internet sangat terasa. Secara tradisional, jaringan industri berhasil tetap kebal terhadap sebagian besar momok Internet seperti virus, worm, Trojan, dan serangan DDos, hanya karena arsitektur dan protokolnya sangat berbeda dari perusahaan TI dan perangkat komputer konsumen.

Jarang sekali sistem industri berjalan pada Windows atau Linux, sebaliknya sebagian besar berjalan pada sistem operasi kecil yang terhubung melalui protokol non-IP dan topologi bus serial. Selain itu, banyak dari jaringan ini memiliki kesenjangan antara departemen pendukung, seperti keuangan, penjualan, dukungan pelanggan, dan jaringan IP TI, sehingga memberikan tingkat isolasi tertentu. Bahkan jika ada koneksi jaringan langsung ke Internet, hanya pipa VPN sederhana yang diperlukan untuk menghubungkan fasilitas jarak jauh untuk antar-komunikasi M2M, lalu lintas non-M2M lainnya akan berjalan melintasi gateway Internet TI. Karena karakteristik jaringan industri inilah jaringan tersebut tetap tidak rentan terhadap banyak masalah keamanan yang berkaitan dengan Internet.

Namun, tampaknya kepercayaan umum tersebut sebenarnya salah, karena beberapa peneliti keamanan mengklaim bahwa eksploitasi industri sengaja dirahasiakan. Memang benar, ICS-CERT, sebuah badan pengawas industri, mengklaim bahwa dari 245 dugaan eksploitasi yang mereka selidiki pada tahun 2014, banyak di antaranya tidak dapat ditentukan karena kurangnya informasi. Selain itu, dalam konvensi Black Hat pada tahun 2015, peneliti dari Universitas Teknologi Hamburg, Marina Krytofil, mengklaim bahwa peretasan fasilitas industri untuk pemerasan adalah salah satu kisah keamanan terbesar yang belum terungkap. Lebih jauh lagi, ia menyatakan bahwa peretasan skala besar untuk tujuan pemerasan telah lazim terjadi di industri ini sejak tahun 2006, dengan peretas menargetkan perusahaan-perusahaan utilitas skala besar, namun hampir sepuluh tahun kemudian hanya ada sedikit informasi tentang bagaimana mereka melakukannya.

Penelitian Marina Krytofil menarik karena menyoroti motif di balik serangan peretasan sebagai keuntungan finansial yang terus-menerus melalui pemerasan, bukan kerusakan fisik, sehingga perusahaan tidak mau melaporkan eksploitasi tersebut. Hal ini menarik karena menunjukkan bahwa peretas memiliki vektor serangan yang terus-menerus dan tidak terdeteksi dalam jangka waktu lama. Selain itu, hal ini juga menunjukkan bahwa para peretas memiliki kendali sistem industri dan keahlian proses yang terperinci untuk mengambil alih sistem dan kemudian memanipulasi proses untuk mencapai hasil yang diinginkan—untuk menunjukkan kendali, namun tidak merusak proses sementara pada saat yang sama. Waktu menutupi jejak mereka untuk menghindari deteksi.

Perusahaan enggan mengumumkan pelanggaran keamanan ini karena takut kehilangan reputasi dan rusaknya merek mereka. Namun, keadaan mungkin akan berubah

pada tahun 2016, karena peneliti keamanan melihat peningkatan jumlah eksploitasi keamanan yang ditujukan pada target industri. Peristiwa terbaru menyebabkan pemadaman listrik di seluruh Ukraina. Ini adalah serangan terkoordinasi pertama yang diyakini bertanggung jawab langsung atas pemadaman listrik. Namun, eksploitasi perusahaan utilitas listrik Ukraina bukanlah yang pertama; serangan ini merupakan serangan pertama yang menyabotase produksi, serangan-serangan lain yang lebih menonjol, seperti eksploitasi Dragonfly terhadap perusahaan-perusahaan listrik di AS dan Eropa yang menjadikan spionase industri sebagai motif utamanya.

Dragonfly, sebuah kelompok yang diyakini terdiri dari peretas Rusia, telah beroperasi setidaknya sejak tahun 2011. Dragonfly pertama kali menjadi terkenal dan terkenal ketika mulai menargetkan perusahaan pertahanan dan penerbangan di Amerika Serikat dan Kanada. Namun, perubahan strategi pada tahun 2013 membuat kelompok ini tiba-tiba mengalihkan fokusnya dengan menargetkan perusahaan-perusahaan energi AS dan Eropa.

Mode operasi Dragonfly kini didokumentasikan dan dipahami dengan baik oleh para peneliti keamanan saat mereka mendapatkan akses melalui metode ini. Awalnya mereka mencoba metode yang paling sedikit resistensinya dan melakukan kampanye email spear phishing yang mengirimkan malware. Dragonfly juga menggunakan serangan watering hole canggih yang mengarahkan pengunjung ke situs web terkait industri energi yang menghosting kit eksploitasi, yang akan menginfeksi browser korban menggunakan JavaScript yang tertanam di halaman web server web host. Vektor serangan alternatif adalah dengan menginfeksi perangkat lunak resmi yang tersedia untuk diunduh dari tiga produsen peralatan ICS (sistem kontrol industri) terkemuka.

Saat ini, motif utama Dragonfly tampaknya adalah spionase dunia maya. Namun, banyaknya informasi intelijen yang diperoleh Dragonfly selama bertahun-tahun dari perusahaan-perusahaan energi Eropa dan AS menunjukkan bahwa perusahaan tersebut berpotensi menimbulkan banyak kerusakan. Meskipun demikian, tidak ada bukti adanya niat jahat seperti sabotase sehingga tidak jelas apa motivasi komersial atau ideologis Dragonfly, jika tidak disponsori oleh negara.

Tidak semua serangan bersifat jahat atau dimotivasi oleh keuntungan finansial atau pribadi; ada pula yang dilakukan hanya demi hal itu. Misalnya, Serangan Godzilla adalah contoh sempurna dari potensi eksploitasi keamanan tipe Internet industri pada sistem lalu lintas kota pintar di mana penyerang memperoleh akses ke lampu lalu lintas dan sistem pesan overhead digital. Pada bulan Mei 2014, rambu lalu lintas di atas Van Ness Avenue San Francisco difoto oleh seorang pejalan kaki yang menunjukkan peringatan lalu lintas yang berkedip "Serangan Godzilla! Kembali".

Serangan lucu ini hanya menyoroti satu dari sekian banyak peretasan lampu lalu lintas yang pernah terjadi, namun hal ini dapat berdampak serius pada sistem manajemen lalu lintas, dalam konteks kota pintar. Jika lampu lalu lintas rentan dan penyerang dapat dengan mudah mengeksploitasinya, hanya masalah waktu sebelum penyerang jahat dapat memanfaatkan kerentanan tersebut untuk menyebabkan kemacetan lalu lintas besar-besaran atau menciptakan arus lalu lintas yang berpotensi membahayakan yang dapat mengakibatkan

cedera atau kecelakaan. bahkan kematian. Bukan hanya kota pintar, dan perusahaan serta fasilitas industri saja yang menjadi target yang menarik. Kadang-kadang produk tersebut begitu cerdas sehingga mereka sendiri menjadi objek penelitian dan potensi eksploitasi, seperti yang ditemukan oleh Chrysler dan Boeing melalui peretasan Jeep dan pesawat terbang yang kini terkenal. Kedua serangan terkenal ini terjadi pada sistem yang dianggap tidak rentan terhadap serangan siber. Keyakinan pabrikan akan kekebalannya terutama didasarkan pada jaminan teknis bahwa jip dan pesawat Boeing memiliki sistem kendali yang terisolasi. Keduanya menggunakan bus CAN (jaringan area kontrol) standar kendaraan untuk menghubungkan sistem dan modul di dalam mobil dan dalam penerbangan, yang tidak terhubung ke jaringan IP apa pun. Hal ini mungkin saja terjadi sebelumnya, namun dengan diperkenalkannya jaringan IP untuk sistem infotainment yang memanfaatkan akses Wi-Fi, hal ini tidak lagi terjadi. Dengan mendapatkan akses ke sistem informasi Wi-Fi, para peneliti dalam peretasan Jeep dapat menemukan perangkat yang terhubung ke jaringan CAN dan Infotainment IP pengontrol V850.

Pengontrol V850 hanya menyediakan akses baca-saja ke jaringan CAN, oleh karena itu pabrikan yakin akan isolasi bus CAN. Namun, karena perangkat berkemampuan komputer, para peneliti dapat mengubah cara kerjanya melalui pemrograman dan mereka mengkonfigurasi ulang perangkat menggunakan peningkatan firmware untuk menyediakan akses baca/tulis ke bus CAN. Hasilnya spektakuler karena mereka kini dapat mengendalikan setiap aspek Jeep, karena bus CAN menghubungkan setiap komponen kendaraan mulai dari mesin hingga transmisi dan semua aktuator serta sensor, mengendalikan segala sesuatu mulai dari kaca spion hingga rantai penggerak. Dengan kendali atas bus CAN para peneliti mampu mengendalikan roda kemudi, mesin, transmisi, sistem pengereman, dan bahkan hal-hal seperti wiper kaca depan, AC, kunci pintu, dan sebagainya. Selain itu, mereka dapat mengontrol semua komponen ini dari jarak jauh, melalui jaringan seluler Sprint.

Dalam contoh Boeing, para peneliti juga mengklaim telah menguasai bus CAN dan mampu memanipulasi sistem penting dalam penerbangan seperti mesin, penutup sayap, kemudi ekor, dan sistem navigasi. Boeing dengan tegas membantah hal ini, dengan menganggap laporan tersebut sebagai peretasan berdasarkan simulator penerbangan dan bukan pesawat sungguhan, serta mengklaim lagi bahwa ada isolasi antara sistem Wi-Fi infotainment IP, dan jaringan bus CAN dalam penerbangan yang penting. Namun, perlu dicatat bahwa pada tahun 2013 dan 2014 Boeing meminta izin untuk memodifikasi 747 model yang diklaim telah berhasil diretas oleh para peneliti dengan menyatakan bahwa modifikasi tersebut diperlukan untuk memisahkan IFE (in-flight entertainment) dari sistem penting di pesawat tersebut. pesawat terbang.

“Arsitektur dan konfigurasi jaringan memungkinkan eksploitasi kerentanan keamanan jaringan yang mengakibatkan kehancuran, gangguan, degradasi, atau eksploitasi data, sistem, dan jaringan yang penting bagi keselamatan dan pemeliharaan pesawat baik disengaja maupun tidak disengaja.”

—FAA (<https://www.regulations.gov/document?D=FAA-2014-0301-0001>)

Para peneliti di proyek Boeing tidak bermaksud jahat dan telah melaporkan potensi kerentanan tersebut kepada produsen; namun tidak semua orang memiliki niat yang baik, dan seperti yang telah dikonfirmasi adanya serangan terhadap pabrik baja Jerman, niat penyerang bisa saja hanya untuk menyebabkan kerusakan fisik.

Pada tahun 2014, serangan siber terpadu diarahkan ke pabrik baja Jerman melalui jaringan TI komersialnya. Setelah akses diperoleh ke jaringan TI, yang diperoleh melalui penipuan phishing dan rekayasa sosial yang canggih, para penyerang berupaya mendapatkan akses ke jaringan ICS (sistem kendali industri). Strategi mereka adalah menggunakan jaringan TI sebagai landasan sehingga penyerang menemukan metode yang dirahasiakan untuk mendapatkan akses dan kendali atas jaringan ICS. Kerusakan yang diakibatkannya mengakibatkan perubahan karakteristik internal tungku yang menyebabkan tungku berhenti merespons perintah sistem kontrol untuk dimatikan. Hal ini mengakibatkan kerusakan besar, serta hilangnya reputasi, produktivitas, dan pendapatan.

12.2 KEAMANAN DI MANUFAKTUR

Keamanan adalah masalah utama dalam aplikasi Internet Industri karena lingkungan IOT (teknologi operasi industri) tidak seperti jaringan TI; jarang ada firewall dan peralatan pendeteksi intrusi karena hanya ada sedikit persyaratan untuk itu di jaringan datar IOT karena merupakan LAN terisolasi tanpa koneksi Internet. Tentu saja dengan diperkenalkannya IIoT, isolasi yang baik itu tidak ada lagi dan pengamanan sistem dan aplikasi kini menjadi perhatian utama.

Salah satu masalahnya adalah jaringan IOT sangat berbeda dari TI tradisional, misalnya, jaringan ini biasanya menggunakan protokol non-IP untuk komunikasi M2M dan mesin ke PLC (pengontrol logika yang dapat diprogram). Selain itu, jaringan IOT sering kali dibangun dengan topologi tipe field bus, atau topologi ring menggunakan protokol seperti Modbus, yang mesinnya dihubungkan secara daisy chain dan dirancang menggunakan kabel serial RS232/422 atau RS485 point-to-point. Protokol seperti Modbus RTU sangat efisien karena bekerja dalam mode operasi master/slave dan mengirimkan pesan tidak terjadwal asinkron pada 9,6Kbps atau 115Kbps. Modbus juga dapat menyiarkan hingga 247 budak secara bersamaan dalam topologi bus. Hal ini tentu saja merupakan hal yang kuno dalam konteks TI karena jaringan mereka didasarkan pada switch inti Ethernet 100Gbps dan server 10Gbps, dengan 1Gbps di meja pengguna. Bahkan dalam penerapan nirkabel, TI memberikan bandwidth sebesar 10 megabyte melalui udara. Namun, ini adalah salah satu masalah utama, karena sistem IOT tidak memerlukan throughput yang tinggi. Mereka berkomunikasi melalui M2M atau PLC dengan sangat efisien menggunakan pesan kecil melalui jaringan yang terhubung secara lokal. Kinerja bukanlah persyaratan, atau bukan hal utama dalam skenario TI. Dalam teknologi operasi, yang berbeda dari itu (teknologi informasi) seperti halnya OT berkaitan dengan jaringan industri di mana ketersediaan adalah rajanya.

Ketersediaan sistem sangat penting dalam lingkungan OT industri, dan hal ini dipandang dengan cara yang tidak dipahami oleh teknisi dan insinyur OT. Dalam OT industri, tidak akan ada waktu henti untuk me-reboot server, itulah sebabnya Windows Server jarang

digunakan di industri, karena tidak memenuhi permintaan OT akan ketersediaannya. Mem-boot ulang server mungkin setiap beberapa bulan bukanlah sesuatu yang dianggap dapat diterima oleh PL. Demikian pula, Ethernet dianggap ringan dan rapuh versi komersial dengan konektor RJ45 plastik rentan terhadap getaran berat dan panas berlebihan. Selain itu, protokol Ethernet awal bersifat non-deterministik dalam mode dasar setengah dupleksnya.

Penolakan Ethernet dan Windows dalam jaringan OT industri menyoroti perbedaan besar lainnya antara sistem OT dan TI. Membaca paragraf terakhir Anda akan dimaafkan jika berpikir OT hidup dalam suatu timewarp, lagipula, zaman Ethernet menjadi half-duplex melalui jaringan kabel sudah lama berlalu. Namun, yang harus Anda pahami adalah sistem OT sangat mahal dan dibeli dengan siklus hidup 20 tahun. Jadi ketika Anda mensurvei semua mesin di pabrik modern, Anda mungkin mendapatkan wawasan tentang teknologi yang tersedia dan keputusan teknis yang mungkin dibuat sekitar 10 hingga 15 tahun yang lalu. Sehubungan dengan desain dan tujuan aslinya, mereka bekerja dengan sangat baik. Meskipun demikian, sistem PL tidak tinggal diam; mereka beradaptasi dan secara bertahap teknologi bus lapangan baru mulai menggantikan protokol lama atau, seperti dalam kasus Modbus, diubah untuk menangani lalu lintas IP. Tren penggunaan IP dan Ethernet, meskipun dalam versi industri Ethernet/IP (IP adalah singkatan dari Industrial Protocol), semakin cepat melalui protokol komunikasi IP seperti Profinet dan Ethernet/IP.

Masalahnya adalah teknologi berubah dengan cepat dan beberapa teknologi lama dan baru telah mengalami kemajuan dalam beberapa tahun terakhir melampaui semua prediksi pada awal tahun 2000an. Kemajuan-kemajuan ini, seperti teknologi sensor, teknologi radio nirkabel, dan analitik Big Data, di antara banyak kemajuan lainnya, telah memungkinkan konsep Internet Industri dan segala hal yang dijanjikan dan diancamnya.

Hal yang penting adalah perbandingan antara jaringan TI pada awal tahun 1990an, sebelum adanya Internet dan ketika jaringan masih berada pada tingkat yang belum sempurna. Misalnya, ketika PC terhubung ke server Windows NT yang berjalan melalui Ethernet dan NetBIOS. TCP/IP tersedia, sudah ada selama bertahun-tahun tetapi tidak diperlukan karena Internet masih dalam tahap awal, dibandingkan dengan masa depannya. Tiba-tiba, Internet tidak lagi menjadi sebuah konsep yang menjanjikan bagi dunia, dan menjadi sebuah kenyataan. Pada tahun 1995 browser web seperti Netscape membuatnya dapat diakses oleh publik. Intinya adalah bahwa sebelum saat itu, sudah ada virus komputer, worm, dan sejenisnya, namun tidak sebesar apa yang akan terjadi dengan munculnya Internet. Ketika Internet ada di mana-mana dalam bisnis dan rumah serta email menjadi bentuk komunikasi *de facto*, manifestasi virus meroket. TI tidak siap menghadapi serangan semacam itu.

Sebagai akibat dari menjamurnya jaringan yang terhubung ke Internet, komputer mulai diretas dari jarak jauh, dan TI tampak tidak berdaya melawan pelanggaran ini karena konsep departemen keamanan TI masih belum ada lagi. Namun, ancaman-ancaman ini meningkat pada pertengahan hingga akhir tahun 1990-an dan mencapai puncaknya dengan histeria massal yang muncul akibat Millennium Bug (Y2K) yang ditakuti. Ancaman khusus ini bukanlah virus, worm, atau bahkan peretasan yang disengaja. Itu hanyalah pengakuan atas fakta bahwa programmer di tahun 70an dan 80an menggunakan dua digit untuk mewakili

tahun dalam kode mereka. Misalnya, 19 programmer pada tahun 1976 menerima begitu saja, sehingga mereka mewakili tahun 1976 hanya sebagai 76 dan mereka tidak pernah berpikir dua kali tentang perubahan format kolom tanggal pada tahun 2000.

Bug Y2K, demikian sebutan populernya, menyebabkan kepanikan di kalangan dunia usaha dan pemerintah, dengan inisiatif Y2K skala besar yang menyiapkan semua perangkat lunak dan aplikasi harus diperiksa dan diverifikasi apakah sesuai dengan Y2K; ini adalah tugas yang sangat besar. Ketakutan dalam industri adalah menghubungkan sistem dan jaringan yang sebelumnya belum pernah terhubung ke Internet atau bahkan dunia luar akan membawa kesengsaraan yang sama pada industri seperti yang menimpa TI pada tahun 2000.

Untungnya bagi industri, TI telah belajar banyak selama dua dekade terakhir bagaimana melindungi kode, aplikasi, server, dan jaringan dari ancaman di Internet. Namun, jaringan OT bukanlah jaringan TI dan seperti yang telah kita lihat, jaringan tersebut memiliki topologi, komponen, protokol, dan tujuan yang berbeda. Di sisi lain, TI dalam banyak kasus memiliki pengetahuan yang terbatas mengenai persyaratan sistem OT, termasuk perbedaannya dan kemungkinan konsekuensi dari tindakan yang salah.

Oleh karena itu, kita perlu melihat jaringan OT yang umum di bidang manufaktur untuk melihat apa sebenarnya perbedaannya dan bagaimana teknik dan pengetahuan keamanan TI dapat diterapkan untuk melindungi jaringan ini dari ancaman yang kita ketahui ada saat ini. Dari sudut pandang keamanan, mungkin tergoda untuk berpikir bahwa kita dapat mentransfer pengetahuan kita dari TI ke OT, karena OT sering dianggap hanya sebagai spesialisasi atau bagian dari TI. Namun, pendekatan tersebut pada dasarnya memiliki kelemahan karena lingkungan OT atau ICS (sistem kendali industri) sangat berbeda dengan perusahaan TI. TI dianggap sebagai semua sistem, aplikasi, orang, dan jaringan yang diperlukan untuk mengelola teknologi informasi. ICS, di sisi lain, adalah semua sistem kontrol, PLC, DMI, manusia, dan jaringan yang bertanggung jawab atas tugas operasional dan produksi.

Salah satu komponen yang mendefinisikan arsitektur ini, baik itu TI atau OT, adalah manusia dan penting untuk diingat bahwa staf OT dan TI memiliki persepsi yang sangat berbeda mengenai apa yang secara fundamental penting bagi keberhasilan operasi domain masing-masing, termasuk keamanan.

Sebagai contoh, staf keamanan TI akan mempertimbangkan konsep dasar keamanan TI, CIA, kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan sebagai landasan keamanan perusahaan. Namun staf pendukung OT, meskipun pada prinsipnya setuju, akan menekankan bahwa ketersediaan harus diberi bobot terbesar ketika mengevaluasi kepentingannya dan, oleh karena itu, fokus yang lebih besar. Sekarang mengenai kedalaman kesenjangan yang sebenarnya di antara para pihak, pertimbangkan beberapa alat jaringan TI yang umum untuk memecahkan masalah administrasi LAN. Staf pendukung TI biasanya melakukan ping ke perangkat di jaringan, sering kali menggunakan ping berkelanjutan menggunakan sakelar t. Demikian pula, ketika melakukan pemetaan atau penemuan jaringan, mereka tidak akan memikirkan apa pun untuk menjalankan pemindaian pada jaringan lokal, bahkan jika tidak termasuk dalam praktik terbaik, hal ini tentu merupakan praktik yang umum.

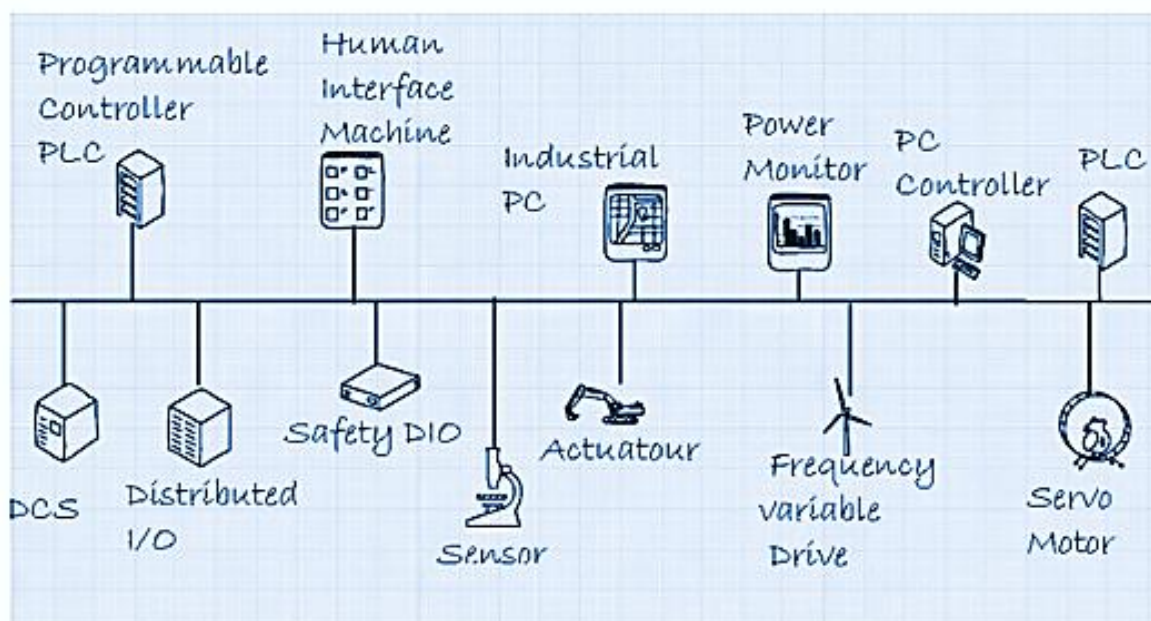
Namun, kedua teknik ini akan dianggap menjijikkan di lingkungan OT atau ICS, karena alat yang digunakan, PING dan ICMP untuk pemindaian penemuan, mengganggu node akhir (komputer atau perangkat yang mendukung IP) dari melakukan tugas saat ini, dengan menarik peringkat secara efektif, dan katakan padanya, hentikan apa yang kamu lakukan dan layani permintaanku. Bagi TI, hal ini tidak menjadi masalah karena akan berdampak minimal pada aplikasi TI yang pengaturannya tidak terlalu penting, karena berkaitan dengan komunikasi sistem ke manusia, yang penundaan beberapa milidetik tidak dapat terdeteksi. Namun, dalam domain PL dan ICS yang kritis terhadap waktu, alat-alat ini berpotensi merugikan kinerja. Konsekuensinya, alat analisis dan pemecahan masalah serta metode pengoperasiannya harus dianalisis secara cermat sebelum digunakan di lingkungan OT dan ICS.

Namun, ada masalah yang jauh lebih penting yang perlu diselesaikan ketika mencoba untuk menggabungkan kerja lembur dengan TI dan ini adalah sesuatu yang jarang diketahui oleh TI, karena hal ini asing bagi lingkungan kerja normal mereka. Faktor yang hilang tersebut adalah keselamatan, yang tidak termasuk dalam tiga prinsip keamanan TI kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan tetapi sangat penting dalam lingkungan kerja, karena hal ini dapat menjadi bencana besar bagi keselamatan karyawan. Kesehatan dan keselamatan di lingkungan industri adalah hal yang terpenting karena lingkungan tersebut cenderung sangat berbahaya, dan membawa teknisi TI ke lingkungan kerja tanpa pelatihan komprehensif dapat menyebabkan bencana.

Oleh karena itu, penting bagi petugas keamanan untuk menyadari bahwa dalam lingkungan berbahaya, keselamatan dan ketersediaan mengalahkan prinsip dasar keamanan, kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan TI. Dalam perspektif PL, mereka akan mendefinisikan prinsip keamanan mendasar sebagai keselamatan, ketersediaan, kerahasiaan, dan integritas.

Dengan mengingat pemahaman ini, ketika mempertimbangkan keamanan di lingkungan OT, penting bagi petugas keamanan TI untuk terlebih dahulu mengetahui bahaya dan sifat lingkungan OT di mana mereka akan bekerja. Pelatihan keselamatan harus dilakukan melalui pelatihan wajib bahkan sebelum siapa pun diizinkan memasuki lokasi. Dalam praktiknya, hal ini tidak selalu memungkinkan, karena Anda tidak selalu dapat mengurangi kesembronoan manusia. Meskipun demikian, keamanan OT harus lebih menekankan pada keamanan fisik dan perilaku dibandingkan pada bit dan byte yang melintasi kabel.

Masalah signifikan lainnya ketika mencoba mengamankan domain OT adalah kurangnya pemahaman dasar tentang teknologi dan protokol. Misalnya, apa itu PLC, DCS, dan HMI? Selain itu, protokol non-IT aneh apa yang digunakan dalam komunikasi M2M? Untuk mengilustrasikan masalah ini, jaringan OT pada umumnya akan terlihat seperti Gambar 12.1.



Gambar 12.1. Jaringan manufaktur PL yang khas

Gambar 12-1 menunjukkan topologi jaringan OT dan ICS yang khas. Ada referensi ke sistem non-TI seperti PCL, DCS, HMI, field bus, DCP3, Modbus, Ethernet/IP dan Profinet, yang kecuali petugas keamanan TI memiliki latar belakang dalam sistem kontrol industri akan membuat mereka bingung. Jadi apa saja entitas-entitas ini?

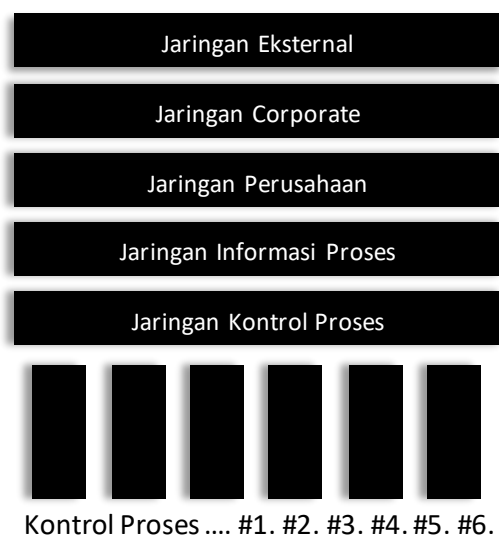
Jaringan OT dan ICS terdiri dari PCL dan DCS, PLC (logika kontrol program) digunakan untuk mengotomatisasi proses dengan menjalankan program, yang telah dibuat dalam perangkat lunak untuk mereplikasi tindakan yang diperlukan, secara bertahap, untuk menyelesaikan suatu tugas. PLC bersifat digital dan menyediakan keluaran digital yang diperlukan sebagai masukan oleh mikroprosesor untuk menjalankan suatu fungsi, seperti untuk menghidupkan atau mematikan motor. PCL juga menerima masukan digital, dan ini memerlukan data sensor, yang seringkali bersifat analog. Ini harus dikonversi oleh konverter analog-ke-digital (ADC) sebelum disajikan ke perangkat lunak yang berjalan pada PLC. PLC menjalankan perangkat lunak logika kontrol khusus untuk mesin dan proses sehingga seringkali terdapat korelasi yang erat antara PLC dan mesin serta proses yang dijalankannya. Akibatnya, terdapat banyak PLC di lingkungan OT dan ICS tradisional, seperti lantai pabrik manufaktur, dan hal ini dapat menyebabkan proliferasi kabel yang sangat besar dan konsekuensi biaya dalam penyediaan dan pemeliharaan beban kabel.

DCS di sisi lain juga digunakan untuk mengotomatisasi sistem. Namun, DCS adalah sistem kontrol terdistribusi yang sering digunakan dalam otomatisasi proses berkelanjutan dan berskala besar. Lebih lanjut, HMI (human machine interface) adalah sistem kontrol yang memungkinkan operator manusia berinteraksi secara real time dengan mesin dan mengontrol proses yang berjalan pada mesin. Sistem HMI biasanya berada di ruang kontrol dan dioperasikan oleh mesin dan operator proses. Namun, sangat sedikit personel keamanan TI yang memahami istilah-istilah ini, apalagi mengetahui cara mengamankannya.

HMI, PLC, dan DCS membentuk sistem dalam jaringan industri, dan hanya ada segelintir vendor sistem otomasi, seperti Siemens, Rockwell, General Electric, dan ABB, antara lain. Hal ini merupakan hal yang meyakinkan karena vendor otomasi ini, meskipun bukan hanya vendor yang terdaftar yang membuat sejumlah besar sistem, sensor, dan pengontrol yang diterapkan dalam jaringan OT produksi. Hal ini penting karena kami dapat lebih mudah meneliti dan meminta spesifikasi teknis dan dokumentasi keamanan serta praktik terbaik dari vendor terkait. Alasan mengapa hal ini sangat penting dalam jaringan OT adalah meskipun beberapa perangkat lunak disediakan untuk penerapan Windows dan Linux, sebenarnya hal ini cukup jarang. Sebagian besar perangkat dan sensor berjalan pada sistem operasi berpemilik yang ringan namun real-time, yang dapat memberikan kinerja dan respons deterministik yang diperlukan dalam pengendalian proses yang kritis terhadap waktu.

12.3 PLC DAN DCS

Jika kita membandingkan diagram topologi jaringan OT dengan topologi keamanan TI, yang ditunjukkan pada Gambar 12-2, kita dapat melihat perbedaan fungsional utama. Oleh karena itu, kita perlu bertanya pada diri sendiri, apa saja bidang-bidang tersebut?



Gambar 12.2. Domain keamanan PL versus TI

Mengamankan PL

Hal pertama yang perlu kita pertimbangkan adalah seperti jaringan perusahaan IT awal di awal tahun 1990an, jaringan OT mungkin mendukung beberapa protokol dan standar yang berbeda, tidak seperti IP modern, tidak ada standarisasi pada Ethernet dan IP. Oleh karena itu, berbagai bagian jaringan mungkin dapat mendukung jenis jaringan yang berbeda, seperti Modbus, Ethernet/IP, Profibus, dan Profinet, serta campuran media dan standar pengkabelan, seperti serat optik, kabel tembaga, atau nirkabel untuk Ethernet. 10/100Mbps atau Gigabit Ethernet. Jaringan OT berkembang sejalan dengan hal ini, karena tidak adanya standar industri dan biaya serta masa pakai yang lama, produsen peralatan cenderung memasok dan memasang peralatan yang disukai pada saat itu. Akhir-akhir ini, hal ini merupakan peralihan

industri ke IP dan Ethernet; Namun, itupun belum ada standar yang tercapai. Amerika Serikat lebih menyukai Ethernet/IP, Eropa lebih menyukai Profinet, dan Asia menggunakan campuran keduanya.

Pada Gambar 12-2, Anda dapat melihat struktur bus jaringan dan setiap area produksi atau proses ditentukan tetapi tanpa segregasi data, router, atau firewall yang umum dalam topologi jaringan TI. Praktik TI yang umum adalah memisahkan setiap area untuk mencegah lalu lintas yang tidak sah atau tidak relevan memasuki area atau zona tertentu, namun pertimbangkan latensi, jitter, atau kehilangan paket yang mungkin ditimbulkannya.

Tingkat Jaringan: Potensi Masalah Keamanan

Mempertimbangkan topologi jaringan adalah awal yang baik karena potensi untuk membendung dan mengisolasi ancaman keamanan semakin meningkat. Struktur bus yang biasanya disukai dalam industri, karena fleksibilitasnya sistem baru dapat dengan mudah ditambahkan tanpa desain ulang atau gangguan jaringan juga rentan terhadap kerentanan keamanan seperti infestasi worm. Masalahnya adalah bahwa jaringan datar, seperti bus, dapat menjadi jaringan komunikasi yang sangat efisien dengan jumlah host yang terbatas, sehingga membuatnya begitu populer. Ethernet, adalah contoh utama peralihan cepat pada tingkat paket data, cepat dan mudah untuk diinstal dan dikelola. Namun, jaringan Ethernet-switched sangat bagus untuk LAN kecil tetapi skalanya tidak bagus, terutama karena sifat siarannya. Isolasi zona jaringan dapat dicapai dengan menggunakan VLAN, yang memvirtualisasikan infrastruktur jaringan yang mendasarinya dengan membuat LAN virtual melalui penandaan paket dari sumber yang telah ditentukan yang melakukan perjalanan ke tujuan dengan pengenalan VLAN individual.

VLAN mengurangi ukuran domain siaran, sehingga meningkatkan efisiensi dan memungkinkan jaringan flat-switched berkembang. Namun, jaringan flat-switched mempunyai sejumlah masalah. Yang terpenting adalah topologi itu sangat penting. Dalam topologi bus bidang industri, seperti Profinet, hal ini biasanya tidak menjadi masalah, bahkan bekerja pada tingkat alamat MAC memberikan peningkatan dan perilaku deterministik, jadi ini sebenarnya merupakan hal yang baik. Namun, ketika IP dimasukkan ke dalam campuran, ini mungkin menjadi masalah serius karena diperlukan protokol deteksi loop. Hal ini karena loop dalam topologi jaringan dapat menimbulkan konsekuensi serius bagi switch yang mengetahui port mana yang akan mengirimkan paket.

Protokol deteksi loop yang paling umum digunakan dalam lingkungan TI adalah spanning tree. Namun, spanning tree tidak dapat diterima dalam lingkungan produksi industri karena waktu yang diperlukan untuk mendeteksi loop dan menjalankan algoritma STP sebelum memulihkan konektivitas jaringan, yang bahkan dalam fast spanning tree dapat dihitung dalam hitungan detik gangguan arus lalu lintas.

Di perusahaan TI, mereka cenderung menggunakan desain jaringan hierarki seperti yang disukai di jaringan pusat data tradisional TI sebelum SD dan topologi ini bergantung pada subnet IP untuk memberikan pemisahan dan mekanisme kontrol akses perbatasan pada perangkat perutean antar segmen atau keamanan zona. Kontrol akses melalui daftar akses subnet-sentris di IP berfungsi dengan baik, terutama di jaringan perusahaan TI, meskipun hal

ini menambah beberapa latensi (walaupun latensi tersebut tidak terdeteksi dalam aplikasi TI). Masalahnya terletak pada konfigurasi perangkat perutean; dalam lingkungan kecil mereka dapat dikonfigurasi secara statis dengan tabel perutean berkode keras yang secara eksplisit menyatakan di mana dan melalui antarmuka router mana tujuan dapat dicapai. Ini efisien dalam pengoperasiannya tetapi rentan terhadap kesalahan selama konfigurasi, juga tidak dapat diskalakan; seiring dengan pertumbuhan jaringan, konfigurasi dan pemeliharannya menjadi semakin sulit.

Alternatif rute statis adalah protokol perutean, seperti RIPv2, EIGRP, ISIS, dan OSPF. Namun pengaturan default ini juga tidak cocok untuk lingkungan OT industri. Alasannya adalah karena protokol perutean ini telah dirancang sejak lama sehingga waktu konvergensi 20 hingga 30 detik tidak menjadi masalah. Bahkan saat ini dengan opsi konfigurasi yang lebih cepat untuk protokol perutean ini, konvergensi jaringan masih gagal memenuhi persyaratan mikrodetik untuk sensor di dunia OT dan ICS.

Lalu pertanyaannya adalah, jenis Ethernet apa yang digunakan oleh lingkungan OT di lingkungan M2M yang kritis terhadap waktu? Jawaban sederhananya adalah Ethernet industri, seperti Ethernet/IP, yang dapat berupa Devicenet melalui Ethernet, atau Profinet, yang berasal dari keluarga yang sama dengan protokol bus lapangan yang sudah ada, Profibus, meskipun keduanya sangat berbeda sehingga tidak perlu bingung. Untuk mengilustrasikan bagaimana Ethernet industri berbeda dari standar TI dan komunikasi data Ethernet, kita perlu menyelidiki cara kerja Profinet dan bagaimana hal ini mengurangi kegagalan Ethernet standar, serta mengapa hal ini sangat menguntungkan bagi OT.

Tingkat Sistem: Potensi Masalah Keamanan

Pada tingkat sistem, PLC dan DCS adalah target yang rentan dan berpotensi menjadi target serangan berbahaya karena keduanya menjalankan perangkat lunak yang mengontrol logika dasar yang berjalan dalam proses otomasi masing-masing. Penyerang jahat mungkin ingin menguasai perangkat lunak dan mematikan sistem atau melakukan bentuk kekacauan lainnya. Meskipun sistem industri relatif tidak terpengaruh oleh serangan dari luar dibandingkan dengan sistem TI, hal ini merupakan tren peningkatan yang mengkhawatirkan. Memang benar, jumlah serangan yang dilaporkan terhadap sasaran industri telah meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir. ISC-CERT telah memantau lanskap serangan sejak tahun 2010 dan dalam lima tahun telah melaporkan sekitar 800 nasihat terkait eksploitasi, kerentanan, dan masalah keamanan lainnya. Hal ini tentu saja sangat kecil mengingat tingkat eksploitasi yang menargetkan perangkat seluler Android misalnya, atau OS Windows pada PC dan server. Namun, hal ini tentunya bukan sesuatu yang bisa diabaikan, karena potensi konsekuensi dari serangan berbahaya terhadap kompleks industri, seperti pembangkit listrik tenaga nuklir, anjungan minyak, atau kilang petrokimia bisa sangat menghancurkan dan menimbulkan banyak korban jiwa.

ICS-CERT menangani 245 dugaan eksploitasi keamanan selama tahun 2014 saja; namun ini hanya masalah yang dilaporkan, dan mereka menemukan dengan membingungkan, bahwa akar penyebab eksploitasi tidak dapat ditentukan, sehingga diduga merupakan eksploitasi keamanan. Alasan mengapa ICS-CERT tidak dapat menentukan vektor serangan

atau sumber serangan adalah karena sistem OT yang dicurigai telah disusupi umumnya tidak memiliki kemampuan deteksi dan pencatatan. Tidak semua sistem OT dan ICS pada jaringan OT memiliki desain yang memiliki kemampuan untuk mengidentifikasi, mengautentikasi, mengotorisasi, dan menerapkan aturan akses. Vendor mengatasi masalah ini dalam produk terbaru mereka, namun ingatlah siklus hidup panjang produk yang sudah diterapkan.

Namun, untuk mengamankan jaringan apa pun, penting bagi Anda untuk mengetahui apa yang Anda lindungi. Misalnya, di pabrik manufaktur, Anda harus mampu mengidentifikasi dan mengelola setiap sensor atau node dalam jaringan. Demikian pula, bagaimana Anda bisa memastikan bahwa setiap node atau sensor di jaringan kota pintar Anda adalah milik Anda dan bukan perangkat jahat yang ditanam oleh penyusup? Untuk melindungi jaringan, kita harus mampu mengidentifikasi, mengautentikasi, dan mengelola setiap node di jaringan, dan untuk itu kita memerlukan IAM (identifikasi dan manajemen akses).

12.4 MANAJEMEN AKSES IDENTITAS

Di TI perusahaan, kebutuhan IAM (Manajemen Akses Identitas) menjadi prioritas karena menjamurnya perangkat konsumen di tempat kerja yang didorong oleh inisiatif seperti BYOD (bawa perangkat Anda sendiri). Tiba-tiba, dengan respons dan penggunaan BYOD yang sangat besar, TI menghadapi masalah nyata, karena mereka tidak dapat mengidentifikasi semua perangkat karyawan, ponsel pintar, tablet, laptop, dan bahkan perangkat IoT yang dapat dikenakan yang mengakses jaringan mereka. Namun, TI menggunakan teknologi telepon seluler untuk mengidentifikasi dan menerapkan pola kebijakan dan keamanan pada sistem media sosial online besar seperti penelusuran Google, peta, dan bahkan aplikasi dan platform berskala web seperti Facebook.

Dalam contoh sebelumnya, kita mempertimbangkan manufaktur dari berbagai contoh industri yang keamanannya memengaruhi aliran industri lainnya seperti penerbangan, tenaga nuklir, jaringan listrik, layanan kesehatan, dan otomasi kendaraan. Pertimbangkan pengembangan pesawat besar, Airbus A380, sebagai ilustrasi bagaimana bahkan proyek manufaktur yang paling kaya secara finansial pun dapat dipaksa untuk memadukan protokol dan standar. Contoh Airbus A380 penting karena anggaran proyeknya mencapai miliaran dolar AS dan harga satu pesawat adalah Rp.428 juta. Namun, ada hal yang aneh di sini para perancang, yang mungkin membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk merancang dan membuat rencana ke depan, dan memiliki anggaran yang cukup untuk menerbitkan kontrak guna mendesain ulang atau menata ulang komponen-komponen yang diperlukan, tetap saja meluncurkan sebuah pesawat terbang dengan banyak jaringan.

A380 diluncurkan dengan sistem infotainment canggih, yang mendukung IP dan Ethernet untuk video, musik, dan Wi-Fi dalam penerbangan. Namun, untuk sistem kontrol penerbangan, ia tetap menggunakan bus CAN tradisional sebagai topologi fisik karena telah terbukti di industri, antarmuka yang umum, dan meskipun throughput komunikasinya dibatasi pada 125-500Kbps, itu sudah cukup, karena kinerjanya bersifat deterministik. Namun, A380 juga memiliki jaringan bus lama yang dipasang di kokpit untuk mendukung peralatan radio VHF. Alasannya adalah semua peralatan radio VHF dilengkapi dengan antarmuka VHF

standar—seperti peralatan TI yang dilengkapi dengan koneksi Ethernet umum. Hasilnya adalah para perancang Airbus mengambil keputusan pragmatis untuk menggunakan peralatan dan antarmuka standar meskipun hal tersebut mungkin menambah kompleksitas pemeliharaan, hal ini tentunya akan memakan biaya lebih sedikit dan akan mempercepat pengembangan. Elemen desain menarik lainnya pada A380 dan pada mobil serta pesawat berperforma tinggi adalah bahwa antarmuka mesin manusia hampir selalu bersifat analog, dengan dasbor yang menampilkan informasi menggunakan pembacaan yang tidak jelas yang ditampilkan sebagai dial dan jarum, bukan tampilan numerik digital yang akurat. Alasannya adalah manusia memahami dunia analog lebih cepat dibandingkan dunia digital. Seorang pengemudi atau pilot dapat melihat sekilas ke panel instrumen, yang mungkin berisi puluhan dial, dan segera menyadari bahwa satu dial menunjukkan warna merah, batas ekstrim dari batasnya. Dengan tampilan digital, pengemudi atau pilot harus membaca dan kemudian menghitung informasi digital, misalnya tekanan oli, dan kemudian secara mental memasukkan data ini dan membandingkannya dengan pemahamannya tentang batas aman, yang memerlukan waktu dan pengetahuan. Akibatnya, visualisasi data dalam antarmuka mesin manusia cenderung masih ditampilkan secara grafis meniru tampilan analog, dalam format analog yang kurang akurat namun lebih cepat diasimilasi.

Pesawat terbang dan mobil bernilai tinggi yang telah mengadopsi IP dan Ethernet sebagai pengganti bus CAN yang telah teruji dan berfungsi dengan baik selama beberapa dekade, juga memiliki masalah karena rentan terhadap malware dan eksploitasi tingkat lanjut. Sebagai contoh, Modbus, Devicenet, Profibus, CAN bus, dan topologi jaringan industri lainnya relatif kebal terhadap sebagian besar malware modern, karena tidak dapat diaksesnya mereka tidak ada koneksi Internet jarak jauh dan protokol unik sehingga serangan cyber terhadap teknologi serial bus ini jarang terjadi. Namun, tidak demikian halnya dengan Ethernet dan IP. Meskipun beberapa orang akan berpendapat bahwa sistem kontrol berkemampuan Ethernet dan IP memiliki keuntungan karena banyaknya pengetahuan yang telah dibangun selama dua dekade serangan komputer, dengan database yang penuh dengan catatan kerentanan, eksploitasi yang diketahui, kelemahan dan teknik mitigasi, mereka dianggap sebagai pertempuran menjadi keras dan aman. Namun, hal ini berlaku dua arah—sistem Ethernet dan IP yang tidak canggih, atau dilindungi oleh langkah-langkah keamanan yang ketat, terbuka terhadap banyak sekali eksploitasi dan serangan, yang dikembangkan dan diuji selama bertahun-tahun.

Penting untuk diingat bahwa lingkungan OT akan berisi protokol dan teknologi yang tidak dikenal atau dianggap kuno di perusahaan. Hal ini sebagian disebabkan oleh umur aset industri yang panjang, pengurangan biaya aset kabel, efisiensi, dan kesederhanaan, dan sebagian besar disebabkan oleh kekebalan relatif dari ancaman Internet yang umum seperti malware. Oleh karena itu, meskipun Ethernet dan IP mungkin mulai memasuki lingkungan OT, teknologi field bus masih mendominasi lanskap industri dalam hal protokol komunikasi—dan akan terus mendominasi selama bertahun-tahun.

BAB 13

INTEGRASI DATA PERKOTAAN DENGAN LAYANAN PERKOTAAN

Bab ini memberikan gambaran umum tentang arsitektur untuk mengintegrasikan informasi perkotaan. Bab ini menjelaskan bagaimana informasi perkotaan harus diintegrasikan dan bagaimana integrasi ini dapat menghasilkan optimalisasi layanan secara kolektif. Integrasi informasi spasial dan temporal mewakili pendekatan awal arsitektur integrasi teknis sosial. Metrik yang lebih baik untuk ditingkatkan adalah kepuasan pengguna, dimana pengguna adalah individu dan bisnis di kota.

Lebih lanjut, tiga saluran utama untuk mengintegrasikan informasi dibahas di sini. Saluran pertama adalah seperangkat antarmuka yang memungkinkan sistem beroperasi secara simbiosis. Secara khusus, ini dan menunjukkan perancangan antarmuka yang memungkinkan bisnis dan layanan untuk berkomunikasi dan berinteraksi satu sama lain sehingga semuanya beroperasi tidak hanya secara independen tetapi juga sebagai bagian dari sistem organik yang lebih besar. Saluran kedua adalah serangkaian sistem sosial yang mengkalibrasi ulang hak dan tanggung jawab terkait penggunaan, pengelolaan, dan perlindungan data. Teknologi yang memungkinkan organisasi menggunakan informasi pribadi tanpa mengorbankan privasi data dan prinsip-prinsip data diperkenalkan. Saluran terakhir adalah ukuran kualitas hidup (kualitas hidup). Dalam bab ini, kita membahas kerangka teoritis untuk mengukur kualitas hidup menggunakan penginderaan manusia.

13.1 ARSITEKTUR UNTUK MENGINTEGRASIKAN INFORMASI PERKOTAAN

Dua Pendekatan untuk Mengintegrasikan Informasi Perkotaan

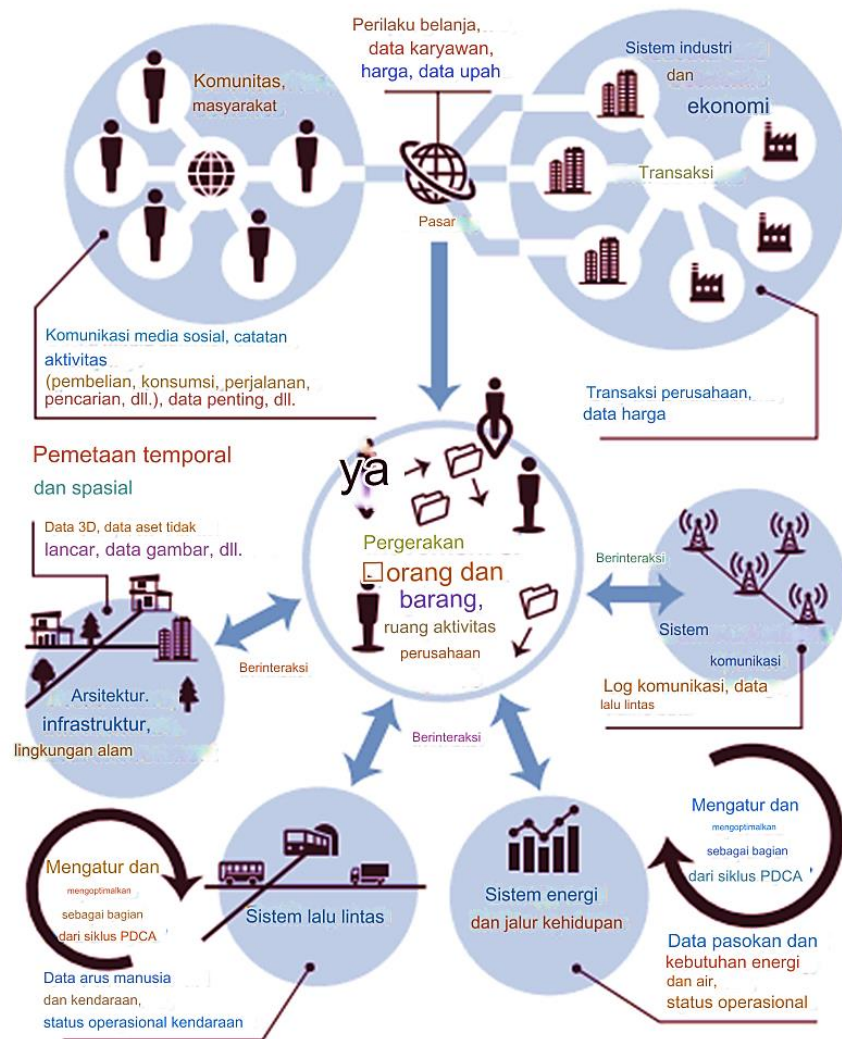
Kota merupakan pusat populasi besar dengan ruang yang terbatas, dan kota menjadi tuan rumah bagi sekelompok aktivitas bersama dan terkoordinasi yang menghasilkan barang dan jasa secara efisien diproduksi dan dikonsumsi secara bersamaan. Yang mendasari kelompok kegiatan yang padat ini adalah layanan infrastruktur, termasuk layanan yang berkaitan dengan perjalanan, distribusi, komunikasi, pasokan energi, pengelolaan limbah, serta pasokan dan pengolahan air. Untuk memastikan bahwa layanan-layanan ini beroperasi secara efektif, kota harus mencurahkan sumber daya yang besar untuk mengumpulkan data dan mengelolanya secara kuantitatif. Selama bertahun-tahun, pasokan air, tenaga listrik, dan gas; transportasi jalan raya dan kereta api; dan banyak layanan lainnya telah dijalankan oleh sistem kontrol yang didasarkan pada data real-time. Pengumpulan dan analisis data, serta penggunaan temuan untuk mengontrol layanan atau memandu pengambilan keputusan, merupakan kegiatan inti pengelolaan informasi perkotaan.

Data/informasi yang berkaitan dengan masing-masing layanan infrastruktur—air, listrik, gas, transportasi jalan raya dan kereta api, dan sejenisnya—dikelola secara terpisah. Namun, jika kita dapat memetakan seluruh layanan infrastruktur tersebut secara spasial, kita dapat memahami bagaimana layanan-layanan tersebut saling berhubungan atau, dalam beberapa kasus, menimbulkan konflik. Misalnya, pasokan air, sistem pembuangan limbah,

saluran listrik, jaringan pipa gas, jaringan jalan raya, dan jaringan kereta bawah tanah sering kali saling tumpang tindih (di atas dan di bawah tanah). Pekerja yang memasang pipa air limbah harus memahami lokasi saluran listrik dan pipa gas. Tim juga harus berusaha meminimalisir gangguan lalu lintas jalan raya. Saat melaksanakan pekerjaan umum, jika tim dapat mengumpulkan data mengenai lokasi setiap fasilitas infrastruktur dan pekerjaan umum terkait serta menyesuaikan lokasi dan jadwal kerja, maka kecelakaan dan ketidaknyamanan pengguna jalan dapat dicegah.

Sebuah sistem untuk memfasilitasi koordinasi tersebut sebenarnya telah beroperasi selama sekitar 20 tahun. Dalam sistem ini, para pihak berbagi informasi mengenai keberadaan fasilitas yang menempati ruas jalan dan informasi mengenai rencana pekerjaan konstruksi/pemeliharaan untuk mengkonsolidasikan dan memetakan informasi tersebut secara visual. Sistem ini didukung oleh ketentuan peraturan umum, yang menyatakan bahwa pihak-pihak terkait harus menggunakan sistem tersebut untuk mengoordinasikan operasi mereka. Sistem tersebut menjadi dasar bagi para pihak untuk memasukkan, mengelola, dan berbagi data. Ketentuan peraturan juga menetapkan bahwa biaya sistem harus ditanggung bersama di antara para aktor terkait. Seperti yang diilustrasikan dalam contoh ini, untuk memastikan bahwa semua pihak berbagi data dan informasi, harus ada sistem berbagi informasi, dan juga harus ada aturan yang mengatur cara kerja sistem serta model pembagian biaya.

TI digunakan untuk mengoptimalkan aktivitas dan infrastruktur perkotaan. Namun seringkali optimasi ini dilakukan secara terpisah tanpa mempertimbangkan interkoneksi di antara keduanya. Kami telah menyebutkan betapa pentingnya mempertimbangkan berbagai fasilitas infrastruktur yang menempati ruas-ruas jalan, namun hal ini juga berlaku untuk berbagai layanan transportasi. Misalnya, untuk memastikan bahwa penumpang dapat berpindah dari kereta ke bus dengan lancar, atau untuk memastikan bahwa tren mobilitas sebagai layanan (MaaS: integrasi berbagai layanan transportasi untuk memungkinkan pengguna berpindah antar layanan dengan lancar) mendapatkan daya tarik, penting untuk mengintegrasikan informasi yang berkaitan dengan masing-masing layanan terkait. Namun bagaimana seharusnya informasi tersebut diintegrasikan? Gagasan untuk mengintegrasikan informasi ini mungkin tampak seperti gagasan yang tidak jelas pada awalnya, namun menjadi lebih jelas ketika kita mempertimbangkan seberapa banyak layanan perkotaan yang tumpang tindih secara spasial. Di titik-titik transportasi, seperti stasiun kereta api, kereta api, bus, dan taksi, layanan berpotongan. Jika data terkait masing-masing layanan transportasi tersebut dipetakan secara spasial dan temporer, maka akan memungkinkan visualisasi interkoneksi dan konflik di antara keduanya. Oleh karena itu, kita akan mendapatkan gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana kita harus mengintegrasikannya dan bagaimana integrasi ini dapat mengoptimalkan layanan secara kolektif. Integrasi informasi spasial dan temporal merupakan pendekatan pertama dari dua pendekatan penting dalam arsitektur integrasi sosial dan teknis (lihat Gambar 13.1).



Gambar 13.1 Lanskap data dalam pengelolaan perkotaan: pembagian temporal dan spasial memungkinkan interaktivitas

Pendekatan kedua berkaitan dengan pertanyaan: Apa yang harus dioptimalkan? Jika kita hanya berfokus pada sistem individual, target optimasi harusnya relatif mudah untuk ditentukan. Ini akan mencakup hal-hal seperti waktu perjalanan dan biaya operasional. Namun, situasinya menjadi lebih rumit ketika kita mempertimbangkan keseluruhan sistem. Mungkin hal yang perlu dioptimalkan dalam hal ini adalah gabungan biaya operasional, namun metrik ini tidak banyak membantu kita dalam membayangkan sistem perkotaan di masa depan. Bagaimanapun, cara efektif untuk mengoptimalkan biaya adalah dengan menurunkan standar dalam banyak kasus. Metrik yang lebih baik untuk ditingkatkan adalah kepuasan pengguna pengguna adalah individu dan bisnis di perkotaan. Hal ini menimbulkan pertanyaan: Apa yang dimaksud dengan kepuasan pengguna? Pengguna selalu mencari layanan yang menawarkan kenyamanan dan kegembiraan, yang menghilangkan ketegangan hidup, yang memenuhi kebutuhan mereka hingga ke detail terkecil, dan dapat diberikan sesuai permintaan. Layanan seperti ini tidak semewah yang dibayangkan sebagian orang; memang, hal-hal tersebut telah disediakan dalam beberapa hal. Uber, misalnya, telah

mendemonstrasikan bagaimana layanan mobilitas dapat berfungsi dalam masyarakat di mana pengemudi otomatis sudah menjamur. Kendaraan Uber tidak bersifat otomatis, namun prinsipnya serupa: kendaraan dikirim berdasarkan permintaan pengguna sehingga pengguna tidak perlu mengemudi. Demikian pula, jika Anda menginap di hotel mewah, Anda bisa merasakan gaya hidup nyaman yang sesungguhnya berkat otomatisasi penuh. Di hotel ini, Anda tidak perlu melakukan pekerjaan rumah apa pun, dan Anda bisa mendapatkan makanan atau minuman hanya dengan satu klik jari. Layanan tingkat tinggi ini dapat diberikan dengan biaya yang jauh lebih rendah melalui integrasi informasi atau dengan teknologi berbasis AI dan Internet of Things (IoT). Dengan demikian, kemudahan-kemudahan ini secara teknis layak dan diinginkan masyarakat. Namun, haruskah kita berupaya untuk memperluas lingkungan ideal tersebut kepada semua orang (sebagai misi pengoptimalan kita) hanya karena hal tersebut layak dan diinginkan?

Rosemarie Parse mengajukan teori keperawatan yang disebut “Human Becoming” (Parse 1998). Ia mengembangkan konsep ini (yang awalnya ia beri nama “kesehatan hidup manusia”) setelah mempertanyakan sejauh mana perawatan mutlak dan perawatan medis yang menyelamatkan nyawa diperlukan, dan seberapa besar hal tersebut demi kepentingan pasien. Human Becoming berasumsi bahwa manusia memperoleh makna dari kebebasan memilih tindakan dan pengalamannya, yang menjadi landasannya mereka tumbuh dan berubah (atau menjadi). Teori ini juga berpendapat bahwa manusia membuat pilihan bebas berdasarkan informasi yang mereka kumpulkan dalam interaksi intersubjektif dengan lingkungan.

Ide-ide seperti ini harus dipertimbangkan dalam proses diskusi publik yang luas dan program uji coba. Ketika masyarakat kita mengumpulkan sejumlah wacana dan pengalaman, serta sejumlah data digital, kita dapat memperoleh lebih banyak wawasan tentang apa yang harus kita optimalkan, dan kemudian mengembangkan lingkungan yang sesuai.

Saluran untuk Mengintegrasikan Informasi

Ada tiga saluran utama untuk mengintegrasikan informasi. Saluran pertama adalah saluran teknis; ini menyangkut antarmuka yang memungkinkan sistem beroperasi secara simbiosis. Secara khusus, hal ini berarti merancang antarmuka yang memungkinkan bisnis dan layanan berkomunikasi dan berinteraksi satu sama lain sehingga keduanya beroperasi secara independen namun juga sebagai bagian dari keseluruhan organik. Bagian 4.2 memperkenalkan pendekatan untuk mencapai simbiosis tersebut: “Sistem desentralisasi otonom simbiosis,” sebuah konsep yang berfokus pada pengintegrasian layanan yang ada.

Saluran kedua adalah kelembagaan: saluran ini menyangkut sistem sosial yang mengkalibrasi ulang hak dan tanggung jawab terkait penggunaan, pengelolaan, dan perlindungan data yang dikumpulkan dari sistem berbeda, dan yang mempertimbangkan hasil, biaya, dan dampak penggunaan data. Saat ini, gagasan yang berlaku pada properti secara umum bahwa pihak yang memperoleh properti mempunyai seluruh hak yang terkait dengannya juga berlaku pada informasi dan data. Namun, isu mengenai privasi data menantang gagasan ini. Jika Anda memiliki atau mengelola informasi pribadi seseorang, Anda berpotensi memengaruhi orang tersebut dengan cara tertentu. Anda tidak dapat

menggunakan data yang bertentangan dengan keinginan perwakilan data. Oleh karena itu, pada akhirnya, pelaku data harus memiliki hak untuk terlibat dalam proses penggunaan atau pengelolaan datanya. Contoh utama dari prinsip ini adalah hak atas portabilitas data (hak untuk mentransfer data pribadi dari satu pengontrol data ke pengontrol data lainnya), yang tercantum dalam Peraturan Perlindungan Data Umum (GDPR) Uni Eropa. Prinsip ini juga berlaku pada contoh yang telah kita bahas sebelumnya mengenai aset yang menempati ruas jalan. Artinya, untuk menjamin penggunaan jalan milik publik secara tepat, data harus disebarluaskan sejauh yang diperlukan, dan berbagai pihak harus mengkompromikan kepentingan mereka sendiri demi mencapai kepentingan kolektif yang lebih luas. Harus ada diskusi berkelanjutan mengenai bagaimana memperbaiki penekanan berlebihan pada kepentingan kelompok dan bagaimana mencapai kepentingan yang lebih luas secara keseluruhan. Diskusi semacam ini akan membantu menjadikan hak data dan tanggung jawab pemangku kepentingan sebagai landasan tata kelola. Setelah kita melakukan diskusi dan pemahaman bersama, kita harus menetapkan hak dan tanggung jawab yang harus diterapkan ketika berbagai layanan diintegrasikan. Kita juga harus merancang model bagaimana biaya akan ditanggung bersama. Langkah-langkah kelembagaan ini sangat penting, karena tanpa langkah-langkah tersebut, sistem yang secara teknis memungkinkan akan gagal mendapatkan dukungan di masyarakat.

Sebagian besar data perkotaan akan menjadi informasi pribadi pengguna (termasuk penduduk kota, pekerja, dan pengunjung). Masyarakat di seluruh dunia kini telah menetapkan prinsip bahwa informasi pribadi dapat dipercayakan kepada organisasi dan individu yang dapat diandalkan, yang akan menggunakan data tersebut untuk mengidentifikasi cara meningkatkan dan mengoptimalkan layanan perkotaan. Prinsip ini telah diterapkan pada skema seperti bank informasi pribadi dan penyimpanan data pribadi, namun skema ini menemui kesulitan. Alasan mereka berjuang adalah terkait dengan kerugian yang tidak dapat dipulihkan akibat kecelakaan informasi pribadi, seperti ketika data bocor. Jika kita memiliki teknologi yang memungkinkan organisasi untuk menggunakan informasi pribadi tanpa mengorbankan privasi data, para pelaku data akan lebih cenderung memberikan persetujuan mereka terhadap penggunaan data mereka, yang akan membuka banyak kemungkinan baru dalam penggunaan data. Bagian 13.3 memperkenalkan teknologi seperti itu, yaitu teknologi yang mengenkripsi data pribadi sehingga data tersebut dapat dianalisis sambil tetap menjaga anonimitas pelakunya.

Saluran ketiga menyangkut struktur tata kelola di mana masyarakat dapat terus menyempurnakan sistem-sistem yang terpisah, arsitektur yang mengintegrasikan sistem-sistem ini, dan metode pengelolaan data. Untuk mencapai tujuan ini, perlu mengacu pada ukuran kualitas hidup warga negara yang dapat diukur (metrik utama optimalisasi masyarakat secara keseluruhan) dan distribusinya. Kualitas hidup, menurut definisi, adalah ukuran kualitas hidup. Kita telah membahas hal ini di bagian kerangka Inovasi Habitat. Serangga. 13.4, kita akan membahas kerangka teoritis untuk mengukur kualitas hidup: penginderaan manusia.

Masalah yang Sedang Berlangsung

Setelah fungsi tujuan ditentukan, pendekatan terhadap integrasi dan optimalisasi sistem akan mulai membuahkan hasil dalam banyak pengaturan berbeda. Namun, sejumlah permasalahan harus diatasi terlebih dahulu. Misalnya, bagaimana kota dapat menetapkan fungsi obyektif ketika terdapat begitu banyak aktor berbeda yang kepentingannya dapat menimbulkan konflik? Bagaimana mereka membentuk konsensus di antara berbagai kepentingan yang berbeda? Bagaimana seharusnya dunia usaha swasta dan lembaga publik (termasuk pemerintah daerah dan komunitas perumahan) berbagi data dan informasi sebagai bagian dari proses pembentukan konsensus dan penentuan tujuan bersama? Isu-isu ini baru saja mulai diperdebatkan. Meski begitu, sejumlah ide dan skema telah muncul. Misalnya, portabilitas data (kemampuan untuk mengumpulkan, mengelola, dan mengakses data sendiri) telah mendapatkan perhatian di seluruh dunia. Demikian pula, terdapat banyak dukungan terhadap gagasan bahwa lembaga publik dapat menggunakan data yang dikumpulkan oleh organisasi swasta dengan cara yang dapat memberikan manfaat bagi masyarakat. Di tahun-tahun mendatang, sangatlah penting untuk menerapkan langkah-langkah konkrit agar masyarakat, komunitas, dunia usaha, dan pemerintah daerah dapat memperoleh banyak pengalaman. Penting juga untuk meningkatkan peluang bagi para aktor untuk secara mandiri mendiskusikan strategi spesifik untuk mengatasi permasalahan ini.

13.2 SISTEM DESENTRALISASI OTONOMI SIMBIOSIS

Visi Kerja Sama Pelayanan

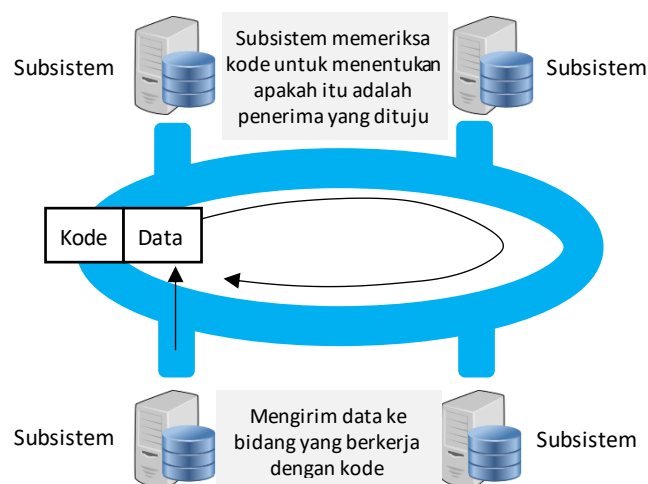
Bagaimana kita bisa membuat berbagai layanan bekerja sama? Dalam praktiknya, tidak mungkin mengembangkan sistem megalitik tunggal yang menyatukan semua layanan. Bagaimanapun, layanan yang berbeda beroperasi di bawah sistemnya masing-masing; oleh karena itu, untuk menggabungkan semuanya ke dalam satu sistem akan memakan banyak uang dan waktu. Masalah lainnya adalah setiap kali Anda mengubah layanan, Anda perlu mengkalibrasi ulang sistem secara keseluruhan, yang juga akan memakan waktu dan uang. Daripada mengembangkan sistem sentral megalitik, akan lebih memungkinkan untuk membuat sistem yang sudah ada bekerja sama.

Lalu bagaimana kita mencapai prestasi ini? Untuk membuat sistem bekerja sama, sistem tersebut harus dimodifikasi atau fungsi baru harus ditambahkan. Namun, mungkin tidak realistis untuk menerapkan semua perubahan ini sekaligus. Sebaliknya, sistem tersebut harus bekerja sama secara bertahap. Setelah sistem bekerja sama, setiap sistem perlu terus diperbarui. Selama pembaruan, keseluruhan sistem harus tetap tidak terbebani, meskipun sistem tersebut ditangguhkan untuk sementara. Dengan adanya persyaratan ini, menjadi jelas bahwa kita tidak boleh memasang sistem-sistem secara begitu erat sehingga membuat sistem-sistem tersebut saling bergantung satu sama lain. Sebaliknya, kita harus mengarah pada sistem yang digabungkan secara longgar (*loosely coupled*), dimana sistem gabungan beroperasi secara independen namun berinteraksi satu sama lain sehingga memberikan manfaat bagi sistem secara keseluruhan.

Sistem Desentralisasi Otonom

Sebuah konsep yang dapat membantu merancang sistem seperti ini adalah “desentralisasi otonom.” Istilah ini didasarkan pada pengamatan terhadap makhluk hidup. Suatu organisme terdiri dari banyak sel. Sel-sel ini merupakan subsistem yang beroperasi secara independen, namun mereka juga berinteraksi satu sama lain untuk memungkinkan sistem secara keseluruhan—organisme—berfungsi. Demikian pula, sistem desentralisasi yang otonom memiliki serangkaian subsistem, yang masing-masing beroperasi secara independen namun memberikan kontribusi terhadap sistem secara keseluruhan (Hitachi 2019). Inilah prinsip yang harus kita ikuti dalam merancang arsitektur integrasi.

Mari kita pertimbangkan sistem desentralisasi otonom ini secara lebih rinci. Agar subsistem dapat beroperasi secara interaktif dan harmonis, subsistem harus berkomunikasi satu sama lain. Ketika suatu subsistem menyampaikan suatu pesan, biasanya subsistem tersebut akan meneruskan pesan tersebut ke subsistem tertentu. Demikian pula, ketika Anda mengirim paket kepada seseorang, Anda menempelkan label pada paket yang menunjukkan alamat orang tersebut. Namun situasinya menjadi lebih rumit ketika subsistem baru ditambahkan. Dalam pendekatan konvensional, jika sebuah pesan perlu diteruskan ke subsistem baru, subsistem pengirim harus dimodifikasi. Demikian pula, Anda perlu memperbarui buku alamat Anda tanpa penundaan jika domisili salah satu entri berubah. Namun, sistem desentralisasi yang otonom menghindari kebutuhan untuk memodifikasi subsistem yang ada setiap kali subsistem baru ditambahkan, berkat mekanisme yang dijelaskan pada paragraf berikutnya. Sistem seperti ini tidak memerlukan buku alamat.



Gambar 13.2 Sistem desentralisasi otonom

Gambar 13.2 mengilustrasikan bagaimana subsistem meneruskan pesan satu sama lain. Misalkan suatu sistem terdiri dari sepuluh subsistem. Ketika Subsistem A perlu meneruskan pesan ke Subsistem B, ia menyimpan pesan tersebut di area pengumpulan yang ditentukan (tanpa menunjukkan Subsistem B sebagai penerima yang dituju). Subsistem (selain Subsistem A) kemudian memeriksa area pengumpulan untuk melihat apakah pesan tersebut ditujukan untuk mereka. Pesan hanya akan diambil oleh subsistem yang menentukan bahwa itu adalah penerima yang dituju. Bagaimana Subsistem B memverifikasi bahwa ia adalah

penerima data yang dituju? Data yang diproses setiap subsistem disusun sedemikian rupa sesuai dengan fungsi khusus subsistem tersebut. Dengan demikian, setiap subsistem memeriksa struktur datanya, dan jika struktur tersebut sesuai dengan fungsi subsistem, maka subsistem akan menyimpulkan bahwa subsistem tersebut adalah penerima data yang dituju.

Sekarang kita beralih ke mempertimbangkan kompatibilitas ke depan. Apa yang terjadi jika Subsistem B diupgrade menjadi “Subsistem B+”? Subsistem B+ memproses jenis data yang sama dengan Subsistem B. Dengan demikian, Subsistem B+ akan menentukan siapa penerima data yang dikirimkan oleh Subsistem A. Oleh karena itu, tidak perlu memodifikasi Subsistem A (Subsistem A tidak perlu disuruh mengubah penerima dari Subsistem B ke Subsistem B+). Dengan demikian, keuntungan dari model desentralisasi otonom adalah bahwa subsistem dapat dengan mudah dimodifikasi secara bertahap, membuat pengembangan sistem skala besar menjadi lebih sederhana.

Tempat di mana subsistem menyimpan pesannya disebut “bidang kerja sama”. Semua subsistem terhubung ke bidang yang bekerja sama, sehingga mereka dapat mengirim semua data setoran dan mengumpulkan data dari bidang yang bekerja sama. Kami telah menyebutkan bahwa subsistem menentukan apakah suatu data cocok untuknya dengan memeriksa struktur datanya. Prosesnya sebenarnya lebih sederhana dalam praktiknya. Terdapat sistem pengkodean untuk mendeskripsikan berbagai jenis konten data, dan pesan yang disimpan di bidang kerja sama masing-masing diberi label dengan kode. Subsistem hanya perlu memeriksa kode untuk menentukan apakah data tersebut ditujukan untuk mereka.

Simbiosis Sistem

Prinsip-prinsip desentralisasi otonom yang baru saja kami uraikan juga dapat diterapkan pada sistem kerja sama di berbagai sektor atau layanan. Jika sistem yang bekerja sama mirip dengan suatu organisme, maka kelompok sistem yang bekerja sama itu seperti komunitas simbiosis organisme independen. Oleh karena itu, Hitachi menciptakan istilah “sistem desentralisasi otonom yang simbiosis” (Irie dkk. 2016).

Untuk mengilustrasikan prinsip ini, pertimbangkan kerja sama sistem manajemen transportasi yang terdesentralisasi secara otonom, termasuk yang terkait dengan kereta api, bus, dan taksi. Masing-masing sistem ini beroperasi secara independen, dan dalam menjalankan operasinya, sistem tersebut memposting data real-time mengenai operasi transportasi mereka ke bidang yang bekerja sama. Kemudian, sistem lain dapat melihat data yang diposting ke bidang yang bekerja sama, dan menggunakan data ini untuk membentuk rencana transportasi yang efisien untuk seluruh kelompok sistem. Rencana ini kemudian akan diposting ke bidang kerja sama. Proses ini memungkinkan layanan transportasi menjadi jauh lebih efisien dibandingkan situasi dimana setiap sistem transportasi merumuskan rencana secara terpisah.

Simbiosis ini dapat terjadi di berbagai sektor untuk memungkinkan pemberian layanan yang lebih efisien. Sebagai contoh, layanan transportasi dan energi, sebagai bagian dari upaya untuk mempromosikan kendaraan listrik, rencana transportasi dapat diatur agar kendaraan listrik dapat diisi ulang pada jam-jam ketika harga energi sedang rendah. Kerjasama lintas

sektor seperti ini akan membantu mengoptimalkan masyarakat secara keseluruhan, mendekatkan kita pada masyarakat supersmart.

13.3 PERLINDUNGAN DATA PRIBADI: TEKNOLOGI ANALISIS ANONIM

Kebocoran Data Pribadi

Dari Big Data, seperti data riwayat belanja orang-orang dan data sensor, kami mengumpulkan dan menganalisis data, serta mengekstrak informasi baru. Salah satu metode untuk mengeksplorasi Big Data adalah pembelajaran aturan asosiasi, yang dapat membantu mengidentifikasi hubungan antar variabel. Misalnya, analisis riwayat belanja mungkin memberi tahu kita bahwa ketika orang membeli popok, mereka cenderung membeli bir juga. Hubungan seperti ini disebut “aturan asosiasi”. Penemuan aturan asosiasi yang baik terbukti sangat berguna dalam memandu perencanaan produk, kampanye promosi, dan tata letak toko. Analisis Big Data dilakukan tidak hanya dalam pemasaran tetapi juga di berbagai bidang. Misalnya, data sensor dianalisis untuk menentukan faktor penyebab kecelakaan.

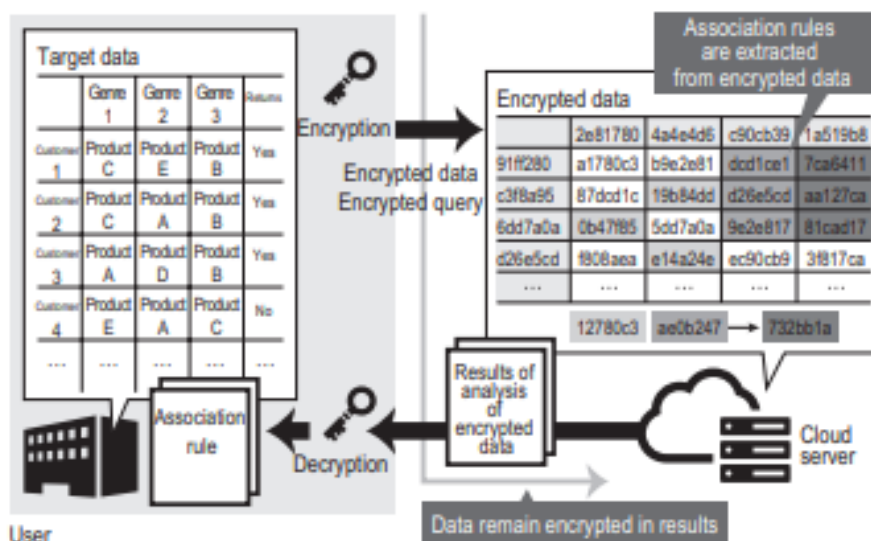
Di tahun-tahun mendatang, Big Data akan semakin banyak digunakan untuk membentuk layanan yang mengandalkan data pribadi. Analisis data akan semakin dipercaya dengan data dari sampel yang sangat besar, termasuk data program TV yang ditonton orang setiap hari, situs web yang mereka kunjungi, riwayat belanja mereka, serta toko dan restoran yang pernah mereka kunjungi. Mereka akan menggunakan data tersebut untuk menemukan aturan asosiasi yang menunjukkan tren, seperti selera dan preferensi masyarakat, produk yang cenderung dibeli oleh kelompok dengan selera dan preferensi serupa, dan ke mana mereka pergi untuk membeli produk tersebut.

Namun, bagaimana kita bisa mempercayakan data pribadi kita kepada organisasi-organisasi ini dengan tenang jika tidak ada langkah-langkah keamanan yang kuat? Metode terbaik yang tersedia saat ini adalah dengan menyembunyikan informasi penting, seperti nama dan alamat kepala sekolah, untuk mencegah kepala sekolah teridentifikasi. Di tahun-tahun mendatang, kita akan melihat lebih banyak penggunaan enkripsi sebagai sarana untuk meningkatkan keamanan data pribadi. Jika data dikirim untuk dianalisis dalam bentuk terenkripsi, hal ini membantu mencegah risiko data dieksploitasi untuk tujuan jahat. Enkripsi sudah digunakan di Internet; ketika kami mengirimkan data pribadi secara online, misalnya, data tersebut dienkripsi. Teknologi analisis anonim (Naganuma et al. 2014) memungkinkan analisis dilakukan tanpa data terenkripsi didekripsi dan dikembalikan ke keadaan semula. Dengan cara ini, hal ini secara signifikan mengimbangi risiko akses tidak sah atau kebocoran berbahaya. Tentu saja, cara mendekripsi data dirahasiakan dari pihak yang menganalisis data tersebut.

Analisis Anonim

Secara umum, jika Anda mempercayakan data pribadi Anda kepada analis data tetapi memberikan data dalam bentuk terenkripsi, analis tidak akan dapat memproses data tersebut, karena hanya Anda yang tahu cara mendekripsinya. Sebaliknya jika Anda menggunakan teknologi analisis anonim, analis data dapat menemukan aturan asosiasi dalam data bahkan dalam keadaan terenkripsi. Dari aturan asosiasi ini, analis dapat mengidentifikasi produk

tertentu untuk direkomendasikan kepada Anda, namun rekomendasi produk ini akan mengungkap selera dan preferensi yang mungkin tidak nyaman bagi Anda untuk dibagikan. Tidak ada seorang pun yang mau menyiarkan semua selera dan kebiasaannya kepada dunia. Hal penting tentang teknologi analisis anonim adalah bahwa rekomendasi produk itu sendiri dienkripsi sehingga analis tidak dapat memahaminya. Anda sendiri yang dapat mendekripsi rekomendasi menggunakan kata sandi awal Anda. Teknologi seperti ini kini sedang dalam proses pengembangan. Gambar 4.3 mengilustrasikan teknologinya. Pertama, Anda mengenkripsi data pribadi Anda dengan kata sandi dan mengunggah data tersebut ke server cloud (pusat data jarak jauh). Saat Anda mengirim kueri terenkripsi, pusat data menyusun kueri tersebut dengan data pribadi terenkripsi Anda dan mengeluarkan respons terenkripsi. Karena data dan kueri tetap terenkripsi di server cloud, tidak ada orang lain selain Anda yang dapat memahaminya. Terakhir, Anda menerima respons terenkripsi dan mendekripsinya menggunakan kata sandi yang sama dan memeriksa kontennya.



Gambar 13.3 Layanan analisis anonim

Analisis Anonim Menggunakan Enkripsi yang Dapat Dicari

Teknologi kunci dalam analisis anonim adalah enkripsi yang dapat dicari. Enkripsi yang dapat dicari memungkinkan pencarian kata terenkripsi dilakukan pada dokumen terenkripsi sehingga baik kata yang dicari maupun dokumen yang dianalisis tidak akan diketahui. Dalam pencarian konvensional, seseorang harus mendekripsi data untuk sementara waktu untuk menemukan istilah target. Namun dengan enkripsi pencarian, berapa kali istilah pencarian muncul dalam dokumen dapat diidentifikasi sambil tetap menjaga data tetap terenkripsi. Oleh karena itu, enkripsi yang dapat dicari dapat digunakan untuk menganalisis data secara statistik dan menemukan aturan asosiasi tanpa melanggar anonimitas.

Kemampuan untuk mengakses data tanpa mengorbankan privasi akan memperluas penggunaan data secara signifikan, karena akan lebih mudah untuk mendapatkan persetujuan

dari para pelaku terhadap penggunaan data mereka. Oleh karena itu, analisis anonym teknologi yang memungkinkan data dianalisis dengan aman (data tetap terenkripsi) memiliki kontribusi penting dalam melindungi privasi.

13.4 INTERNET OF THINGS HINGGA INTERNET MANUSIA

Di sektor manufaktur, Internet Industri, Industri 4.0, dan konsep serupa telah diusulkan sebagai cara untuk menghubungkan mesin, robot, dan hal-hal lain ke Internet, untuk beralih ke digital, dan untuk mewujudkan lompatan produktivitas yang signifikan. Sebaliknya, visi Society 5.0 Jepang mengusulkan masyarakat yang berpusat pada manusia, masyarakat yang memberikan kenyamanan dan kebahagiaan melalui konvergensi siber-fisik tingkat tinggi.

Faktor kunci yang membedakan Society 5.0 dari konsep lainnya adalah bahwa dalam Society 5.0, konektivitas mencakup manusia dan benda; dengan kata lain, Society 5.0 memiliki Internet untuk Manusia, bukan hanya Internet untuk Segala.

Digitalisasi Berbasis IoT

Dengan maraknya Internet dan telepon pintar, kita sekarang hidup dalam apa yang oleh sebagian orang disebut sebagai “masyarakat jaringan di mana-mana,” yang mana kita dapat terhubung kapan pun, di mana pun, dengan siapa pun. Selain itu, kebangkitan IoT (yaitu fakta bahwa konektivitas Internet telah meluas ke “sesuatu” melalui sensor dan perangkat nirkabel) telah semakin mendigitalkan masyarakat (Kementerian Dalam Negeri dan Komunikasi 2015). Seperti yang dibahas di Bab. 1, visi Industri 4.0 diuraikan sebagai bagian dari Rencana Aksi Strategi Teknologi Tinggi 2020 untuk Jerman (Kelompok Kerja Industri 4.0 2013). Industri 4.0 mengusulkan visi rantai pasokan digital yang menggunakan data yang dikumpulkan dari perangkat berbasis IoT untuk berinovasi dalam proses manufaktur.

Pada tahun 2012, General Electric Company (GE) menguraikan visinya tentang Industrial IoT atau Internet Industri. Ide Internet Industri adalah untuk menghubungkan perangkat keras manufaktur dengan perangkat lunak analitik canggih sehingga dapat mengurangi biaya secara signifikan dan menghasilkan nilai baru (Japan Business Federation 2016). Dalam setiap gagasan ini, peran inti dimainkan oleh sistem siber-fisik, yang menjadi ciri revolusi industri keempat. Sistem seperti ini telah digunakan untuk sepenuhnya mendigitalkan manufaktur melalui IoT, dan peningkatan produktivitas yang signifikan mulai terlihat.

Konsep Novel Society 5.0: Sentrisme Manusia

Jika sistem ekonomi secara tradisional memperoleh daya saingnya dari kemampuannya mengkonsolidasikan “benda” dan uang dengan cara yang meningkatkan efisiensi, dalam Society 5.0, sumber nilai ekonomi akan terletak pada manusia dan data sesuai dengan Strategi Pertumbuhan 2017 (Dewan Strategi Pertumbuhan 2017); terlebih lagi, data yang berkaitan dengan kebijaksanaan dan perilaku masyarakat akan menghasilkan nilai dan menciptakan masyarakat di mana individu dari semua lapisan masyarakat dapat berkontribusi secara aktif. Cara kami menggunakan data yang dikumpulkan dari Internet Manusia, selain data yang dikumpulkan dari Internet of Things (yang merupakan pemain utama dalam Industri 4.0 dan Internet Industri), akan menjadi sangat penting dalam upaya kami untuk mewujudkan

hal tersebut. Society 5.0. Bagian selanjutnya mengeksplorasi manfaat IoH, serta permasalahan yang ditimbulkannya.

Apa Itu Internet Manusia? Ini Dimulai dengan Sensor Manusia

Mengapa kita berbicara tentang manusia dan benda yang terhubung dalam suatu jaringan? Mari kita perhatikan beberapa contoh. Hitachi baru-baru ini melakukan penelitian terhadap sensor yang dapat dipakai untuk mengukur kebahagiaan.

Menurut Yano dkk. (2015), kebahagiaan berkorelasi signifikan dengan kinerja. Orang yang bahagia 37% lebih produktif dan 300% lebih kreatif dibandingkan orang yang tidak bahagia. Mereka juga memiliki lebih banyak teman dan rentang hidup sehat yang lebih lama. Ada juga dampak ekonominya: perusahaan dengan tenaga kerja yang bahagia melaporkan laba per saham yang lebih tinggi (Yano dkk. 2015).

Dalam studi Hitachi, pola aktivitas karyawan call center diukur menggunakan sensor yang dapat dikenakan (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4). Data tersebut, yang mewakili total lebih dari 1 juta hari, menunjukkan bahwa sensor cenderung memancarkan sinyal yang menunjukkan suasana hati bahagia selama pola perilaku aktif (Yano dkk. 2012). Tim pusat panggilan dengan tingkat kebahagiaan tinggi memenangkan bisnis 34% lebih banyak dibandingkan tim dengan tingkat kebahagiaan lebih rendah.

Temuan ini menyiratkan bahwa bahkan di masa otomatisasi seperti sekarang ini, kesejahteraan mental kita tetap menjadi kunci keberhasilan perekonomian. Mereka lebih lanjut menyarankan bahwa kita akan memperoleh peluang pertumbuhan ekonomi baru jika kita menggunakan IoH untuk mendigitalkan aktivitas manusia dan menciptakan masyarakat yang berpusat pada masyarakat yang mendukung kebahagiaan.

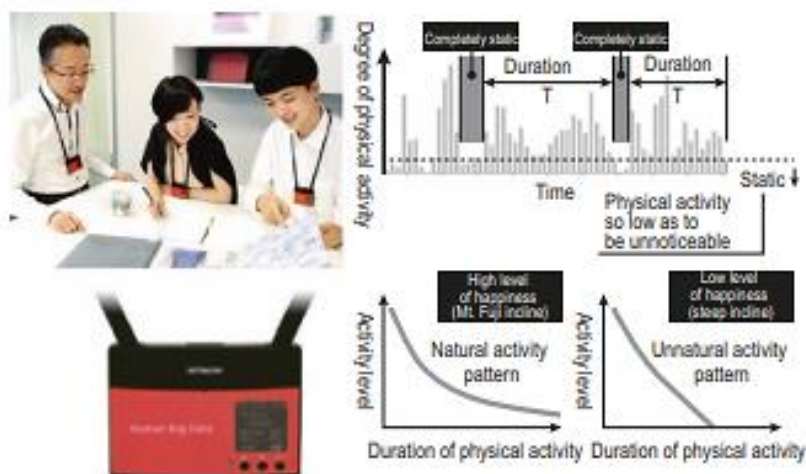
Manfaat IoH

Kami baru saja menjelaskan satu aspek IoH—penggunaan sensor yang dapat dipakai untuk memantau aktivitas manusia. Dari sudut pandang orang yang memakai sensor ini, ini adalah proses pasif; data sensor mereka dikumpulkan dan digunakan oleh orang lain. Bagaimana seharusnya IoH beroperasi dalam sistem ekonomi Society 5.0? Habitat Innovation menolak bahwa partisipasi aktif masyarakat adalah kunci dari sistem ekonomi seperti ini, termasuk data. Bentuk ideal IoH menurut Habitat Innovation adalah dimana warga memberikan data secara aktif, bukan pasif.

Untuk mendapatkan gambaran tentang penyediaan data aktif, kita dapat mempertimbangkan pasokan dan konsumsi energi. Untuk mengendalikan pasokan energi, perusahaan energi memantau jumlah energi yang kita konsumsi setiap hari dan menggunakan data tersebut untuk memperkirakan permintaan energi di masa depan. Perusahaan energi harus menjaga keseimbangan yang konstan antara permintaan dan pasokan untuk memastikan pasokan energi yang berkelanjutan pada tegangan pengenalan dan untuk menghindari pemadaman listrik. Untuk mencapai hal ini, mereka harus memperkirakan permintaan secara akurat dan secara fleksibel menyesuaikan pasokan untuk mengakomodasi perubahan permintaan yang tiba-tiba. Apa yang akan terjadi jika masyarakat secara aktif memberikan prakiraan konsumsi energi untuk hari berikutnya, minggu depan, atau bulan depan? Ketidakpastian mengenai permintaan di masa depan akan diminimalkan, sehingga

perusahaan energi dapat memperkirakan permintaan dan menyesuaikan pasokan dengan biaya yang jauh lebih rendah, sehingga membuka potensi ekonomi.

Contoh proyek percontohan yang sesuai dengan pendekatan IoH ini adalah Kutsuplus (“call plus”), layanan minibus berdasarkan permintaan yang diluncurkan oleh Helsinki City Transport (HSL) (Toyota 2015). Kutsuplus merupakan layanan yang menyesuaikan kebutuhan perjalanan penumpang dengan sopir minibus. Pengguna akan memasukkan titik awal, tujuan, dan waktu kedatangan yang diinginkan ke dalam aplikasi ponsel pintar. Aplikasi kemudian akan mencocokkan kueri dengan titik keberangkatan, titik pendaratan, dan jadwal yang sesuai. Berbeda dengan layanan bus konvensional, pengemudi minibus akan menyesuaikan rute dan jadwalnya agar sesuai dengan data yang diberikan pengguna. Pengemudi minibus kemudian dapat menentukan rute optimal untuk memenuhi kebutuhan pengguna dan secara dinamis menyesuaikan layanannya. Hasilnya adalah transportasi ekonomis yang disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat (lihat Gambar 4.5).



Gambar 13.4 Pola aktivitas fisik yang terkait dengan kebahagiaan (diukur dengan sensor yang dapat dikenakan)

Permasalahan yang Ditimbulkan IoH: Rintangan yang Harus Diatasi dalam Perjalanan Menuju Society 5.0

Ketika warga secara aktif menyediakan data, hal ini memungkinkan penyedia layanan perkotaan untuk secara dinamis menyesuaikan layanan mereka, yang pada gilirannya membuka potensi ekonomi. Namun, IoH juga membawa permasalahan yang harus kita atasi untuk mewujudkan Society 5.0. Masalah-masalah ini menyangkut keandalan data dan privasi pelaku data.

Masalah mengenai keandalan data adalah bahwa kumpulan data dapat berisi data meragukan yang dikirimkan oleh individu yang tidak bermoral dengan niat jahat. Situs e-niaga dan ulasan mengatasi masalah ini dengan memungkinkan pengguna menilai keandalan konten. Tombol “suka” adalah contohnya.

Mengenai privasi, pentingnya masalah ini telah digarisbawahi oleh Peraturan Perlindungan Data Umum (GDPR) UE, yang mulai berlaku pada Mei 2018. Yurisdiksi GDPR mencakup semua perusahaan multinasional di seluruh dunia yang memproses data pribadi penduduk UE, dan terdapat hukuman berat bagi perusahaan multinasional yang melanggar GDPR (EU GDPR.ORG 2019). Se jauh Society 5.0 akan didasarkan pada konektivitas manusia, kita harus mengatasi tantangan privasi data. Kami sebelumnya menyebutkan teknologi analisis anonim; dalam diskusi di bawah ini, kami memperkenalkan layanan privasi data yang menarik.

Layanan lalu lintas perkotaan		
	Society 5.0	Masyarakat Konvensional
Objektif	Kebahagiaan sebesar-besarnya bagi setiap individu	Watu tunggu keseluruhan yang minimal
Karakteristik	Mempertimbangkan kebutuhan individu	Tidak mempertimbangkan kebutuhan individu (Hanya kebutuhan kolektif)
	Memaksimalkan kepuasan setiap individu bersamaan dengan optimalisasi waktu tunggu	Mengoptimalkan penggunaan sumber daya untuk mengurangi sumber daya



Gambar 13.5 Pelayanan lalu lintas perkotaan dalam masyarakat yang berpusat pada masyarakat Society 5.0

Pada tahun 2016, perusahaan kereta api besar Tokyu Corporation meluncurkan Station Vision (merek terdaftarnya adalah “駅視 (Ekishi)-vision”), sebuah layanan yang meneruskan

data tingkat kerumunan stasiun ke pengguna sebagai data gambar. Data didasarkan pada rekaman kamera video. Jika layanan mengirimkan rekaman ini kepada pengguna tanpa diedit, hal itu akan melanggar privasi individu yang muncul di dalamnya. Untuk menghindari masalah ini, Station Vision mengganti gambar orang dengan ikon. Dengan menggunakan analisis arus manusia Hitachi, Matsukuma dkk. (2017) mengembangkan sistem yang mendeteksi arah berjalan orang dan kemudian mengganti gambar orang-orang tersebut dengan ikon yang menggambarkan pergerakan mereka, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13.6. Jika ikon yang sama digunakan untuk setiap orang, akan sulit untuk memahami dinamika kerumunan secara intuitif, karena arah dari setiap individu menjadi tidak jelas. Penggunaan ikon khusus arah mempermudah pengukuran tingkat kerumunan, dan melakukannya tanpa mengorbankan privasi. Station Vision dengan demikian memberikan cara bagi pengguna untuk memeriksa kerumunan di stasiun dari rumah mereka. Saat kereta mengalami penundaan, seperti saat hujan salju lebat, pengguna dapat memeriksa tingkat kerumunan di stasiun dan kemudian memutuskan apakah akan mengambil rute alternatif atau menunggu di rumah. Layanan ini juga membantu perusahaan kereta api mengurangi kemacetan di stasiun.



(Level of crowding)

Gambar 13.6 “Station Vision,” layanan informasi aplikasi jalur Tokyu

Seperti yang telah kita pelajari, IoT konektivitas manusia yang memungkinkan digitalisasi perilaku dan permintaan memiliki peran penting dalam masyarakat. Ketika masyarakat menyediakan data secara aktif, bukan secara pasif, layanan perkotaan (termasuk layanan energi dan transportasi) akan mampu menyesuaikan layanan mereka secara dinamis kepada pengguna. Perubahan ini akan membawa manfaat ekonomi, namun untuk mendapatkan manfaat ini kita juga harus mengatasi masalah privasi. Dengan melakukan hal ini, kami akan mempercepat kemajuan menuju Society 5.0.

BAB 14

MASALAH SOSIAL KOLABORASI INDUSTRI DAN AKADEMISI

14.1 BAGAIMANA SOCIETY 5.0 AKAN MENGUBAH KOTA?

Society 5.0 adalah masyarakat yang berpusat pada masyarakat yang menyelesaikan masalah ekonomi dan sosial sekaligus memastikan bahwa masyarakat menjalani kehidupan yang nyaman dan memuaskan. Untuk mencapai tujuan tersebut, bagaimana lingkungan perkotaan harus berubah? Bagaimana kita harus mencoba mengubahnya? Apa yang harus kita lakukan untuk mewujudkan perubahan tersebut?

Bab ini membahas model baru yang dikembangkan oleh H-UTokyo Lab., yang merupakan upaya bersama antara Hitachi dan Universitas Tokyo. Daripada mengikuti model konvensional kemitraan industri-akademisi, di mana laboratorium universitas melakukan penelitian bersama dengan perusahaan swasta, H-UTokyo Lab. berupaya memecahkan masalah sosial melalui kolaborasi industri-akademisi, yang melibatkan integrasi organisasi antara perusahaan dan universitas. Melalui pendekatan ini, para peneliti dari Hitachi dan Universitas Tokyo membentuk kelompok kerja dengan tema berbeda, dan mengerjakan proposal teknologi dan kebijakan berdasarkan tema tersebut. Dalam bab ini, kami fokus pada wacana terkait upaya tersebut.

Hal Pertama yang Harus Diubah Adalah Nilai

Dalam Bab. 2, kami menguraikan pendekatan Inovasi Habitat. Inovasi Habitat berupaya untuk berinovasi pada kota dan habitat tanpa terikat pada konvensi sosial yang berlaku. Hanya melalui pendekatan yang berani kita dapat mengubah masyarakat. Untuk memastikan bahwa ide-ide yang fleksibel dan out-the-box mendapatkan daya tarik, pertama-tama kita harus mengganti, menciptakan, dan menghidupkan kembali nilai-nilai. Lebih khusus lagi, kita harus melakukan hal berikut:

1. Gantikan nilai-nilai yang selama ini menghambat kita
2. Menciptakan nilai-nilai baru untuk melepaskan kita dari kerangka konvensional dengan memanfaatkan pengetahuan yang terkumpul
3. Menghidupkan kembali nilai-nilai yang ditinggalkan

Dengan melakukan hal ini, kami semakin dekat untuk mewujudkan Society 5.0. Hanya ketika kita menantang dan mengganti nilai-nilai yang secara tradisional kita anut, kita akan memicu inovasi yang diperlukan untuk menciptakan masyarakat yang berpusat pada masyarakat, yang kemudian akan menjadi kekuatan motivasi yang mendorong Society 5.0. Dengan kata lain, Society 5.0 bukanlah perpanjangan logis dari masyarakat saat ini; Society 5.0 adalah terobosan revolusioner terhadap ide dan praktik yang ada.

Di sini, kami akan mempertimbangkan tiga proposisi (beserta solusinya) mengenai inovasi habitat perkotaan yang diperlukan untuk membawa perubahan pola pikir dan menyesuaikan masyarakat dengan cara berpikir baru. Yang pertama adalah para lansia harus diperbolehkan untuk terus tinggal di rumah mereka sendiri. Kedua, masyarakat harus mempunyai lebih banyak pilihan dalam lingkungan tempat tinggal dan pekerjaan mereka.

Yang ketiga adalah masyarakat lokal harus mengambil inisiatif dalam mengidentifikasi ciri-ciri menarik mereka. Proposisi ini mungkin tampak jelas dan lugas, namun sangat sulit untuk diterapkan dalam cara berpikir konvensional. Namun hal ini harus diterapkan jika kita ingin membangun masyarakat yang berpusat pada masyarakat.

Bagaimana kita dapat menggunakan inovasi teknologi dan sosial—jenis yang muncul dari konvergensi dunia maya dan ruang fisik (dunia nyata) untuk memenuhi proposisi ini? Perubahan teknologi dan kebijakan apa yang diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut? Kita akan membahas pendekatan teknologi dan usulan kebijakan nanti (mulai dari Bagian 5.2 dan seterusnya); pertama, kami akan memperjelas makna dan tantangan masing-masing proposisi dari sudut pandang warga.

Memungkinkan Para Lansia untuk Terus Tinggal di Rumahnya Sendiri

Seperti yang kami sebutkan di Bab. 2, populasi Jepang mulai menua dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya. Jumlah lansia yang hidup sendirian semakin meningkat, dan banyak lansia yang merawat lansia lainnya, hal ini telah menjadi masalah sosial yang besar. Tingkat penuaan sangat tinggi di wilayah pinggiran kota di Wilayah Tokyo Raya, serta di kota-kota metropolitan lainnya di Jepang, yang perkembangannya mencapai puncaknya pada periode pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Banyak penghuni lingkungan ini telah tinggal di sana sejak lingkungan tersebut pertama kali dikembangkan. Dengan sedikitnya penghuni baru yang masuk, populasi penduduk akan stabil atau menurun, dan semakin banyak properti kosong. Akibatnya, layanan lokal (seperti layanan belanja dan kesehatan) kesulitan memenuhi kebutuhan perawatan sehari-hari warga lanjut usia. Oleh karena itu, bukanlah tugas yang mudah untuk memastikan para lansia dapat terus tinggal di perumahan yang sudah biasa mereka tinggali ini.

Rentang hidup orang Jepang telah diperpanjang sedemikian rupa sehingga pemerintah menetapkan “usia hidup 100 tahun” sebagai kebijakan nasional. Oleh karena itu, untuk memastikan bahwa masyarakat dapat terus hidup nyaman di lingkungan tempat tinggalnya, diperlukan sistem dukungan yang mencerminkan kondisi kesehatan setiap penduduk dan keadaan lingkungan tempat tinggalnya. Harus ada habitat yang memungkinkan orang lanjut usia untuk hidup mandiri, sehingga kita harus mengembangkan sistem dan teknologi untuk mencapai tujuan tersebut.

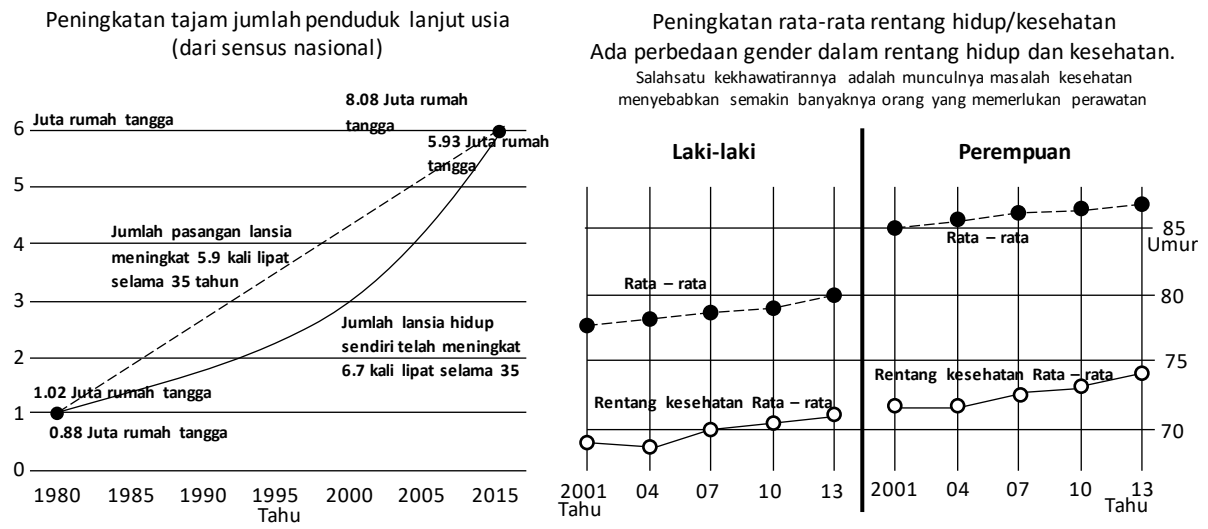
Pertama, kita harus mengubah pola pikir. Gambar 14.1 menguraikan kebijakan perumahan lansia konvensional menjadi status tempat tinggal (hidup sendiri tinggal bersama pasangan/anggota keluarga) dan kenyamanan lingkungan sekitar (layanan transportasi, fasilitas kehidupan sehari-hari, dll.). Sumbu X menunjukkan yang pertama sedangkan sumbu Y menunjukkan yang terakhir. Kebijakan konvensional di bidang ini mendorong penduduk untuk pindah ke daerah yang lebih nyaman (model kota kompak) atau mempromosikan perawatan lansia, termasuk perawatan berbasis kesejahteraan sosial dan perawatan yang disediakan oleh keluarga. Persoalan mendasarnya adalah bagaimana menciptakan lingkungan hidup yang ramah usia, sehingga para lansia dapat terus hidup dengan pikiran yang tenang. Oleh karena itu, kami menambahkan sumbu ketiga, sumbu Z, untuk menunjukkan nilai penghuni lanjut usia yang terus tinggal di rumah tersebut. Dengan menggunakan metrik ini,

kita harus menilai kembali pendekatan konvensional terhadap perumahan lansia, yang dirancang untuk mencerminkan perubahan berbasis usia, dan mulai memikirkan solusi baru. Karena masyarakat yang berpusat pada masyarakat di Society 5.0 adalah masyarakat yang dapat terus tinggal di lingkungan yang sama, maka masyarakat tersebut harus mencakup arsitektur dunia maya yang dapat membantu orang lanjut usia untuk hidup dengan pikiran yang tenang. Yang penting di sini adalah penciptaan lingkungan yang mencegah atau meminimalkan ketergantungan pada layanan—sebuah lingkungan di mana kesehatan lansia dikelola dengan hati-hati setiap hari untuk mengimbangi risiko cedera mendadak, timbulnya penyakit, dan risiko lainnya. terhadap kesehatan dan keselamatan. Penting juga untuk mengembangkan teknologi bantu untuk menciptakan lingkungan yang disesuaikan dengan gaya hidup seseorang dan dengan demikian mendorong kehidupan mandiri.

Lebih Banyak Pilihan di Tempat Anda Tinggal dan Bekerja

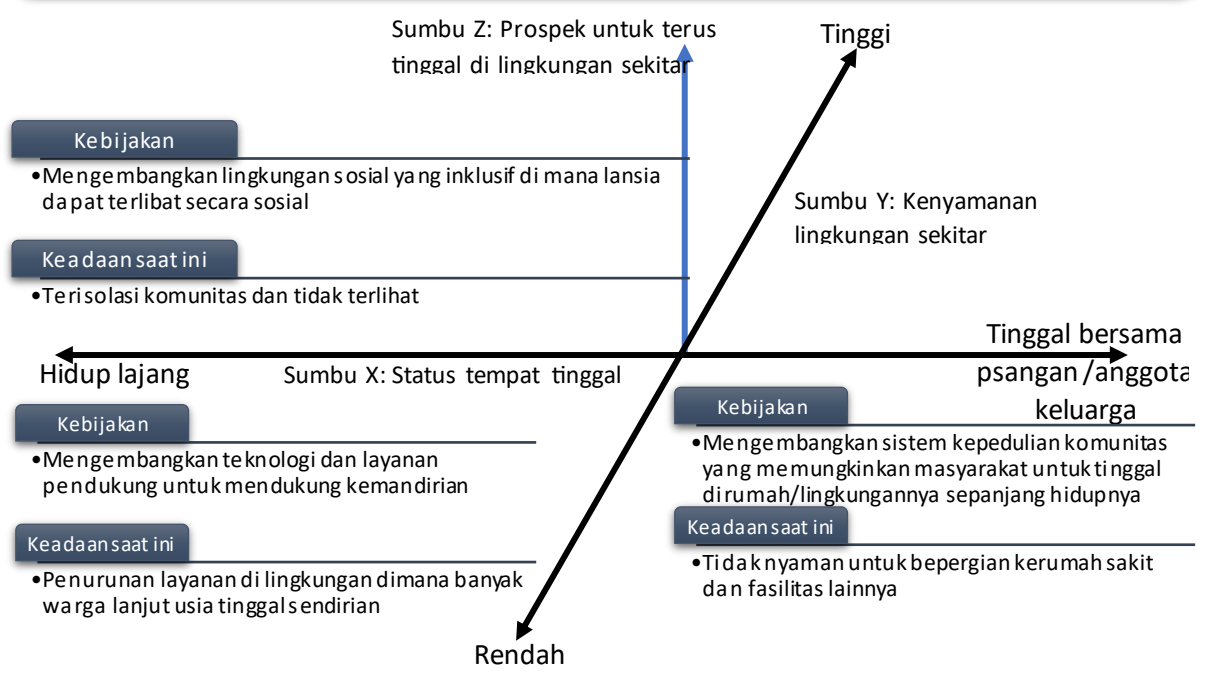
Gambaran tradisional kota metropolitan adalah tempat yang menampung sekelompok pusat pekerjaan (seperti perkantoran dan fasilitas komersial) di pusatnya dan kawasan pemukiman di pinggiran kota, atau kota komuter (atau “kota tidur” sebagaimana disebut di Jepang). Karena harga properti dan tanah di pusat kota yang tinggi, banyak pekerja kerah putih yang tinggal di daerah pinggiran kota yang lebih murah dan harus menempuh perjalanan panjang setiap hari menuju pusat kota. Gambar 14.2 menunjukkan distribusi populasi penduduk dan pekerja di Wilayah Tokyo Raya. Distribusi penduduk pemukiman meluas hingga ke pinggiran kota. Namun, populasi pekerja terkonsentrasi di pusat kota, mencerminkan fakta bahwa tempat kerja kerah putih di Wilayah Tokyo Raya berkumpul di pusat kota Tokyo. Oleh karena itu, mayoritas tinggal jauh dari pekerjaan mereka; mereka bekerja di pusat kota Tokyo, dan tinggal di pinggiran kota.

Gambar 14.2 menampilkan grafik dengan empat kuadran di mana sumbu X menunjukkan tempat tinggal para pekerja di Wilayah Tokyo Raya (pinggiran kota vs. pusat kota Tokyo) dan sumbu Y menunjukkan tempat mereka bekerja (pinggiran kota vs. pusat kota Tokyo). Pada tahun 2015, Wilayah Tokyo Raya mempunyai populasi pekerja (populasi pekerja penuh waktu atau paruh waktu) sebanyak 16 juta,¹ dengan 14,5 juta diantaranya diketahui memiliki lokasi pemukiman dan tempat kerja. Dari 14,5 juta pekerja tersebut, diperkirakan 2,7 juta tinggal di pinggiran kota dan bekerja di pusat kota Tokyo. Hanya 400.000 orang yang melakukan hal sebaliknya (tinggal di pusat kota Tokyo dan bekerja di pinggiran kota), dengan perbandingan 1:7.



Keadaan kota saat ini

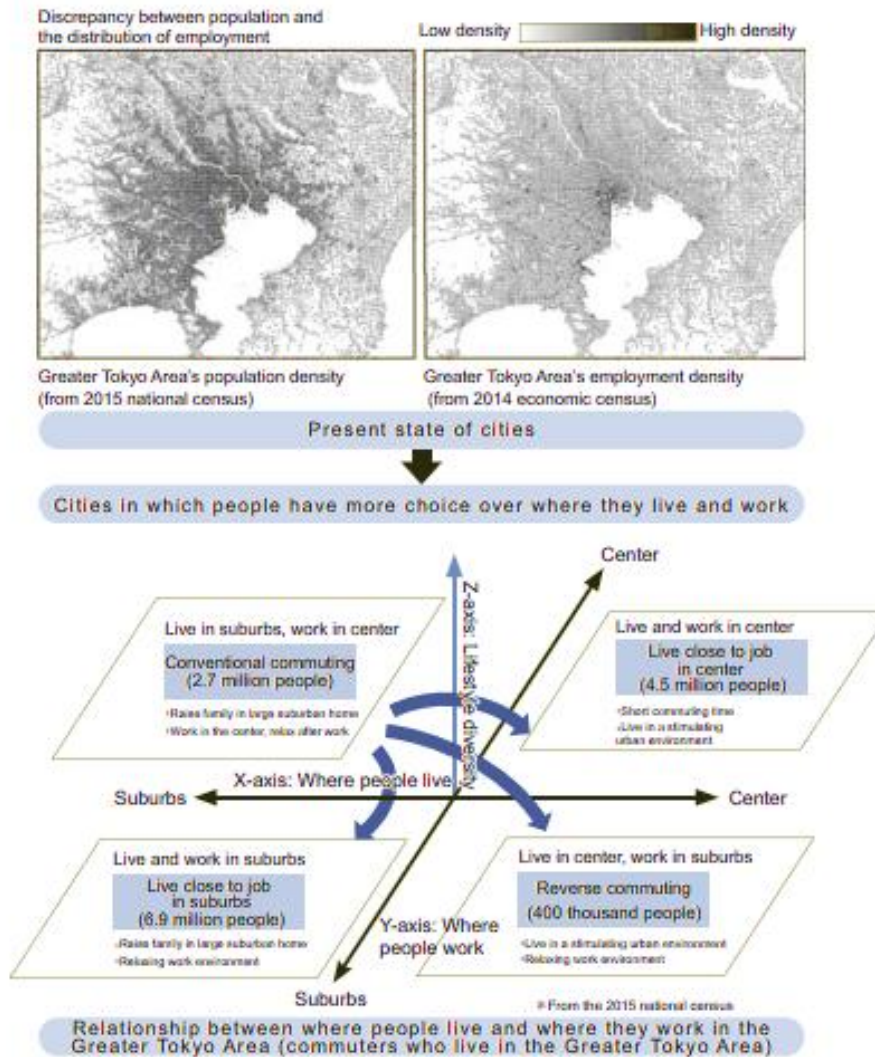
Kota di mana penduduknya dapat terus tinggal di lingkungan yang sama



Gambar 14.1 Pergeseran paradigma dalam mendukung perumahan lansia

Tren ini tercermin pada pola kemacetan kereta api. Pada jam sibuk pagi hari, kereta masuk (kereta yang berangkat dari pinggiran kota ke pusat kota Tokyo) penuh sesak sementara kereta keluar hanya memiliki sedikit penumpang. Hal sebaliknya terjadi pada jam sibuk malam hari. Dengan demikian, jaringan kereta api di kota-kota metropolitan Jepang masih belum terisi penuh. Wilayah Tokyo Raya memiliki jaringan kereta api yang luas dibandingkan dengan kota metropolitan lain di seluruh dunia, dan jalur kereta api pinggiran

kota menyebar dari stasiun terminal di jalur Yamanote (jalur lingkaran kereta api di pusat kota Tokyo). Dengan adanya pola ini, jika lebih banyak orang tinggal di pusat kota Tokyo dan bekerja di pinggiran kota, hal ini akan menghasilkan penggunaan jaringan kereta api yang lebih efektif dan meningkatkan kapasitas Wilayah Tokyo Raya.



Gambar 14.2 Pergeseran paradigma masyarakat yang tinggal dan bekerja di kota metropolitan

Terdapat beberapa literatur mengenai “reverse commuting” (penduduk yang melakukan perjalanan ke pinggiran kota) di kota-kota di luar negeri, termasuk Paris dan New York (Aguilera dkk. 2009; New York Times 2008). Kabarnya, beberapa karyawan Google tinggal di pusat San Francisco dan melakukan perjalanan ke pinggiran kota Silicon Valley. Beberapa pusat pekerjaan di pinggiran kota juga bermunculan di Wilayah Tokyo Raya, seperti Kampus Futako-Tamagawa dan Kashi-no-ha. Bagi mereka yang bekerja di bidang teknik dan pengembangan, akan lebih masuk akal untuk bekerja di lingkungan pinggiran kota yang hijau dan bebas stres dibandingkan bekerja di salah satu menara bertingkat tinggi yang berada di pusat kota. Tentu saja, perjalanan pulang pergi bergantung pada ketersediaan perumahan dan

harga tanah yang terjangkau di pusat kota, namun jika masyarakat dapat bekerja di dunia maya, hal ini akan menghilangkan kebutuhan akan pekerjaan yang terkonsentrasi di pusat kota dan akan menciptakan ruang lingkup yang lebih besar untuk gaya hidup baru. , seperti tinggal di pusat kota di tengah banyaknya fasilitas rekreasi (seperti restoran dan bioskop) dan bepergian ke pinggiran kota untuk bekerja. Peralihan dari model konsentrasi dan spesialisasi perkotaan tradisional ke model yang menekankan desentralisasi dan diversifikasi akan menjadi langkah penting menuju pembangunan masyarakat yang berpusat pada masyarakat dan mengakomodasi beragam pilihan gaya hidup.

Kunci untuk mewujudkan perubahan desain perkotaan ini adalah dengan melakukan disinsentifisasi terhadap sentralisasi perkotaan. Secara tradisional, sentralisasi perkotaan bertujuan untuk memberikan manfaat bagi masyarakat, karena memiliki kantor yang terkonsentrasi di wilayah geografis yang sama akan memberikan efisiensi ekonomi yang lebih besar dan penggunaan energi yang lebih efisien. Namun sisi negatifnya adalah para pekerja menghabiskan banyak waktu sehari untuk bepergian dalam kondisi yang penuh sesak, sehingga membuat mereka kehilangan waktu luang. Situasi ini bertentangan dengan masyarakat yang berpusat pada masyarakat di Society 5.0. Ada sejumlah usulan untuk mengatasi permasalahan yang timbul karena tinggal jauh dari pekerjaan. Telecommuting dan kantor kecil/kantor rumah (SOHO) adalah contohnya. Oleh karena itu, kemajuan telah dicapai dalam pengembangan teknologi dan lingkungan yang menghilangkan kebutuhan untuk bepergian ke kantor fisik setiap hari; misalnya, pekerja dapat bekerja di lingkungan kantor yang terdesentralisasi dan terhubung ke dunia maya. Namun, lingkungan kantor yang terdesentralisasi menyebabkan konsumsi energi meningkat dan kurang efisien, yang merupakan permasalahan yang dapat menghambat kemajuan. Dengan demikian, belum ada terobosan mendasar yang dilakukan dalam masalah ini. Baru-baru ini, kami telah mulai melihat penerapan praktis sistem manajemen energi untuk Sistem Manajemen Energi Gedung/Komunitas (BEMS/CEMS), namun untuk menciptakan lingkungan yang berfungsi secara fleksibel dan beroperasi di seluruh Wilayah Tokyo Raya, hal ini diperlukan. Penting untuk mengembangkan teknologi berdasarkan sistem manajemen energi yang tidak terikat pada konsentrasi geografis kluster bisnis dan, dengan demikian, dapat meminimalkan konsumsi energi di seluruh masyarakat. Dengan kata lain, kita harus menerapkan sistem desentralisasi otonom simbiosis di seluruh Wilayah Tokyo Raya.

Bagian ketiga dari bab ini memperkenalkan teknologi yang mengoordinasikan pengelolaan energi di berbagai tingkatan (individu, bangunan, distrik, Wilayah Tokyo Raya) untuk berkontribusi pada Jepang yang bebas karbon. Teknologi ini akan membantu mewujudkan peralihan dari model perkotaan tradisional yang menekankan efisiensi ekonomi ke model perkotaan yang mendukung beragam pilihan gaya hidup (dan dengan demikian mendukung reformasi gaya kerja di Jepang) dan memungkinkan masyarakat menggunakan energi minimal tanpa mengorbankan kualitas hidup mereka.

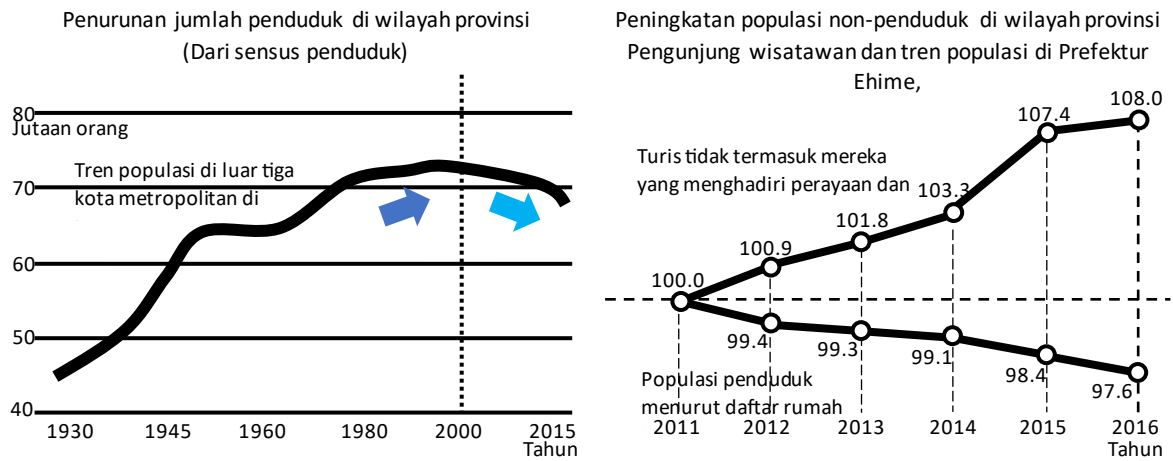
Komunitas Lokal Mengambil Inisiatif dalam Mengidentifikasi Ciri-ciri Menarik Mereka

Banyak sekali pemerintah daerah di daerah pedesaan yang kehilangan cara untuk menghadapi penyusutan populasi. Banyak dari pemerintah daerah ini telah menetapkan

kebijakan yang dirancang untuk mempertahankan atau meningkatkan populasi penduduk dan bukan penduduk (wisatawan, pengunjung, pendatang) dengan memanfaatkan sumber daya wisata dan lingkungan alam yang melimpah di wilayah tersebut. Namun, mengingat penurunan jangka panjang pada populasi Jepang secara keseluruhan, pemerintah daerah berjuang untuk mendapatkan porsi yang lebih kecil. Tugas yang lebih mendasar diilustrasikan pada Gambar 5.3: masyarakat lokal harus mengkaji data masa lalu mengenai populasi non-penduduk dan penduduk yang tinggal dan kemudian memperoleh visi masa depan berkelanjutan yang sesuai dengan wilayahnya. Mereka kemudian harus menerapkan kebijakan yang efektif untuk mencapai visi tersebut.

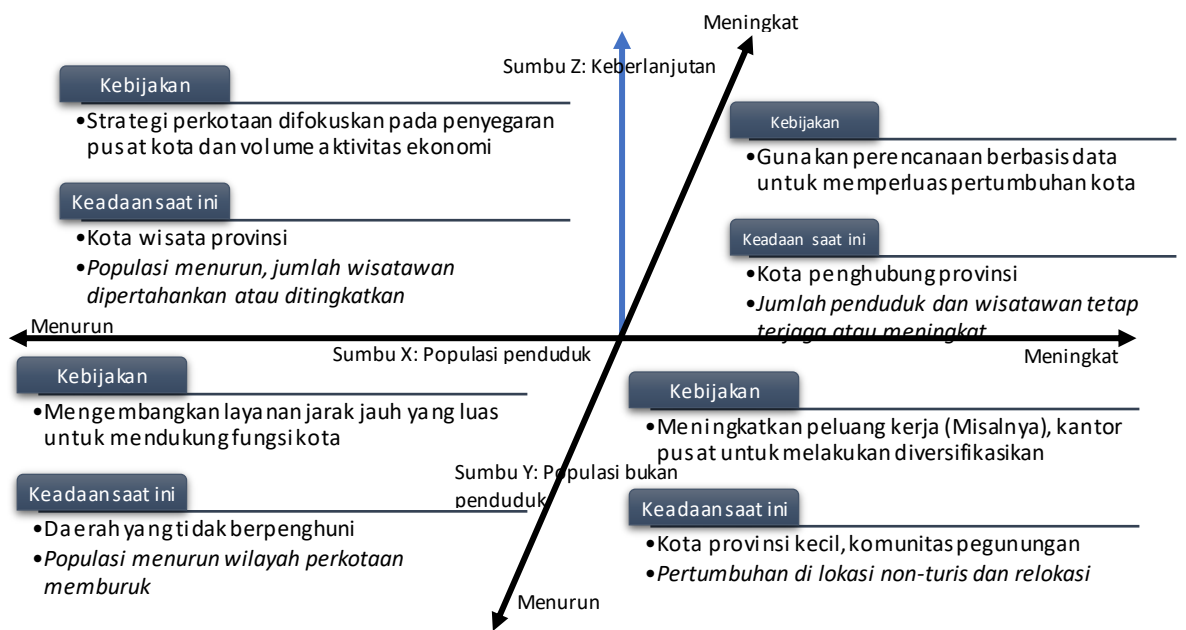
Beberapa komunitas lokal mengalami penurunan populasi penduduknya namun juga mengalami peningkatan populasi non-penduduk. Apa yang harus dilakukan komunitas-komunitas tersebut dalam upaya menjadikan diri mereka berkelanjutan? Haruskah mereka berupaya untuk mendukung populasi non-penduduk dengan memanfaatkan lebih jauh fitur-fitur menarik mereka? Solusi Society 5.0 adalah dengan menggunakan dunia maya untuk menganalisis data (termasuk banyak data kasus) dan membandingkan berbagai skenario untuk visi alternatif di masa depan. Dunia maya menyediakan alat bagi komunitas lokal untuk membuat keputusan yang tepat mengenai arah masa depan mereka.

Namun saat ini, pemerintah daerah tidak selalu memiliki akses terhadap alat simulasi dan data yang diperlukan untuk melakukan survei pencarian fakta atau memperkirakan hasil kebijakan. Pemerintah daerah dapat memastikan fakta mengenai masyarakat yang bersangkutan dengan mengakses statistik publik seperti sensus nasional dan ekonomi. Mereka juga dapat mengakses survei perencanaan kota dasar yang ditentukan dalam Undang-Undang Perencanaan Kota atau survei perjalanan rumah tangga yang dilakukan secara nasional (“survei perjalanan orang”). Namun permasalahan yang dihadapi dengan sumber daya publik ini adalah survei tersebut jarang dilakukan, dengan interval 5 atau 10 tahun sekali. Perincian datanya juga terbatas; data dikumpulkan secara terpadu atau pada tingkat kota, kabupaten, atau kecamatan. Dengan kata lain, data publik tidak cukup menangkap dinamika kota, dimana perubahan sering terjadi secara lokal. Data ini, misalnya, tidak dapat membantu pemerintah daerah memperkirakan hasil pelebaran jalan atau pembangunan jalan baru, atau melakukan evaluasi pasca kebijakan atau uji coba yang tepat. Pemerintah daerah kekurangan data dan alat analisis yang dapat digunakan untuk menjalankan siklus rencana-lakukan-periksa-tindakan dengan lancar. Kita tidak lagi hidup di zaman di mana pemerintah daerah harus menunggu pemerintah pusat untuk menyediakan data survei; pemerintah daerah tidak perlu membuang waktu untuk mengakses Big Data, termasuk data citra satelit dan data spasial bergerak, dan kemudian menggunakan data ini untuk membangun arsitektur dunia maya.



Keadaan kota saat ini

Kota di mana penduduknya setempat mengidentifikasi ciri-ciri menarik di



Menganalisis kota provinsi berdasarkan jumlah penduduk residensial dan non residensial

Gambar 14.3 Pergeseran paradigma keberlanjutan kota provinsi

Untuk melanjutkan proyek pembangunan kota (seperti pembangunan jalan) secara fleksibel sambil memperkirakan hasil rencana, pemerintah daerah yang menjalankan proyek tersebut harus mengumpulkan dan menggunakan data mengenai zona proyek dan zona periferal. Untuk mencapai tujuan ini, pemerintah daerah memerlukan platform yang mengintegrasikan Big Data yang efektif.

Oleh karena itu, bagian keempat bab ini mengeksplorasi perlunya dan potensi perencanaan daerah berbasis data dan perangkat terkaitnya. Pemerintah daerah harus memikirkan cara mengumpulkan data lokal mengenai ruang fisik (dunia nyata), seperti data jalan, bangunan, arus orang, dan lalu lintas, dan bagaimana mereka mengatasi tantangan teknis dalam membangun infrastruktur ruang siber. Namun yang tidak kalah pentingnya adalah isu bagaimana komunitas lokal akan menggunakan arsitektur dunia maya. Jika pemerintah kota di tingkat provinsi dapat menetapkan metode untuk mengumpulkan Big Data mengenai arus manusia, lalu lintas kendaraan, dan sejenisnya, hal ini berarti kita sedang mendekati era di mana sistem citra data digunakan untuk menciptakan kembali kondisi perkotaan secara real-time. Namun, pengetahuan akan sia-sia jika proses ini hanya dilakukan oleh segelintir ahli saja. Arsitektur dunia maya hanya dapat menjalankan perannya dalam berkontribusi terhadap pembangunan komunitas jika ada kesempatan bagi lembaga pemerintah/publik, perusahaan swasta, dan penduduk lokal untuk membicarakan visi masa depan komunitas. Dengan cara ini, konvergensi antara dunia maya dan ruang fisik (dunia nyata) akan membantu menciptakan komunitas yang benar-benar dipimpin oleh warga negara.

Peran Dunia Maya dalam Perencanaan Berbasis Komunitas

Jika kita menganggap ketiga proposisi tersebut sebagai perpanjangan logis dari pembangunan komunitas tradisional, maka kita akan gagal mendapatkan solusi yang dapat diterapkan secara luas. Sebaliknya, jika kita berupaya mengatasi proposisi ini dengan menggunakan metodologi Society 5.0, yang menekankan konvergensi siber-fisik, maka menjadi jelas bahwa kita harus mengubah pendekatan tradisional dalam pembangunan komunitas. Ketika kita mengganti nilai-nilai (nilai-nilai yang selama ini menghambat kita), menciptakan nilai-nilai baru (memanfaatkan akumulasi pengetahuan untuk menciptakan nilai-nilai baru yang melepaskan kita dari kerangka kerja konvensional), dan menghidupkan kembali nilai-nilai yang ditinggalkan, kita akan mulai melihat bagaimana caranya. visi Society 5.0 sejalan dengan resolusi tiga proposisi. Mengubah nilai saja tidak cukup; metodologi diperlukan untuk menghasilkan solusi. Society 5.0 berperan dalam menyediakan tugas-tugas yang dapat diterapkan secara luas dengan metodologi yang dikombinasikan dengan pendekatan untuk mengubah nilai-nilai.

Dunia maya memiliki tiga peran dalam inovasi kota dan ruang hidup. Pertama, ruang siber menawarkan lingkungan kantor alternatif kepada setiap penghuninya. Dengan demikian, hal ini memberikan masyarakat lebih banyak pilihan mengenai tempat mereka bekerja. Kedua, dalam memberikan kebebasan yang lebih besar kepada masyarakat untuk memilih di mana mereka tinggal dan bekerja, dunia maya membantu mengendalikan atau mengurangi inefisiensi dan konsumsi energi. BEMS/CEMS adalah contoh dari potensi ini. Ketiga, dunia maya memfasilitasi perencanaan berbasis komunitas yang dipimpin oleh warga dengan memungkinkan warga mengumpulkan dan menyusun Big Data (misalnya, data spasial seluler atau data arus manusia) untuk berbagi atau mengevaluasi visi masa depan.

Kota dan ruang hidup dapat berinovasi dengan memanfaatkan dunia maya untuk mendigitalkan data dari ruang fisik (dunia nyata) dan kemudian mengintegrasikan data

tersebut kembali ke dalam ruang fisik. Masih ada jalan yang harus ditempuh sampai kita melihat penerapan praktis sepenuhnya dari proses ini. Di Sekte. 5.2–5.4 di bawah ini, kita akan mengeksplorasi pendekatan dan arah pengembangan teknologi yang memfasilitasi inovasi kota dan ruang hidup sehubungan dengan ketiga proposisi di atas.

14.2 MEMBANGUN HABITAT UNTUK MENDUKUNG KEHIDUPAN 100 TAHUN

Society 5.0 dan Desain Habitat

Tema yang dibahas pada bagian ini adalah bagaimana merancang habitat untuk mengatasi masalah penyusutan dan penuaan populasi. Pertama, kita harus memperjelas hubungan antara Society 5.0 dan desain habitat. Habitat manusia dikelola oleh dua kekuatan utama: pasar dan pemerintah; namun, kedua kekuatan ini saja tidak dapat lagi mengolah habitat secara memadai, sehingga diperlukan kekuatan ketiga. Di sinilah peran Society 5.0: perannya di sini akan memberdayakan komunitas lokal/masyarakat sipil untuk mengambil tanggung jawab terhadap habitat mereka dan dengan demikian memastikan bahwa habitat berkembang sesuai dengan keinginan masyarakat.

Pembangunan akan menjadi hasil yang tak terelakkan dari tiga faktor. Faktor pertama adalah kita bergerak melampaui masyarakat yang berkelimpahan materi. Saat ini, keinginan untuk memperoleh sesuatu sebagai milik sendiri dan mengalami sesuatu di ruang pribadi telah terpuaskan. Di sisi lain, terdapat keinginan yang meningkat untuk (atau ketidakpuasan terhadap) pengalaman di ruang publik, yang tidak dapat diperoleh dengan usaha sendiri. Sebagai contoh, banyak orang Jepang yang tinggal di perumahan yang sangat sempit, yang sering disebut “kandang kelinci”, pada tahun 1980an, namun tempat tinggal kini sudah cukup luas. Saat ini, sumber frustrasi masyarakat adalah hal-hal seperti tidak memadainya lingkungan jalan, ruang untuk pejalan kaki, dan lingkungan transportasi umum, serta kurangnya (atau buruknya kualitas) tempat di mana masyarakat dapat berkumpul dan berinteraksi, seperti tempat berbelanja, kafe, fasilitas kebudayaan, dan taman. Namun jika menyangkut produk publik, seperti desain ruang publik dan penyusunan kebijakan publik, prinsip pasar tidak berlaku. Oleh karena itu, kita memerlukan pendekatan tersendiri—yakni tata kelola yang dipimpin oleh masyarakat. Oleh karena itu, Society 5.0 mempunyai tugas untuk menanamkan proses co-creation ke dalam masyarakat, yang memastikan bahwa keinginan masyarakat dimasukkan ke dalam desain dan pengelolaan produk publik, termasuk desain ruang publik.

Faktor kedua adalah tindakan terhadap perubahan iklim tidak dapat ditunda lagi. Ruang publik utama adalah planet Bumi, dan menjaga rumah kita di bumi adalah hal yang sangat mendesak. Tata kelola aktivitas manusia dan habitat (ruang hidup) tidak bisa lagi diserahkan hanya kepada pasar dan pemerintah saja; warga negara harus mengambil inisiatif dan mengelola habitatnya secara mandiri dan sistematis.

Faktor ketiga adalah jaringan digital global dan Big Data memungkinkan kita memodelkan ruang hidup dan aktivitas yang kompleks secara visual dan mengelolanya secara instan dan organik. Teknologi ini juga memungkinkan terkonsolidasinya keinginan masyarakat secara real time. Berkat ketiga faktor tersebut, aktivitas manusia dan lingkungan hidup kini

dapat mencerminkan kehendak masyarakat. Dengan kata lain, Society 5.0, dengan menerapkan TIK, AI, Big Data, dan sejenisnya, membuka kemungkinan pengelolaan aktivitas masyarakat sipil, bisnis swasta, dan pemerintah bersama dengan habitat manusia secara efektif dan otonom. sejalan dengan keinginan rakyat.

Kehidupan 100 Tahun: Masalah Populasi yang Menyusut dan Menua

Jepang mempunyai tingkat penuaan tertinggi di dunia. Pada tahun 2050, hampir 40% populasi akan berusia 65 tahun ke atas. Orang-orang berbicara tentang “masyarakat ultra-penuaan,” sebuah masyarakat di mana lebih dari sepertiga populasinya adalah orang lanjut usia. Meskipun hal ini terdengar mengkhawatirkan, mengingat kita sedang menuju usia harapan hidup 100 tahun, populasi yang menua hanyalah akibat alami dari rentang hidup yang lebih panjang, dan hal ini akan terjadi bahkan tanpa penurunan angka kelahiran. Oleh karena itu, kita tidak perlu terlalu khawatir dan kecewa dengan kemungkinan yang mungkin terjadi. Bagaimanapun, prospek untuk menjalani kehidupan yang memuaskan hingga usia 100 tahun adalah sesuatu yang diimpikan umat manusia sejak dahulu kala. Oleh karena itu, tingginya angka penuaan seharusnya tidak menjadi penyebab kekecewaan, justru sebaliknya.

Permasalahan sebenarnya adalah bagaimana masyarakat dapat memikul semakin banyaknya orang yang membutuhkan layanan. Pada tahun 2010, terdapat 20 orang usia kerja untuk setiap orang dengan ketergantungan perawatan terkait usia. Dengan asumsi bahwa rasio timbulnya ketergantungan terhadap layanan terkait usia tetap pada tingkat tahun 2010, maka hanya akan ada sepuluh orang usia kerja untuk setiap orang yang bergantung pada layanan kesehatan pada tahun 2030, dan angka ini akan menurun menjadi lima orang pada tahun 2060. Hal ini tentu saja merupakan prospek yang mengkhawatirkan. . Layanan berbasis asuransi perawatan jangka panjang telah diperluas, namun dalam dua pertiga kasus, anggota keluarga merawat tanggungannya, dan hanya sedikit lingkungan yang memiliki akses terhadap layanan di rumah sepanjang waktu. Ketika anggota keluarga menjadi semakin lelah dengan beban perawatan mereka, banyak lansia terpaksa merawat lansia lainnya, banyak yang terpaksa meninggalkan karier mereka, dan bahkan ada yang mulai menganiaya tanggungan mereka. Oleh karena itu, desain habitat untuk umur 100 tahun harus bertujuan untuk mencapai tiga tujuan yang ditunjukkan pada Gambar 5.4.

Mendukung Otonomi dalam Aktivitas Kehidupan Sehari-hari. Lingkungan seperti apa yang mengurangi risiko ketergantungan pada layanan kesehatan? Pada tahun 2013, berikut adalah tiga penyebab terbesar ketergantungan layanan:

1. Yang pertama adalah penyakit kardiovaskular (stroke dan penyakit jantung), yang menjelaskan 25% kasus.
2. Penyebab terbesar kedua adalah gangguan motorik (patah tulang, kelainan sendi), yang terjadi pada 21% kasus.
3. Penyebab terbesar ketiga adalah gangguan kognitif, yang terjadi pada 16% kasus.

Sekarang dipahami bahwa gangguan kognitif berhubungan dengan penyakit kardiovaskular. Penyakit kardiovaskular dan gangguan kognitif merupakan penyakit gaya hidup, sedangkan patah tulang dan gangguan sendi merupakan akibat dari degenerasi otot,

osteoporosis, dan defisiensi lingkungan hidup. Oleh karena itu, faktor risiko kondisi ini dapat diminimalkan dengan pola makan, olahraga, istirahat, dan lingkungan hidup yang lebih baik.

Lingkungan hidup yang dirancang dengan baik akan mengurangi risiko terjadinya kecelakaan, dan jika orang tersebut mengalami kelumpuhan atau kehilangan kemampuan motorik lainnya akibat kecelakaan, lingkungan hidup tersebut akan mendukung kehidupan mandiri melalui teknologi bantu. Khususnya, kecelakaan tak terduga merupakan penyebab kematian terbesar keenam di Jepang, dan 75% kematian tersebut terjadi di rumah.

Kurang dari 4000 kematian di Jepang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas, sementara sebanyak 15.000 kematian terjadi di rumah—akibat terjatuh atau tenggelam di bak mandi. Meskipun kecelakaan rumah tangga tidak berakibat fatal, patah tulang yang diakibatkannya sering kali membuat orang tersebut menjadi bergantung pada perawat (hal ini terutama terjadi pada perempuan). Stroke sering kali terjadi saat penderita berada di toilet atau kamar mandi, yang terkadang disebabkan oleh respons sengatan panas. Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi faktor risiko ketergantungan pada lingkungan hidup harus fokus pada instalasi rumah dan fasilitas yang mencegah risiko jatuh yang dipicu pusing atau respons sengatan panas. Strategi efektif lainnya adalah dengan memperkenalkan sistem berbasis AI yang dapat mendeteksi keadaan darurat, seperti terjatuh atau infark serebral, dan kemudian memanggil ambulans. Sistem ini sangat diperlukan pada kasus infark serebral, karena penanganan kondisi ini dalam waktu beberapa jam dapat mengurangi gejala sisa secara signifikan.

(1) Memaksimalkan masa hidup yang sehat dan mandiri: Meminimalkan jumlah orang yang bergantung pada perawatan dan durasi ketergantungan pada perawatan	Lingkungan hidup yang mendorong warga lanjut usia untuk menerapkan kebiasaan sehat (pola makan sehat, olah raga mental/fisik, rehabilitasi) dan mengurangi risiko kecelakaan
	Lingkungan sosial lokal yang mendorong warga lanjut usia untuk terlibat secara sosial di komunitas lokal, dibandingkan mengurung diri di dalam rumah.
(2) Lingkungan sosial lokal yang memberdayakan warga lanjut usia untuk hidup mandiri di rumahnya meskipun mereka tumbuh lemah secara fisik	Sistem perawatan lokal yang terintegrasi dan lingkungan yang mendukung yang memberdayakan lansia yang bergantung pada perawatan untuk hidup mandiri di rumah mereka
	Institusi publik, masyarakat, dan perusahaan swasta berkolaborasi dalam memantau dan membantu warga lanjut usia (baik bantuan mandiri atau bantuan publik saja tidak lagi cukup)
	Kembangkan teknik yang mendukung kemandirian (rehabilitasi) dan secara efektif mencegah ketergantungan perawatan semakin parah
(3) Meningkatkan populasi pekerja	Masyarakat yang memungkinkan lansia tetap bekerja: Masyarakat yang tidak memiliki usia pensiun wajib dan

	dapat mengakomodasi beragam gaya kerja dan gaya hidup
	Masyarakat yang belajar sepanjang hayat, dimana pendidikan tinggi atau pelatihan kejuruan dapat dilakukan pada usia berapa pun dan sebanyak yang diinginkan
	Desain universal dalam lingkungan tempat tinggal dan kerja, sehingga karyawan dapat berkontribusi meskipun mereka mengalami disabilitas
	Tindakan melawan penurunan angka kelahiran- Strategi untuk mengurangi beban membesarkan keluarga: Selain meringankan beban keuangan (misalnya, hipotek, sekolah), bertujuan untuk membantu orang tua menyeimbangkan karier dengan membesarkan keluarga (keseimbangan kehidupan kerja) dan meringankan ketegangan penitipan anak.
	Strategi mengakomodasi imigran: Masyarakat multikultural

Gambar 14.4 Tiga tujuan untuk menciptakan masyarakat yang dinamis di masa ultra-depopulasi

Pentingnya Lingkungan Sosial yang Mendukung

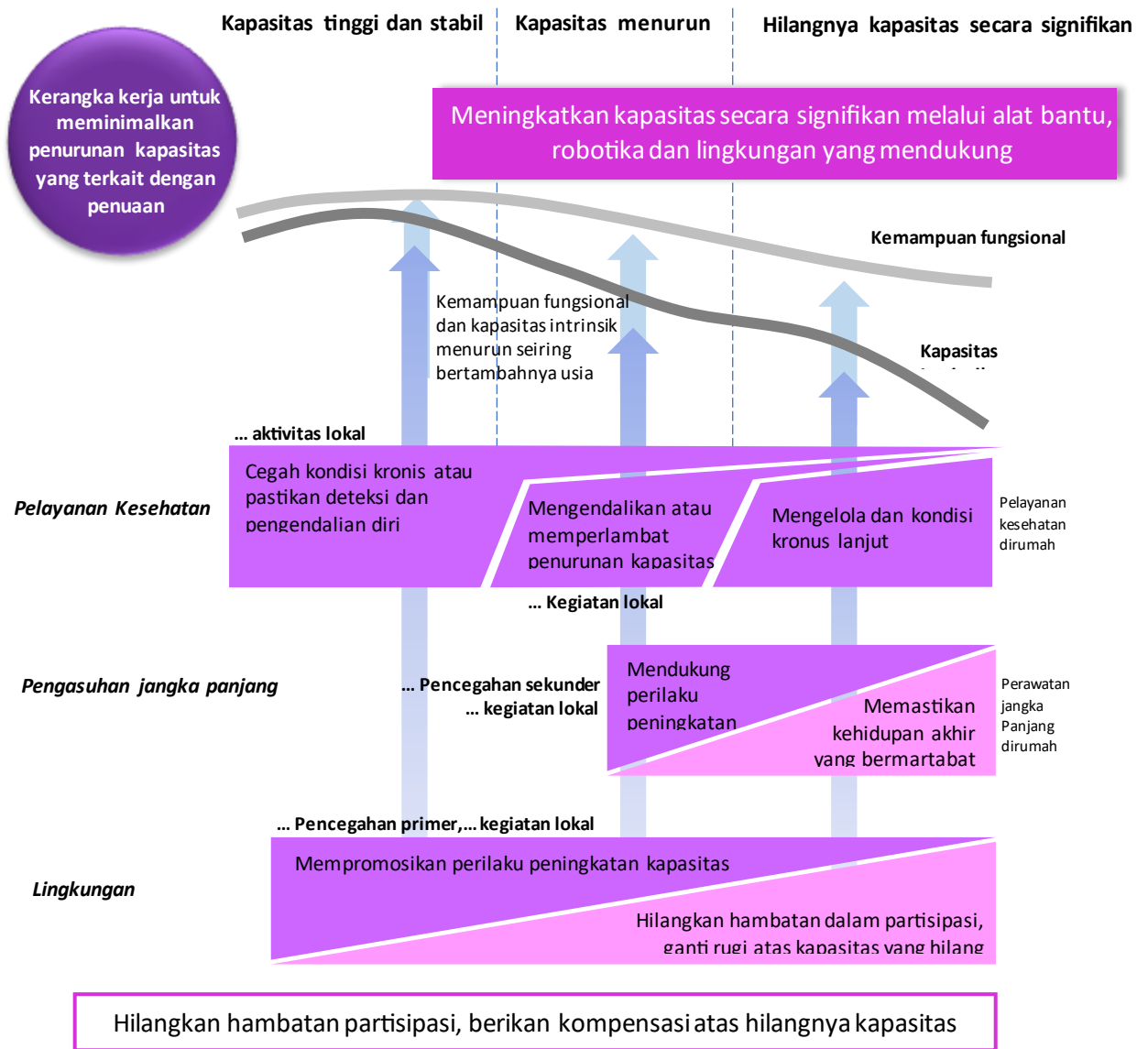
Para lansia mungkin menyadari betapa pentingnya pola makan yang sehat dan olahraga dalam menjaga aktivitas kehidupan sehari-hari. Namun, jika mereka tinggal sendiri, mereka mungkin kesulitan mempertahankan perilaku sehat. Memang sulit untuk mempertahankan pola olahraga sendiri dan orang-orang cenderung memiliki pola makan yang lebih buruk ketika mereka tinggal sendirian. Daripada mengurung diri di rumah, para lansia lajang sebaiknya menghabiskan waktu di luar ruangan untuk bersosialisasi dan makan bersama orang lain, karena perilaku seperti itu penting untuk kesehatan mental dan fisik mereka. Hal ini diilustrasikan dengan jelas oleh statistik terkenal: dibandingkan dengan mereka yang keluar rumah setiap hari, orang yang hanya keluar rumah sekali seminggu memiliki kemungkinan 4 kali lebih besar untuk mengalami kelainan gaya berjalan dan 3,5 kali lebih besar kemungkinannya untuk mengalami gangguan kognitif.

Oleh karena itu, dalam rangka memperpanjang masa hidup sehat, selain (1) pola makan yang sehat, olahraga, dan istirahat yang cukup, dan (2) lingkungan hidup yang aman, komponen ketiga juga diperlukan: (3) lingkungan sosial setempat. lingkungan yang mendorong lansia untuk menghabiskan waktu di luar rumah, bersosialisasi dengan masyarakat setempat.

Kebijakan Penuaan Sehat WHO

Organisasi Kesehatan Dunia menganjurkan kerangka kerja untuk mencegah penurunan kapasitas lansia melalui lingkungan lokal yang mendukung. Seperti yang

ditunjukkan Gambar 14.5 (Organisasi Kesehatan Dunia 2015), fokus tindakan kesehatan masyarakat berubah tergantung pada fase penurunan terkait usia, yang ada tiga fase.



- Mencegah kemunduran kesehatan dan kemandirian**
- Mencegah penyakit gaya hidup
 - Mencegah penurunan kapasitas
 - kelola kondisi kronis lanjut
 - mempromosikan perilaku peningkatan kapasitas (Pencegahan primer)
 - Mendukung perilaku peningkatan kapasitas (Pencegahan sekunder)
 - Dukungan hidup/perawatan jangka panjang
 - ➔ Melalui kegiatan lokal

- Meningkatkan kemampuan fungsional melalui alat bantu dan lingkungan hidup yang baik**
- Mengembangkan lingkungan bebas hambatan
 - Lingkungan yang mendukung
 - hilangkan hambatan partisipasi
 - ➔ Lingkungan hidup lokal

Gambar 14.5 Strategi penuaan sehat WHO. Sumber: “Ringkasan: Laporan Dunia tentang Penuaan dan Kesehatan” WHO (2015)

Selama fase kapasitas tinggi dan stabil, fokusnya adalah pada mendorong perilaku peningkatan kapasitas. Selama fase penurunan kapasitas, fokusnya diperluas pada pembalikan atau tujuan ini, WHO menganjurkan alat bantu seperti kursi roda, alat bantu berjalan, dan bantuan memperlambat penurunan kapasitas dan mendukung perilaku peningkatan kapasitas. Terakhir, pada fase hilangnya kapasitas secara signifikan, fokusnya diperluas pada penanganan kondisi kronis lanjut dan memastikan kehidupan yang bermartabat di kemudian hari. Aksi kesehatan masyarakat pada fase terakhir ini juga berfokus pada penghapusan hambatan partisipasi. Untuk mencapai robotik yang memberikan kemandirian sebanyak mungkin bagi individu yang lemah.

Lingkungan Hidup yang Dibantu

Habitat yang harus kita capai adalah apa yang WHO (dalam kerangka di atas) sebut sebagai “lingkungan yang mendukung” lingkungan yang mendukung kehidupan mandiri para lansia dan mendorong mereka untuk terlibat dengan komunitas lokal. Dalam buku ini, kami menggambarkan konsep ini dengan istilah “lingkungan hidup yang membantu” dan mendefinisikan lingkungan tersebut sebagai berikut. Penurunan kapasitas yang berkaitan dengan usia memerlukan perawatan di enam bidang: mobilitas, mandi, toileting, kognisi, tidur, dan waktu makan.

Para lansia di Jepang dulunya dirawat secara eksklusif oleh anggota keluarga atau komunitas tradisional. Perawatan lansia kini telah disosialisasikan dengan diperkenalkannya kesejahteraan sosial. Namun, kualitas layanan perawatan lansia terbatas karena masalah biaya dan kurangnya staf. Oleh karena itu, penting untuk meminimalkan beban perawatan pada anggota keluarga dan masyarakat dengan membangun lingkungan hidup yang mendukung, di mana kemandirian lansia didukung oleh TIK, AI, dan teknologi robotik. Infrastruktur siber ambien² seperti ini akan memungkinkan institusi publik, masyarakat, dan perusahaan swasta untuk bersama-sama menciptakan lingkungan hidup yang mendukung.

Kami mengusulkan agar infrastruktur siber menjadi fondasinya dan kita harus membangun tiga tingkatan infrastruktur lokal di atas fondasi tersebut: lingkungan fisik, lingkungan layanan perawatan, dan lingkungan sosial. Melalui infrastruktur yang berlapis-lapis tersebut, para lansia akan mengakses layanan spektrum penuh untuk mendukung kehidupan mandiri mereka di enam bidang yang disebutkan di atas. Dukungan tersebut akan mencakup, misalnya, layanan pemantauan dan komunikasi lansia (kognisi), dukungan mobilitas (mobilitas), layanan perawatan jangka panjang (mandi, toileting, tidur, waktu makan), dukungan keterlibatan sosial, dukungan gaya kerja, dan dukungan pengasuhan anak.

Bagian dari misi perancangan habitat adalah memungkinkan individu menyeimbangkan pengasuhan anak dengan karier. Oleh karena itu, rancangan habitat harus memperhatikan tidak hanya lingkungan lokal (lingkungan) namun juga rancangan sosial dan tata ruang di tingkat kota dan nasional yang akan mendorong pilihan gaya kerja. Secara khusus, habitat harus dikonfigurasi ulang agar lebih banyak orang dapat bekerja dengan jam kerja yang lebih pendek, terlibat dalam skema pembagian kerja, bekerja dari rumah, bekerja di kantor satelit, atau tinggal dekat dengan tempat kerja mereka. Konfigurasi ulang yang

radikal dalam struktur tata ruang dan perjalanan ini harus diterapkan dalam skala besar yaitu, pada skala kota metropolitan terbesar di dunia, Tokyo dan kemudian diterapkan ke kota-kota dan wilayah lain di Jepang. Tanpa melakukan hal ini, kita akan kesulitan menyelesaikan masalah penurunan angka kelahiran.

Pertama, Tetapkan Tujuannya

Pada bagian sebelumnya, kami telah menyajikan kerangka kasarnya. Dari layanan dukungan dalam kerangka ini, H-UTokyo Lab. telah memutuskan untuk fokus terlebih dahulu pada pengembangan layanan pemantauan dan komunikasi lansia.

Secara khusus, kami mengembangkan kecerdasan sekitar yang menganalisis data citra dan audio untuk membuat keputusan berdasarkan informasi mengenai status pengguna dan menyediakan infrastruktur dukungan/panduan kognitif dan komunikasi (dari sudut pandang pengguna, infrastruktur tersebut menyerupai robot hewan peliharaan).

Lab H-UTokyo. (yang mulai bekerja pada tahun 2016) memutuskan bahwa dalam 3 tahun pertama operasinya yang berakhir pada bulan Desember 2019, mereka akan mengembangkan prototipe sistem pemantauan lansia di rumah.

Objektif

Ketika lansia mengalami kecelakaan di rumah (misalnya terjatuh atau mandi) atau mengalami stroke atau infark serebral, kecepatan dan efektivitas respons mempunyai dampak penting dalam menentukan kelangsungan hidup dan prognosis. Selain itu, sistem yang dapat secara efektif memantau lansia yang tinggal sendiri (atau sendirian di siang hari) sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas hidup anggota keluarga yang mengasuh dan untuk mencegah situasi di mana anggota keluarga menyerahkan karier mereka untuk merawat orang lain. bergantung. Oleh karena itu, sebagai langkah awal untuk mendukung habitat pendukung, sehingga penghuninya dapat hidup dengan tenang, kami akan mengembangkan prototipe sistem pemantauan lansia berbasis AI yang dapat mendeteksi kecelakaan atau timbulnya kondisi yang mengancam jiwa dan kemudian memberikan respons yang tepat (misalnya dengan mengingatkan layanan darurat). Sistem ini akan dipasang di rumah para lansia yang tinggal sendiri (atau sendirian di siang hari), di tempat tinggal yang dibantu, dan di fasilitas perawatan.

Persyaratan

1. Harus mendeteksi jatuh menggunakan data citra dan audio, dan kemudian memperingatkan layanan darurat.
2. Harus menggunakan penginderaan non-taktil untuk mendeteksi timbulnya infark otak atau jantung dan kemudian mengingatkan layanan darurat.
3. Harus berbicara dengan pengguna untuk mencegah alarm palsu.
4. Selama percakapan dengan pengguna, karakteristik pengguna harus diperhitungkan (hal ini sangat penting mengingat sistem ini ditujukan untuk pengguna lanjut usia). Misalnya, diksi pengguna mungkin tidak jelas apakah mereka mencabut gigi palsu sebelum tidur atau waktu mandi, dan pengguna mungkin juga mengalami gangguan pendengaran. Sistem juga harus mampu membedakan suara pengguna dari suara lain, seperti suara

- yang berasal dari televisi atau radio (mungkin sistem dapat melakukannya dengan memetakan suara secara spasial atau dengan menganalisis karakteristik suara tersebut).
5. Harus mendeteksi kecelakaan atau kejadian di lingkungan yang bising seperti kamar mandi dan toilet (pengguna akan tetap terjaga dan aktif di lingkungan tersebut, sehingga sistem harus berfungsi meskipun sering melakukan panggilan).
 6. Sistem ini akan terdiri dari serangkaian kamera, mikrofon, dan speaker yang dipasang di seluruh rumah, namun antarmuka utama yang digunakan pengguna untuk berkomunikasi adalah robot hewan peliharaan (idealnya, seperti mainan yang menggemaskan) seperti anjing, kucing, dan burung. Untuk saat ini, ini tidak bisa bergerak. Di kamar mandi, antarmukanya bisa berupa LCD kecil.
 7. Saat mengirimkan peringatan, sistem harus mengirimkan data citra dan audio ke kontak darurat yang ditunjuk (secara umum, ini berarti menghubungkan rumah dengan kontak darurat melalui telepon video).
 8. Harus mengirimkan peringatan darurat, mengatur lingkungan rumah, melakukan panggilan, dan mengajukan pertanyaan sesuai instruksi pengguna (secara umum berarti memiliki speaker pintar yang dapat melakukan panggilan videophone).

14.3 MASYARAKAT BEBAS KARBON: PENGELOLAAN “ENERGI” × “KEHIDUPAN”.

Pendekatan Masokis dan Non-masokis terhadap Penghematan Energi

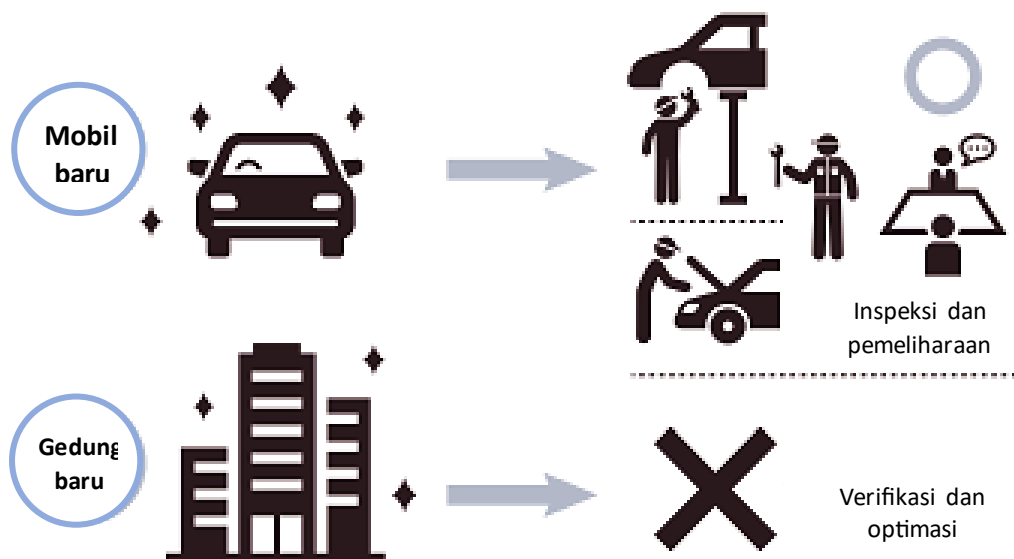
Sudah menjadi kebiasaan di Jepang untuk menyetel suhu ruangan untuk pendinginan hingga 28°C. Di masa lalu, pengaturan suhu standar adalah 26°C. Alasan kenaikannya sebesar dua poin adalah karena Cool Biz, salah satu kampanye di Jepang untuk menurunkan emisi gas rumah kaca yang diamanatkan dalam Protokol Kyoto. Selain itu, meski bersifat darurat, dampak penghematan energi akibat Gempa Besar Jepang Timur juga besar. Namun, kini banyak orang yang bosan dengan penghematan energi seperti itu. Cool Biz tidak menjadi masalah. Suhu 28°C menjadi masalah karena tidak cocok untuk pekerjaan kantor. Ini adalah suhu yang tidak nyaman dan juga mengakibatkan hilangnya produktivitas. Tidak pernah ada dukungan akademis untuk pendekatan masokis terhadap penghematan energi. Suhu yang disarankan di Jepang adalah sekitar 26°C: 28°C adalah ambang batas toleransi.

Jadi bagaimana kita bisa menghemat energi tanpa harus merasa tidak nyaman? Satu hal yang bisa kita lakukan adalah mengurangi penggunaan yang boros. Misalnya kita bisa mematikan AC di ruangan kosong. Ini adalah tindakan yang jelas dan sudah dilakukan banyak orang. Namun, ada cara lain yang mungkin kurang jelas: mengoptimalkan pengoperasian sistem pendingin ruangan, sistem penerangan, dan sebagainya. Cara mengatur suhu ruangan juga merupakan salah satu optimasi, namun ada banyak titik setel lain untuk kontrol dalam sistem. Dengan kombinasi titik setel yang tepat, suhu ruangan yang sama dapat dicapai dengan energi yang lebih sedikit.

Anda mungkin berpikir, “Apakah titik setel ini tidak dioptimalkan pada tahap desain bangunan?” namun hal tersebut tidak dapat dipertimbangkan sepenuhnya selama proses desain. Selain itu, sistem pendingin udara dibangun sesuai pesanan seperti halnya sebuah bangunan. Ini dibangun dengan menggabungkan berbagai perangkat, sehingga umumnya ada

beberapa kesalahan dalam sistem. Proses pemecahan masalah akan selalu diperlukan untuk mengatasi kesalahan ini. Oleh karena itu, optimalisasi pengoperasian sistem harus dilakukan setelah bangunan selesai dibangun. Namun, dalam praktiknya hal ini tidak dilakukan di sebagian besar bangunan. Sebaliknya, mereka bahkan tidak mengetahui jenis pengoperasian sistem pendingin udara yang mereka miliki saat ini. Ini mungkin bukan perbandingan yang adil, namun, misalnya, dalam industri otomotif, terdapat sistem yang menjaga performa mobil secara terus-menerus melalui inspeksi dan perawatan berkala. Namun, tidak ada layanan yang setara untuk bangunan setelah selesai dibangun dan diserahkan kepada pemiliknya (lihat Gambar 5.6). Potensi penghematan energi dari optimalisasi pengoperasian sistem lebih besar dari yang kita bayangkan.

“Penghematan energi dalam pengoperasian” yang dibicarakan para insinyur mengacu pada gambaran di atas, namun ketika pemilik mendengar ungkapan seperti itu, yang terlintas di benak mereka adalah bentuk penghematan energi yang masokis—yakni bertahan di lingkungan bersuhu 28°C. Para insinyur mencoba untuk menjembatani kesenjangan dalam pemahaman ini, namun hal ini tidak masuk akal karena konsep tersebut sulit untuk dipahami tanpa pengetahuan mendalam tentang bagaimana sistem beroperasi. Ini bukan persoalan baru, tapi hambatan besar yang sudah ada sejak lama. Para insinyur mungkin kurang mempunyai motivasi untuk menerobos penghalang ini karena prospek bisnisnya sedikit. Namun, tidak lagi dapat diterima untuk membiarkan penghalang tersebut apa adanya.



Gambar 14.6 Hampir tidak ada model bisnis yang mapan untuk melayani bangunan yang telah selesai dibangun

Dekarbonisasi Stok Bangunan yang Ada

Mengapa kita tidak bisa lagi menerima jika penghalang tersebut dibiarkan begitu saja? Alasan utamanya adalah perubahan iklim. Protokol Paris, yang berlaku efektif sejak November 2016, mengindikasikan adanya perubahan pola pikir: para negara penandatangan sepakat untuk mengubah pandangan mereka dari emisi yang lebih rendah menjadi bebas karbon, atau

“dekarbonisasi.” Setelah menandatangani Protokol Paris, Jepang berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 26% dibandingkan tingkat emisi tahun 2013 pada tahun 2030, dan sektor komersial dan perumahan masing-masing diharapkan mengurangi sekitar 40%. Tujuan ini memerlukan tindakan di sisi pasokan, seperti meluncurkan energi terbarukan, menjadikan pembangkit listrik tenaga panas lebih efisien, memulai kembali pembangkit listrik tenaga nuklir, dan tindakan di sisi permintaan, seperti penghematan energi menyeluruh di gedung-gedung. Bukan hanya Jepang yang memfokuskan upayanya pada sektor komersial dan perumahan; ini adalah fokus utama di antara semua negara maju.

Menurut statistik stok bangunan dan laporan survei konstruksi bangunan dari Biro Kebijakan Kementerian Pertanahan, Infrastruktur, Transportasi dan Pariwisata, pada tahun 2015, terdapat total 1.836 juta meter persegi luas lantai bangunan non-perumahan yang ada, dan total dari 51 juta meter persegi luas lantai di gedung baru. Pada tahun yang sama, terdapat total 5.530 juta meter persegi luas lantai bangunan tempat tinggal eksisting, dan total 79 juta meter persegi luas lantai bangunan baru. Dengan kata lain, luas lantai bangunan baru hanya 2,8% dari bangunan non-perumahan eksisting dan 1,4% dari bangunan tempat tinggal eksisting. Kecil kemungkinan persentase ini akan meningkat di masa depan. Fakta-fakta ini dengan jelas menggambarkan pentingnya dekarbonisasi bahan bangunan yang ada.

Tentu saja, kinerja energi bangunan baru perlu ditingkatkan. Jepang membuat kemajuan dalam memperkenalkan zero-energy building (ZEB); bangunan-bangunan ini penting tidak hanya dari sudut pandang dekarbonisasi tetapi juga nilai real estat dan inovasi teknologi. Namun demikian, permasalahan berikut masih tetap ada: Apakah ZEB digunakan sesuai rancangannya, dan apakah kinerjanya dipertahankan atau ditingkatkan? Tanpa mengatasi masalah ini, nilai real estate ZEB akan melebihi-lebihkan nilai sebenarnya, dan kemajuan teknologi ZEB akan tertinggal karena tidak adanya umpan balik yang tepat. Jika ZEB juga dibangun, maka ZEB tersebut akan menjadi bangunan yang sudah ada. Jadi, tantangan sebenarnya adalah bagaimana melakukan dekarbonisasi bahan bangunan yang ada. Di bawah ini, kami akan membahas masalah ini dengan fokus pada manajemen.

MANAJEMEN ENERGI

Gambar 14.7 menunjukkan tren konsumsi energi gedung perkantoran selama 10 tahun sejak selesai dibangun (mulai tahun 2004). Pengurangan konsumsi energi sebesar 40% dicapai dalam periode 10 tahun ini. Bahkan jika kita mengabaikan penurunan yang disebabkan oleh Gempa Besar Jepang Timur tahun 2011, masih terdapat penurunan sekitar 20%.

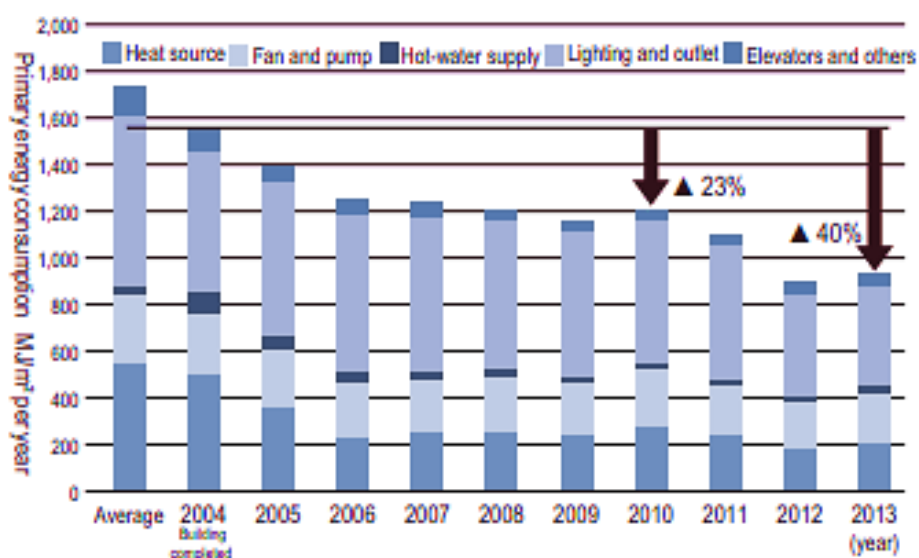
Hal ini dicapai dengan meningkatkan kinerja energi melalui pemantauan berkala terhadap kondisi sumber panas, AC, dan sistem pencahayaan menggunakan data per jam atau menit demi menit, dan mengidentifikasi pengoperasian yang optimal. Penurunan konsumsi energi serupa juga terjadi pada gedung-gedung yang melakukan verifikasi dan optimalisasi secara rutin. Proses ini merupakan bagian dari “Commissioning (Cx).” Cx adalah konsep yang luas dan diadaptasi melalui siklus hidup bangunan. Cx semakin banyak diterapkan pada bangunan, namun masih belum umum diterapkan di Jepang. Di sini, kami menyebut proses yang disebutkan di atas sebagai Cx.

Ada tiga masalah besar di Cx. Masalah-masalah ini mewakili tiga hambatan terhadap penghematan energi pada tahap operasi. Permasalahan pertama adalah terbatasnya sumber daya manusia yang memiliki pengetahuan dan teknologi khusus untuk melaksanakan Cx. Masalah ini terkait dengan pembangunan sesuai pesanan, dan kompleksitas serta kecanggihan teknis sistem. Ada sedikit prospek untuk memiliki profesional Cx untuk setiap gedung. Namun bangunan memiliki ruang kendali/operasi, bukan? Ya, tapi kebanyakan dari mereka hanya melakukan pemantauan sistem bangunan. Masalah kedua menyangkut pengolahan data. Cx menangani kumpulan data kompleks dengan beberapa ribu hingga puluhan ribu data dengan penambahan beberapa menit. Saat ini, sebagian besar data tersebut diproses secara manual, sehingga prosesnya sangat tidak efisien dan kurang memiliki elemen real-time. Seperti pada Gambar 14.7, pengurangan penggunaan energi secara signifikan mungkin dapat dicapai, namun jika diperlukan waktu 10 tahun, banyak energi dan uang selama periode tersebut akan terbuang sia-sia. Sistem pendingin udara beroperasi secara berbeda-beda tergantung pada apakah sistem tersebut digunakan untuk memanaskan atau mendinginkan, cara penggunaan bangunan, serta kondisi meteorologi yang berubah dari tahun ke tahun di mana bangunan tersebut terpapar. Oleh karena itu, upaya penghematan energi diperkirakan akan memakan waktu. Namun, 10 tahun adalah waktu yang lama untuk ditunggu.

Bagaimana cara mengatasi kedua permasalahan tersebut? Salah satu solusinya adalah dengan membatasi jumlah profesional Cx yang melakukan commissioning jarak jauh pada beberapa bangunan. Solusi lainnya adalah menyederhanakan dan mengotomatiskan proses Cx menggunakan teknologi informasi, seperti AI, sehingga dapat menghemat energi dalam waktu singkat setelah gedung selesai dibangun. Seperti halnya pemeriksaan kesehatan kami, manajemen energi berkelanjutan sangat penting bagi Cx di mana pengoperasian sistem gedung harus didiagnosis dan masalah apa pun harus diperbaiki sehingga dapat memulihkan sistem ke pengoperasian yang sehat. Oleh karena itu, diperlukan metode manajemen energi untuk mengurangi konsumsi energi sistem dengan Cx yang efisien, otomatis, dan dilakukan dari jarak jauh. Pada tahun 2016, Google melaporkan bahwa mereka telah menggunakan sistem AI DeepMind untuk mengurangi konsumsi energi di pusat datanya sebesar 40%. Hal ini merupakan berita yang menggembirakan, namun pengelolaan energi yang terkoordinasi dan jarak jauh menjadi lebih menantang jika menyangkut bangunan komersial besar (terutama bangunan multi-penyewa), karena dibandingkan dengan pusat data, terdapat lebih banyak variabel yang perlu dipertimbangkan.

Masalah ketiga berkaitan dengan hal yang telah disebutkan sebelumnya: tidak ada model bisnis yang mapan untuk mengelola pengoperasian sistem bangunan. Masalah ini tidak hanya terkait dengan teknologi tetapi juga dengan institusi sosial, kebiasaan bisnis, dan masalah etika. Faktanya, pemilik bangunan tidak melihat banyak manfaat yang bisa diperoleh dari upaya penghematan energi dalam hal efektivitas biaya. Meskipun bergantung pada kontrak, pemilik bangunan komersial dengan banyak penyewa cenderung tidak peduli terhadap efisiensi energi, karena penyewa biasanya membayar biaya penerangan dan pemanas dengan harga satuan energi yang lebih tinggi dari biasanya, yang mencakup biaya

lain-lain. Orang-orang biasanya berbicara tentang efisiensi energi hanya dalam kaitannya dengan efektivitas biaya, dengan mengatakan bahwa penggunaan energi yang lebih efisien akan menurunkan biaya pemanas dan penerangan, namun pemilik bangunan tidak berupaya meningkatkan keuntungan mereka melalui penghematan energi. Untuk memberikan insentif kepada pemilik agar mengambil tindakan dalam pengelolaan energi, perlu menghubungkan pengelolaan energi dengan pendekatan lain. Oleh karena itu, daripada mengevaluasi upaya penghematan energi berdasarkan efektivitas biaya jangka pendek, kita harus menggunakan metrik jangka panjang—yaitu, laba atas investasi sosial (social return on investment/SROI), yang dalam hal ini laba sosial adalah kontribusi terhadap pencegahan bencana global. pemanasan. SROI terkait erat dengan faktor non-finansial lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG), yang dengan cepat mendapatkan perhatian sejak Protokol Paris. Oleh karena itu, masa depan manajemen energi bergantung pada apakah pemilik bangunan di Jepang akan mengidentifikasi nilai dalam mengejar SROI.



Gambar 14.7 Tren konsumsi energi gedung perkantoran dalam sepuluh tahun

Menghubungkan Manajemen Energi dengan Manajemen Kehidupan (“Energi” × “Kehidupan”)

Jika strategi penghematan energi Anda melibatkan penggunaan sistem AC secara hemat selama musim panas, kenyamanan dan produktivitas mungkin dikorbankan. Di sisi lain, meskipun sistem pendingin udara dihidupkan (untuk menciptakan suhu ruangan yang lebih sejuk), semua orang di ruangan itu mungkin tetap tidak senang. Ini adalah masalah dimana wanita mungkin merasa tidak nyaman dengan suhu ruangan yang lebih dingin dan perlu selalu menutupi kaki mereka dengan selimut. Bahkan jika suhu ruangan dikontrol sesuai dengan titik yang ditetapkan, distribusi spasial dan temporal tidak dapat dihindari, dan terdapat perbedaan individu dalam hal kenyamanan dan produktivitas. Oleh karena itu, jika informasi mengenai karakteristik fisik, preferensi, dan perilaku individu digunakan untuk meningkatkan

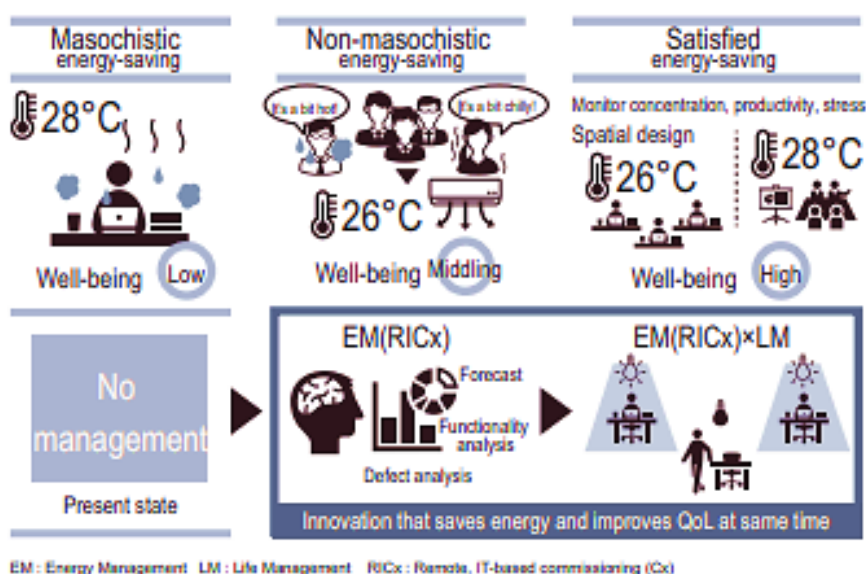
kemampuan adaptasi kondisi lingkungan pada individu, maka kualitas hidup (kualitas hidup) individu tersebut akan meningkat. Inilah yang disebut manajemen kehidupan.

Manajemen kehidupan ini memungkinkan kenyamanan dan produktivitas individu lebih meningkat. Hal ini mungkin berdampak positif pada nilai real estat bagi pemilik bangunan. Produktivitas yang lebih tinggi akan menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi dari jam kerja yang terbatas—sesuatu yang terbukti sangat menarik bagi penyewa. Pengeluaran pegawai sebuah kantor dikatakan seratus kali lipat dari biaya energinya; lingkungan kantor yang nyaman dan produktif akan meningkatkan efektivitas biaya, yang seharusnya menjadi tawaran menarik bagi pemilik gedung.

Tampaknya, pengelolaan energi dan pengelolaan kehidupan tidak bergantung satu sama lain. Namun, sejauh pengelolaan kehidupan diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup, kemampuan beradaptasi individu perlu ditingkatkan dengan mendistribusikan kondisi lingkungan spasial dan temporal secara tidak merata. Perlu dilakukan pengukuran kualitas hidup pada lokasi dan waktu spasial tertentu, dan pengendalian lingkungan harus diubah dari ruang bersama konvensional menjadi ruang individu agar kondisi lingkungan tidak merata. Ketika kondisi lingkungan didistribusikan dengan cara ini, beban lingkungan (dalam kasus pendinginan, jumlah panas yang dihilangkan dari ruangan) akan berubah, sehingga penghematan energi dapat dicapai dengan mengurangi beban. Agar manajemen energi dan manajemen kehidupan dapat berfungsi secara optimal, keduanya harus bekerja selaras satu sama lain.

Oleh karena itu, penggabungan kerja manajemen energi dan kehidupan akan menghasilkan sinergi yang mengoptimalkan efisiensi energi dan kualitas hidup pekerja dan, pada gilirannya, menciptakan manfaat ekonomi. Pendekatan konvensional (dan buruk) terhadap penghematan energi telah melemahkan kualitas hidup dan menghambat aktivitas ekonomi. Namun, dengan menerapkan manajemen energi dan manajemen kehidupan, kita dapat menciptakan siklus dekarbonisasi berkelanjutan pada bahan bangunan yang ada. Dengan kata lain, inovasi penghematan energi dapat dilakukan bersamaan dengan kualitas hidup (lihat Gambar 14.8).

Untuk memastikan bahwa visi pengelolaan gabungan ini menjadi model bisnis yang layak pada tahap operasional, penting untuk menyadarkan pemilik bangunan bahwa pengelolaan energi akan menarik investasi ESG dan bahwa pengelolaan kehidupan akan menarik baik investasi ESG maupun penyewa.



Gambar 14.8 Penghematan energi masokis, penghematan energi non-masokis, dan penghematan energi yang memuaskan

Bagian selanjutnya bertujuan untuk memberikan pembaca gambaran menyeluruh yang lebih baik tentang pengelolaan “energi” × “kehidupan” dengan menguraikan konsep melalui kacamata pengelolaan kehidupan.

Bagaimana Kebiasaan Bisnis Mempengaruhi Penggunaan Energi

Jika Anda melihat-lihat ruang perkuliahan di kampus universitas, biasanya Anda akan menemukan sebuah ruangan yang dihuni oleh satu orang yang sedang sibuk belajar, memanfaatkan pencahayaan ruangan yang terang benderang. Suasana ruangan kondusif untuk konsentrasi belajar, sehingga siswa dapat menyelesaikan banyak pekerjaan di sana. Jika tengah musim panas atau musim dingin, siswa pasti akan merasa lebih nyaman jika ruangan ber-AC. Terlepas dari bagaimana perasaan siswa tersebut, jelas bahwa AC di ruangan ini, yang kosong namun untuk satu siswa tersebut, bukanlah cara yang efisien dalam menggunakan energi. Namun, siswa tersebut mungkin tidak peduli dengan fakta ini. Kurangnya kesadaran seperti ini merupakan suatu permasalahan. Apakah tidak ada cara bagi kami untuk memberi tahu siswa ini berapa banyak energi yang dikonsumsi aktivitasnya? Tidak bisakah kita meyakinkan dia untuk melanjutkan studinya di lokasi lain? Saat ini, jika seorang anggota staf pengajar atau portir menegur siswa tersebut, dia mungkin akan keluar dengan marah.

Tentu saja, banyak siswa yang mendapati bahwa mereka menyelesaikan lebih banyak pekerjaan jika belajar di kafe dengan menggunakan laptop, dibandingkan saat belajar di rumah. Demikian pula, semakin banyak pekerja kantoran yang menjadi “digital nomads” dan melakukan pekerjaan mereka di kafe. Seseorang harus membayar harga kopi untuk “menyewa” kedai kopi, namun hal ini tidak menimbulkan masalah bagi para digital nomad. Keuntungan yang dijanjikan oleh investasi ini ruang yang nyaman dan peningkatan produktivitas jauh melebihi harga kopi. Ini juga merupakan cara kerja yang hemat energi, karena AC digunakan bersama dengan orang lain. Terlebih lagi, kafe menghasilkan uang, jadi

ada keuntungan ekonominya juga. Pilihan ini bahkan lebih menarik jika kafe berada dalam jarak berjalan kaki singkat dari rumah; Anda tidak perlu menghabiskan energi saat bepergian ke kafe, dan dapat berolahraga. Para pelajar dan digital nomaden yang menggunakan kafe-kafe ini memberikan kontribusi yang mengejutkan kepada masyarakat, meskipun tanpa mereka sadari. Tidak bisakah kita menemukan cara untuk memberi tahu mereka seberapa besar kontribusi mereka terhadap efisiensi energi? Belajar sendirian di ruang kelas dan belajar di kafe merupakan perilaku yang sudah menjadi kebiasaan.

Kedua lingkungan tersebut kondusif bagi kenyamanan dan produktivitas. Dalam lingkungan seperti ini, kita tidak perlu melakukan upaya sadar untuk belajar; dengan kata lain, beban mentalnya minimal—seseorang secara naluriah melakukan perilaku kebiasaannya. Kebiasaan pertama (belajar sendirian di ruang kelas) menghabiskan banyak energi, sedangkan kebiasaan kedua (belajar di kafe) hemat energi. Oleh karena itu, akan lebih baik jika kebiasaan lama diganti dengan kebiasaan kedua.

Dorongan

Kita sering mendengar istilah teori perubahan perilaku, yang mengacu pada teori dan strategi mengenai perilaku positif seperti tidak merokok atau alkohol atau memperbaiki pola makan. Istilah ini menjadi dikenal luas berkat penerapan terapi perilaku, suatu bentuk psikoterapi yang menetapkan intervensi klinis berdasarkan strategi pembelajaran/perilaku. James Prochaska mengembangkan model perubahan perilaku transtheoretical (TTM). TTM terdiri dari lima tahap perubahan perilaku dan sepuluh proses perubahan, lima di antaranya bersifat empiris dan lima tahap bersifat perilaku. Prochaska berpendapat bahwa kunci keberhasilan perubahan perilaku adalah mencapai keseimbangan yang tepat antara efek positif dan negatif dari perubahan perilaku dan mendapatkan harga diri. Beban fisik dan mental yang terkait dengan perubahan perilaku harus diimbangi. Dengan kata lain, perubahan perilaku harus mengarah pada kesejahteraan fisik dan emosional dan hanya menimbulkan sedikit ketidaknyamanan. Rasa puas yang diperoleh seseorang saat mengubah perilakunya memotivasi mereka untuk mempertahankan perilaku positif.

Istilah terkait, yang sering muncul di bidang ekonomi dan pemasaran, adalah “dorongan”. Contoh terkenal dari dorongan adalah gambar seekor lalat yang dilukis pada urinal di toilet umum pria. Pemberitahuan yang mengimbau laki-laki untuk tidak membuat kekacauan selama berkemih hanya menemui keberhasilan yang terbatas. Namun gambaran seekor lalat menghadirkan “target” yang secara alami cenderung dibidik oleh laki-laki. Pemanfaatan psikologi perilaku yang cerdas ini telah menghasilkan toilet yang jauh lebih bersih. Ekonom Richard Thaler membuat teori dorongan dikenal luas. Dengan memanfaatkan ekonomi perilaku, Thaler menguraikan gagasannya tentang dorongan—cara dan strategi yang “mendorong” orang untuk melakukan perilaku yang diinginkan atas kemauan mereka sendiri, bukan karena paksaan. Masyarakat dapat terdorong oleh norma-norma deskriptif dan juga norma-norma yang bersifat injunctive. Norma deskriptif berkaitan dengan persepsi tentang bagaimana orang berperilaku dalam kenyataannya (apakah benar atau salah). Contoh norma deskriptif adalah gagasan bahwa jika sekelompok orang menyeberang jalan meskipun lampunya merah, Anda juga dapat menyeberang tanpa rasa takut. Di sisi lain, norma injunctive

berkaitan dengan persepsi tentang bagaimana orang harus berperilaku. Anda mungkin cenderung mengikuti orang lain saat menyeberang jalan di jalur merah, namun sebaiknya Anda tidak melakukannya. Namun dalam hal penghematan energi, yang terjadi justru sebaliknya: jika Anda memperhatikan bahwa semua orang menghemat energi, Anda mungkin cenderung untuk mengikutinya, dan memang Anda harus melakukannya.

Manajemen Kehidupan di Society 5.0

Society 5.0 masih bersifat sementara dalam hal ide-ide utamanya, termasuk penyelesaian permasalahan sosial melalui pembangunan, masyarakat supersmart di mana semua orang dapat menjalani kehidupan yang nyaman, dan pertukaran real-time antara dunia maya dan ruang fisik (dunia nyata). Namun, upaya sedang dilakukan untuk menyempurnakan ide-ide ini. Sejak hadirnya Internet of Things, sejumlah besar data dari ruang fisik (dunia nyata) dikirim ke dunia maya, dan dari data tersebut, informasi baru dihasilkan, yang kemudian dimasukkan kembali secara instan ke dalam ruang fisik (dunia nyata).). Emosi seperti ketidaknyamanan dan stres dapat dideteksi oleh sensor. Persepsi sensorik dan suasana dapat diekstrapolasi dan dikomunikasikan kepada orang lain atau diteruskan ke lokasi terpencil. Dengan demikian, konsumsi dan perilaku energi dapat diperkirakan. Society 5.0 akan menawarkan nilai besar dalam hal bagaimana informasi, persepsi sensorik, dan prakiraan dapat digunakan secara real-time. Kemampuan untuk meramalkan dan menyiarkan pengalaman subjektif manusia akan membantu orang mengadopsi perilaku yang lebih menyenangkan; selain itu, hal ini akan memungkinkan pilihan-pilihan kecil yang diambil masyarakat dapat menghasilkan nilai sosial yang cukup besar.

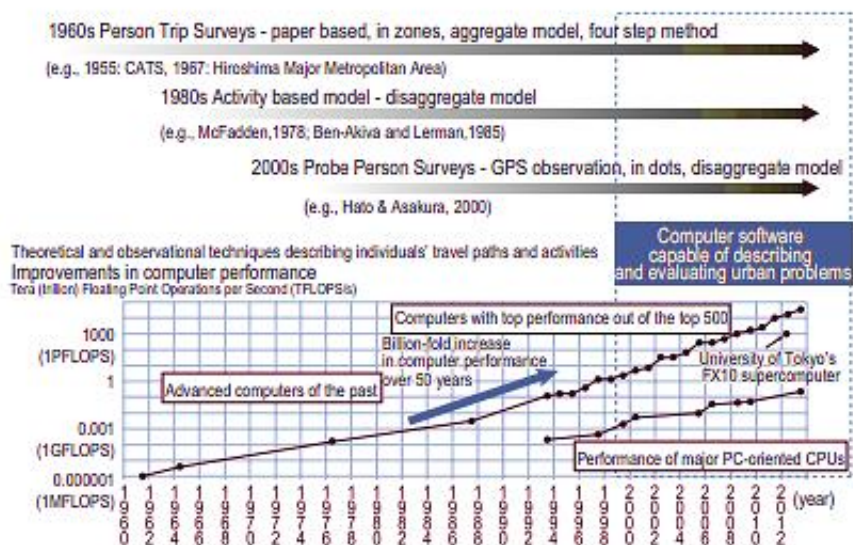
Mari kita pertimbangkan waktu luang sebagai contoh. Banyak pekerja di Jepang yang berhemat pada waktu istirahat untuk menyelesaikan lebih banyak pekerjaan. Praktek ini bermasalah karena menyebabkan penumpukan kelelahan. Saat Anda istirahat, jam kerja bersih Anda berkurang. Banyak pekerja Jepang menghindari waktu istirahat karena alasan ini—karena mereka takut dianggap malas. Society 5.0 menganjurkan istirahat yang tepat waktu dan efektif. Kelelahan dan produktivitas dapat terus dipantau. Anda dapat melihat data real-time yang memberi tahu Anda seberapa banyak karyawan dapat memulihkan produktivitas mereka dengan beristirahat pada waktu tertentu dan seberapa cepat mereka dapat menyelesaikan tugas mereka. Rangsangan, seperti aroma, getaran, suara, atau pencahayaan, dapat digunakan untuk mendorong pekerja agar beristirahat. Kemudian, data obyektif dapat ditampilkan yang mengilustrasikan penyerapan kinerja setelah periode lainnya dibandingkan dengan sebelumnya. Data ini akan membantu meyakinkan pekerja untuk beristirahat—karena mereka memahami bahwa istirahat tidak sama dengan bermalas-malasan. Lebih banyak waktu istirahat juga akan membantu menghemat energi karena komputer dan lampu akan dimatikan selama waktu istirahat. Pekerja akan dapat melihat data yang memberi tahu mereka seberapa besar kontribusi mereka terhadap efisiensi energi. Siswa di kelas tersebut dapat menghindari omelan dengan melakukan studinya di kafe.

14.4 PENCIPTAAN BERSAMA LOKAL DAN PERENCANAAN KOTA BERBASIS DATA

Mengapa Perencanaan Kota Berbasis Data?

Bagian penting dari perencanaan kota adalah transportasi. Pada tahun 1950an, Chicago menjadi kota pertama di dunia yang memperkenalkan metode kuantitatif ke dalam rencana transportasinya. Sedangkan di Jepang, Wilayah Metropolitan Utama Hiroshima memperkenalkan survei “perjalanan orang”, sehingga survei ini digunakan secara luas di seluruh negeri dalam perencanaan transportasi. Mengikuti contoh Hiroshima, kota-kota di Jepang dengan populasi lebih dari 300.000 jiwa mulai melakukan survei, mengambil sampel 3–5% dari populasi mereka. Data survei digunakan untuk memandu dan mengevaluasi perencanaan kota setelah periode pertumbuhan ekonomi yang tinggi. Munculnya pendekatan ini didukung oleh teknologi komputer (lihat Gambar 5.9). Stasiun kerja teknik memungkinkan untuk menjalankan simulasi transportasi yang mudah dipahami oleh para insinyur. Ekonom Daniel McFadden menggunakan model perilaku untuk memprediksi permintaan penumpang pada sistem Bay Area Rapid Transit (BART) San Francisco. Pada tahun 2000, McFadden memenangkan Hadiah Nobel Ekonomi atas pengembangan model analisis pilihan diskritnya.

Dalam perencanaan lalu lintas perkotaan yang sebenarnya, Anda mengumpulkan data survei tentang perilaku perjalanan sehari-hari masyarakat, menghitung volume berbagai jalur perjalanan, menggunakan model statistik yang relevan untuk memprediksi perilaku perjalanan di masa depan (seperti pembangkitan/ketertarikan, distribusi, pemisahan, penetapan lalu lintas), dan kemudian merumuskan rencana transportasi yang sesuai. Proses ini didasarkan pada model matematika transportasi yang dikembangkan 50 tahun lalu. Pengumpulan datanya berbasis kertas, namun data mengenai perilaku transportasi sehari-hari masyarakat kini semakin canggih. Sejak pergantian abad, Jepang telah menyaksikan munculnya “survei orang yang menyelidiki”. Berkat komunikasi seluler, data orang yang diteliti semakin tersedia secara langsung bagi para perencana kota. Memang benar, kita sudah mendekati era perencanaan berbasis data. Namun, sejauh ini metode-metode baru ini gagal mendapatkan perhatian dalam perencanaan kota. Mengapa?



Gambar 14.9 Hubungan Antara Kemajuan Teknologi Komputer Dan Perencanaan Kota

Perencana Kota Kalah dalam Gugatan

Pada bulan Juni 1989, sebuah organisasi lingkungan bernama Sierra Club Legal Defense Fund menggugat Komisi Transportasi Metropolitan (MTC) San Francisco. Mengapa? MTC telah mengembangkan model pada tahun 1977–1978, namun gagal menghitung nilai keseimbangan yang tepat antara sub-model karena keterbatasan perangkat lunak komputer pada saat itu. MTC berpendapat bahwa pembangunan jalan raya akan mengurangi kemacetan dan memperbaiki lingkungan. Argumen ini didasarkan pada rantai sebab akibat berikut: pembangunan jalan raya → peningkatan kapasitas jalan raya → peningkatan kecepatan jalan raya → penurunan emisi. Jawaban dari Sierra Club adalah bahwa model MTC gagal memperhitungkan secara memadai dampak perjalanan akibat berkurangnya kemacetan.

Apa hasil persidangannya? MTC tidak kalah dalam kasus tersebut (pengadilan menerima rencana pembangunan jalan raya), namun hakim memerintahkan komisi untuk melakukan beberapa revisi terhadap rencana tersebut, yang secara efektif memaksa komisi untuk mengembangkan teknik perencanaan transportasi baru. Terdakwa menunjuk individu untuk menjadi ahli teknis dalam kasus tersebut. Penggugat, yang merupakan organisasi lingkungan hidup terbesar di dunia, juga melakukan hal yang sama. Pengadilan menunjuk salah satu calon sebagai ahli teknis dan, berdasarkan wawasannya, menemukan bahwa perkiraan permintaan transportasi MTC memiliki kesalahan. Transportasi dan perencanaan kota sering kali menjadi subyek litigasi. Alasannya adalah rencana tata kota membatasi hak penggunaan lahan yang ditetapkan secara konstitusional dan mempengaruhi kehidupan masyarakat dalam jangka panjang atas nama kepentingan publik. Kini jelas bahwa masyarakat tidak akan yakin akan manfaat proyek publik berdasarkan aktor yang melaksanakannya atau prosedur pelaksanaannya. Oleh karena itu, para pendukung proyek publik harus menemukan cara untuk membenarkan proyek tersebut berdasarkan alasan yang lebih rasional yaitu, mereka harus memberikan alasan rasional yang membenarkan sifat proyek yang bersifat kepentingan publik. Oleh karena itu, para advokat harus menggunakan data untuk memberikan justifikasi yang memadai terhadap proyek tersebut. Sepanjang perencanaan kota merupakan tindakan publik, maka perencana harus bertanggung jawab kepada publik. Tentunya demi kepentingan privasi data, para perencana tidak boleh sembarangan menggunakan data pribadi. Namun, ketika masyarakat tidak melihat datanya, mereka mungkin akan menerima rencana yang dibuat-buat tanpa melakukan perbaikan apa pun terhadap rencana tersebut, dan akibatnya, kebebasan masyarakat mungkin akan dibatasi secara signifikan. Oleh karena itu, perencanaan kota harus berbasis data sehingga masyarakat dapat memahami kelompok mana yang mungkin merasa dirugikan, kapan mereka merasa dirugikan, dan bagaimana caranya.

Contoh Perencanaan Berbasis Data

Saat ini, tidak mudah untuk menjelaskan arti perencanaan berbasis data. Bisa dibilang, perencanaan kota konvensional dapat didefinisikan sebagai data yang didorong oleh data (yaitu data survei “perjalanan orang”). Masalahnya bukan pada tekniknya. Sebaliknya, hal ini menyangkut apakah rencana tersebut diteliti dan diperdebatkan dengan mengacu pada data kuantitatif. Jika Anda tinggal di kota dengan populasi lebih dari 300.000 jiwa, Anda dapat

memeriksa berapa tahun telah berlalu sejak survei “perjalanan orang” terakhir dilakukan. Jika survei dilakukan lebih dari 15 tahun yang lalu, maka Anda akan melihat hal ini sebagai tanda bahaya. Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah kota harus segera memperbaiki sistem lalu lintasnya, mengkonfigurasi ulang jalur perjalanan di distrik-distrik dengan populasi penduduk lanjut usia dan mendistribusikan kembali rute-rute jalan raya untuk mendorong komunitas-komunitas yang dapat dijangkau dengan berjalan kaki. Karena kini terdapat tuntutan agar inisiatif-inisiatif baru disesuaikan dengan keadaan masyarakat lokal, kita harus mewaspadai rencana atau kebijakan yang tidak dibentuk oleh data survei yang komprehensif dan kuantitatif.

Gambar 14.10 menunjukkan contoh perencanaan cerdas di jalan Koikawa-suji di Kobe. Ketika Kota Kobe merombak sebuah distrik di pusat kota, mereka menggunakan pendekatan berbasis data: menggunakan data Wi-Fi dan data dari “survei orang yang menyelidiki,” di mana subjek membawa ponsel GPS dan membuat buku harian perjalanan online sehingga mereka jalur perjalanan dapat dilacak secara online. Seperti yang ditunjukkan pada gambar, Kota Kobe menyajikan hasil simulasi proyeknya untuk memperluas trotoar dan menciptakan lingkungan khusus pejalan kaki, termasuk jumlah pengunjung, waktu tinggal di pusat kota, jarak berjalan kaki ke pusat kota, jarak dari pintu masuk, dan waktu tinggal di lokasi tertentu. Data tersebut menggambarkan bahwa menciptakan lingkungan khusus pejalan kaki akan sangat berdampak dan meramaikan kawasan tersebut. Para pemangku kepentingan (misalnya, asosiasi pengecer lokal, Kota Kobe, perusahaan transportasi, polisi) mendiskusikan rencana tersebut dengan mengacu pada data numerik.

	<i>Negara saat ini diproduksi</i>	<i>Perpanjangan trotoar</i>	<i>Lingkungan khusus untuk peningkatan/pejalan kaki</i>
<i>Jumlah pengunjung</i>	2.21	2.10 (-5.0%)	2.11 (-4.5%)
<i>Beberapa menit dihabiskan dipusat kota</i>	267.8	279.4 (+4.3%)	271.6 (+1.4%)
<i>Meter berjalan dipusat kota</i>	432.6	441.7 (+2.1%)	540.5 (+24.9%)
<i>Jumlah maksimum meter berjalan kaki dari titik masuk</i>	200.5	189.5 (-5.5%)	225.0 (+12.2%)
<i>Menit dihabiskan disetiap area</i>	124.2	130.4 (+5.0%)	125.5 (+1.0%)

Gambar 14.10 KPI untuk proyek redistribusi ruang pejalan kaki di kawasan Motomachi

Masa Depan Kota

Kota adalah penemuan terbesar umat manusia. Perkotaan mempunyai potensi ekonomi yang sangat besar seperti yang diilustrasikan oleh fakta bahwa banyak perusahaan mengklaim bahwa inovasi bisnis-ke-bisnis hanya mungkin dilakukan di Tokyo. Di sisi lain, dalam *Urbanism as a Way of Life* (Wirth 1938), Louis Wirth mendefinisikan kota sebagai tempat yang memerlukan perencanaan kota untuk mengendalikan ukuran, kepadatan, dan

heterogenitas agregat penduduk. Permasalahan perkotaan ini terus menimbulkan tantangan bagi para perencana kota di abad kedua puluh satu. Hanya ada sedikit tanda-tanda kemajuan dalam penyelesaian permasalahan seperti energi, migrasi, dan kemacetan; sebaliknya, permasalahan ini semakin parah. Banyak generasi milenial kreatif yang menjalani kehidupan 100 tahun, namun orang-orang ini cenderung memilih gaya hidup yang lebih cair. Semakin banyak orang yang memilih kota dibandingkan kota yang memilihnya. Kota merupakan tempat yang bagus untuk melakukan berbagai hal dalam skala besar dan melakukan berbagai hal secara efisien, namun lingkungan perkotaan sering kali kurang memiliki sentuhan kemanusiaan—yaitu rasa inspirasi dan sensualitas. Manusia adalah makhluk sosial, dan kita mencari lingkungan yang meramaikan kita secara sensual dan menyediakan pertemuan interpersonal yang merangsang secara emosional. Lalu apa lingkungan perkotaan yang ideal yang ingin dicapai?

Gambar 14.11 menunjukkan foto sekolah desain perkotaan yang merupakan bagian dari Urban Design Center Matsuyama (UDCM). Ini juga menunjukkan ruang hijau yang disebut Minna no Hiroba; keduanya dilakukan oleh Kota Matsuyama, Prefektur Ehime. Kota Matsuyama penuh dengan tempat parkir mobil, jadi kami memutuskan untuk membangun ruang hijau, Minna no Hiroba, di tempat parkir mobil agak jauh dari kawasan komersial di pusat kota. Kami merobek aspal dan menemukan sumur tua. Setelah uji coba di atas air, kami membentuk bukit kecil dengan air mancur di tengahnya untuk dinikmati masyarakat. Air mancur tersebut kini menjadi tempat berkumpulnya anak-anak. Kami juga mendirikan sekolah desain yang disebutkan di atas di toko tertutup di seberang Minna no Hiroba. Sekolah desain berfungsi sebagai forum untuk mendiskusikan proyek pembangunan komunitas yang menggunakan sumber daya Matsuyama, termasuk bunga kamelia dan kain “Iyo-Kasuri”.



Gambar 14.11 Garis tinggi Minna no Hiroba (Matsuyama, kiri) (New York, kanan)

Ada peningkatan minat terhadap manfaat menciptakan ruang terbuka di lingkungan perkotaan yang jika tidak dipenuhi dengan fitur-fitur yang membosankan dan bermanfaat. Ada pula yang tertarik pada bagaimana desain tata ruang yang lebih berkualitas dapat menghasilkan ide-ide baru mengenai stok perkotaan seperti tempat parkir mobil, jalan raya, dan jalan layang.

Contoh yang terakhir adalah High Line di New York (foto di sebelah kanan pada Gambar 14.11). High Line adalah ruang hijau linier yang membentang di sepanjang jalur kereta api layang. Strukturnya akan segera dihancurkan, tetapi Joshua David dan Robert Hammond memimpin kampanye untuk menyelamatkan High Line dan merenovasinya menjadi taman yang santai. Organisasi mereka menjaga kebersihan lokasi dan mengolah kebun dengan berbagai jenis tumbuhan. Bagaimana kita dapat membentuk lingkungan perkotaan kita? Ketika demokrasi melemah, kota-kota di seluruh dunia semakin membutuhkan perencanaan kota yang berpusat pada masyarakat dan didasarkan pada data dan perilaku.

Melampaui Batas Kota

Penggunaan data tidak menjamin bahwa kota akan menjadi lebih baik. Perencana kota perlu memiliki data. Kota-kota menghadapi segunung masalah. Tugas utama di abad kedua puluh adalah bagaimana memperkenalkan mobil ke kota-kota. Pada abad ke-21, para perencana kota harus berupaya menemukan cara untuk memperkenalkan sistem mengemudi otomatis ke kota-kota, yang mana hal ini memerlukan rancangan perkotaan yang belum pernah ada sebelumnya. Terkait Society 5.0, kita harus memikirkan seperti apa masyarakat tersebut seharusnya. Komunitas lokal, institusi publik, pasar, dan individu masing-masing dapat memainkan peran utama dalam memetakan masyarakat ini. Namun setiap masyarakat mempunyai kelemahan. Kita harus mendukung dan memperluas setiap masyarakat dengan melibatkan, bekerja sama, dan berbagi ide (lihat Gambar 5.12). Kota-kota akan kehilangan daya tariknya jika kota-kota tersebut terlalu homogen. Demikian pula mereka akan gagal jika mereka terlalu tidak terorganisir dan tidak koheren. Batas-batas kota harus ditetapkan secara fleksibel untuk menjamin kreativitas manusia dan perkotaan serta stabilitas dan keamanan. Perencanaan berbasis data tidak lebih dari sarana untuk mendorong dialog mengenai batas-batas kota. Tanpa dialog ini, batas-batas kota akan menjadi kaku. Ini adalah sesuatu yang harus kita hindari.

BAB 15

PABRIK CERDAS

Inti dari Industri 4.0 secara konseptual adalah Pabrik Cerdas (Gambar 14-1) dan semuanya berputar di sekitar entitas pusat yang membentuk model bisnis. Jika kita melihat bagaimana Industri 4.0 bekerja secara teori, kita dapat melihat bahwa segala sesuatu mulai dari rantai pasokan, model bisnis, dan proses ada untuk menyediakan Pabrik Cerdas. Demikian pula, semua antarmuka eksternal dari mitra rantai pasokan, jaringan pintar, dan bahkan media sosial secara konseptual memiliki pabrik pintar sebagai pusatnya mataharilah yang menjadi tempat proses-proses lain mengorbit.



Gambar 15.1. Pabrik Cerdas

Jadi apa itu Smart Factory dan mengapa hal ini sangat penting bagi masa depan manufaktur?

15.1 MEMPERKENALKAN PABRIK CERDAS

Pabrik Cerdas menyelenggarakan proses manufaktur cerdas, yang telah kami jelaskan sebelumnya. Pabrik Cerdas bersifat futuristik karena dapat menghasilkan dan memberikan produktivitas yang jauh melebihi ekspektasi kami. Jika kita melihat bagaimana hal ini mungkin terjadi, kita dapat melihat bahwa Pabrik Cerdas merupakan gabungan teknologi yang memberikan metode dan teknik optimal dalam manufaktur. Lebih jauh lagi, kita dapat menyaksikan bahwa Pabrik Cerdas bukan sekadar mesin dan robot cerdas yang berkomunikasi melalui produk perangkat lunak canggih. Memang benar, mesin-mesin ini telah melampaui M2M dan tidak hanya berkolaborasi namun juga berkomunikasi melalui perangkat lunak, algoritma, dan proses industri yang canggih. Namun, penting untuk disadari bahwa Pabrik Pintar, seperti halnya Rumah Pintar, bukanlah sebuah visi futuristik hal tersebut masih ada saat ini dan telah ada setidaknya selama satu dekade.

Oleh karena itu, sebelum kita melangkah lebih jauh, mari kita lihat cara kerja Pabrik Cerdas, dan mungkin kita dapat melihat manfaat serta peningkatan besar dalam efisiensi dan produktivitas yang dapat dihasilkannya. Sebagai contoh, mari kita ambil lini produksi sampo yang berbeda. Dalam skenario lini produksi ini, mesin pintar mengisi setiap botol dengan bahan dasar yang sama. Setiap varian merek mungkin memiliki bahan tambahan warna atau pewangi berbeda yang ditambahkan untuk menyesuaikan dengan pasar produk yang dituju.

Dalam manufaktur tradisional, hal ini memerlukan jalur produksi untuk setiap produk. Proses produksi akan menentukan bahwa setiap botol dikirim ke jalur produksi ke mesin dispenser, yang akan mengisi botol dengan campuran bahan yang diperlukan sesuai kebutuhan. Namun, jika kita mempunyai banyak variasi kecil dari merek sampo maka hal ini sangat tidak efisien, karena banyak mesin melakukan pekerjaan yang sama. Mengapa kita tidak dapat mengidentifikasi setiap variasi produk yang ada dan mengisinya sesuai kebutuhan?

Ini adalah salah satu dasar dari Smart Manufacturing, karena kita dapat mengurangi pemborosan dan inefisiensi dengan mengidentifikasi produk di lini produksi dan menentukan statusnya serta sejarahnya dan tahap produksi spesifik apa yang selanjutnya harus mereka lalui.

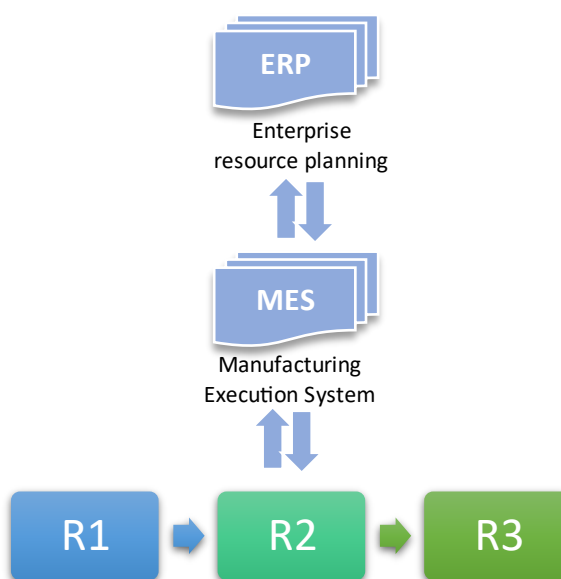
Sekarang bagaimana kita melakukan ini? Kita dapat menggunakan tag RFID yang sangat kecil sehingga sekarang dapat disisipkan ke dalam label atau menggunakan NFC (kontak frekuensi dekat) seperti pada sistem pembayaran kartu. NFC agak rapuh sehingga memerlukan jarak yang dekat dengan pembaca, sedangkan RFID mempunyai kemampuan yang luar biasa. Ambil contoh mobil balap yang dilengkapi dengan tag RFID dan pada setiap putaran, pembaca RFID menghitung jumlah putaran. Hebatnya, pembaca RFID dapat menghitung dengan andal setiap putaran yang dilakukan mobil balap bahkan pada kecepatan 200 mph atau lebih. Oleh karena itu, tag RFID sangat cocok untuk aplikasi Smart Factory dimana kecepatan proses produksi tidak boleh dikompromikan. Jadi mari kita lihat bagaimana Smart Factory dapat bekerja dalam praktiknya seperti yang disarankan oleh DR. Uwe Dittes dari SAP SE dalam materi kuliahnya mengenai Technical and Operational Solutions for Industry 4.0 in ERP.

15.2 PABRIK CERDAS BERAKSI

Dalam skenario ini, kita akan mempertimbangkan produksi varian sampo, dan bagaimana kita dapat membangun lini produksi untuk menghasilkan semua produk meskipun label, warna, dan parfumnya berbeda. Masalahnya tentu saja mesin harus mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan setiap produk yang melintasi lini produksi. Hanya dengan melakukan hal ini mereka dapat memutuskan tindakan yang sesuai untuk masing-masing entitas. Caranya adalah melalui identifikasi individu dan penyimpanan data melalui tag RFID pada produk itu sendiri. Dengan cara ini setiap produk mengetahui apa produknya, berapa umurnya, dan apa yang harus dilakukan pada tahap produksi selanjutnya. Ini mungkin juga membawa lebih banyak informasi seperti kondisi penyimpanan ide atau metode penanganan, yang bermanfaat tidak hanya untuk proses manufaktur tetapi juga seluruh siklus

hidup produk. Selanjutnya, mari kita lihat cara kerjanya dalam praktik di jalur manufaktur cerdas.

Untuk memulainya, pertimbangkan bagaimana berbagai botol sampo tersebut diproduksi pada jalur produksi Industri 3.0 tradisional. Hal ini memerlukan tiga sumber daya, satu pengontrol, dan satu sistem pengawasan. Gambar 14-2 menunjukkan tiga tingkat jalur produksi. Lapisan fisik paling bawah adalah sumber daya produksi, di atasnya adalah Sistem Eksekusi Manufaktur (MES), dan satu lapisan di atasnya adalah sistem Perencanaan Sumber Daya Perusahaan.

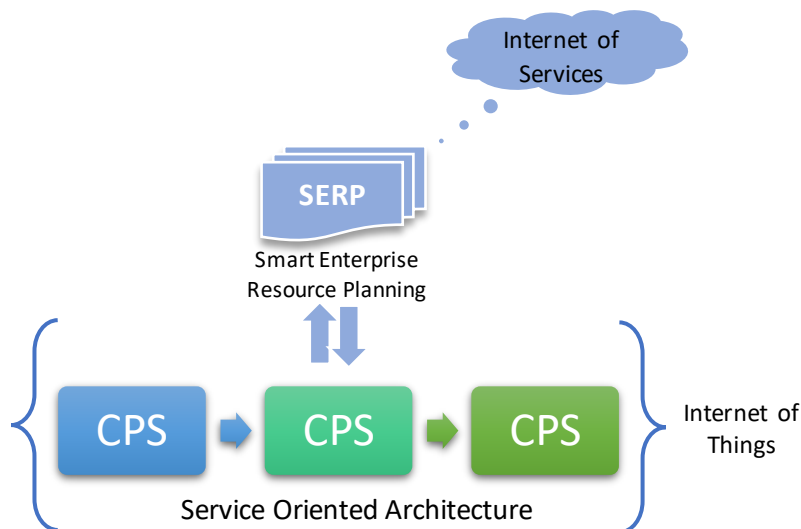


Gambar 15.2. Diagram lini produksi

Dari Gambar 15.2, kita dapat melihat tiga sumber daya produksi yang diperlukan untuk membuat produk sampo kita. Sumber daya pertama R1 membuat dan menyimpan bahan dasar. Sumber daya kedua R2 menerima cairan dasar dalam jumlah terkendali, yang dicampur dengan aditif warna, parfum, dan bahan kimia/nutrisi khusus varian. Resource R3 menerima campuran dari R2 dan mengisi botol yang sesuai. Sistem ERP mengontrol tingkat produksi dengan memantau pesanan penjualan yang dihasilkan oleh jaringan pengecer dan supermarket dan mengirimkan instruksi ke MES untuk memproduksi jumlah yang tepat untuk memenuhi pesanan. MES memulai produksi untuk memenuhi pesanan dan memberikan umpan balik status produksi ke sistem ERP. Produksi bekerja dengan cara ini di pabrik modern standar. Namun, hal ini bukannya tanpa kekurangan.

Pertimbangkan beberapa kelemahannya. Kelemahan pertama terletak pada lini produksi serial, dimana jika satu sumber daya gagal, maka seluruh lini produksi akan gagal. Kedua, kegagalan apa pun dalam ERP atau MES juga akan menghambat produksi. Perluasan atau konfigurasi ulang jalur produksi sulit dilakukan karena kesulitan antarmuka antara MES dan sumber daya, karena terdapat ratusan opsi antarmuka. Demikian pula, antarmuka dengan sistem ERP bisa menjadi rumit karena arsitekturnya yang monolitik. Ketiga, meskipun sangat diinginkan, tidak selalu mungkin untuk memperbarui sistem ERP secara real-time oleh MES

mengenai status produksi; misalnya jumlah botol yang diproduksi dan jumlah yang masih harus dijalankan untuk memenuhi pesanan. Industri 4.0 dapat memitigasi sebagian atau seluruh kelemahan ini. Cara kerja Industri 4.0 adalah sumber daya pada contoh sebelumnya digantikan oleh CPS, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14-3.



Gambar 15.3. Lini produksi yang direvisi dengan CPS

Apa yang terjadi di sini adalah dengan mengganti sumber daya dengan CPS, jalur serial yang ketat tidak lagi diperbaiki; itu menjadi fleksibel, karena CPS cerdas dan responsif. CPS memiliki sensor tertanam dan dapat berkomunikasi satu sama lain melalui tautan radio nirkabel, yang memungkinkan satu CPS mengambil alih tugas CPS yang gagal. Kemampuan CPS untuk mendiagnosis mandiri dan memeriksa status lini produksi dan kemudian mengambil tindakan kolaboratif yang tepat akan meningkatkan ketersediaan dan ketahanan. Selain itu, karena CPS berinteraksi satu sama lain secara langsung, CPS tidak memerlukan sistem MES sehingga menghilangkan potensi titik kegagalan lainnya. Lebih penting lagi, menghapus MES akan mengurangi masalah ketidakcocokan antarmuka dan konfigurasi ulang, yang merupakan masalah utama pada topologi sebelumnya.

CPS yang mandiri bukan satu-satunya entitas yang cerdas dan cerdas di lini produksi, produknya juga cerdas. Misalnya, botol sampo akan dilengkapi dengan tag RFID, yang mengidentifikasi merek dan variannya, dan status produksinya (riwayat produksinya hingga saat ini), serta tahap selanjutnya yang harus dilakukan agar botol tersebut dapat digunakan untuk menyelesaikan produksinya. Selain itu, kecerdasan produk melampaui jalur produksi, bahkan pabrik pintar, hingga ke gudang dan kemudian ke rantai pengecer. Selain itu, kecerdasan produk tetap aktif bahkan saat melayani pelanggan. Misalnya, pertimbangkan produk yang jauh lebih cerdas daripada botol sampo sederhana, seperti mesin traktor, selama masa kerja produktifnya, mesin cerdas dapat mendiagnosis sendiri dan memperingatkan pelanggan atau departemen layanan tentang status pemeliharannya dan bahkan memprediksi kegagalan suatu produk. komponen. Ini merupakan peralihan penting dari

perbaikan-perbaikan ke perbaikan-sebelum-kerusakan dan dapat sangat meningkatkan ketersediaan layanan dan waktu henti.

Dengan MES menjadi berlebihan dalam desain cerdas kami, sistem ERP kini menjadi ERP cerdas (SERP), dan berkomunikasi langsung dengan CPS untuk mengontrol produksi produk guna memenuhi buku pesanan. Dengan terhubung langsung, sistem SERP kini mempelajari status produksi, kesehatan CPS, dan data sensor real-time lainnya secara real-time. SERP mencapai hal ini dengan menggunakan database dalam memori untuk analisis streaming waktu nyata guna memungkinkan proses bisnis berjalan lebih cepat dan lebih baik. Maka lahirlah konsep pabrik pintar; ini adalah sistem yang fleksibel, tangkas, dan cerdas yang menjangkau melampaui CPS dan dinding pabrik hingga ke dalam produk, dan juga ke seluruh rantai nilai.

15.3 MENGAPA MANUFAKTUR CERDAS ITU PENTING

Menciptakan revolusi manufaktur ini memerlukan kolaborasi yang signifikan antara perusahaan, pemerintah, dan institusi akademis. Misalnya, di UE dan Amerika Serikat, mereka telah menyiapkan inisiatif untuk mendanai dan mendorong manufaktur cerdas. UE khususnya sedang berupaya melakukan re-industrialisasi dan menciptakan tingkat kesetaraan di antara kemampuan manufaktur yang sangat beragam di negara-negara anggotanya. Jerman dan Italia adalah negara industri modern yang telah mengembangkan program Industri 4.0 dengan baik. Sebaliknya, Inggris dan Perancis telah melakukan de-industrialisasi selama tiga dekade terakhir dan memerlukan upaya besar-besaran untuk melakukan kembali industrialisasi. Ironisnya, Perancis dan Inggrislah yang paling mungkin mendapatkan keuntungan dari pabrik pintar, karena mereka dapat mengembalikan produksi mereka ke dalam negeri dan kemudian menikmati penghematan besar dalam biaya dan efisiensi. Faktanya, Jerman kemungkinan besar tidak akan berkontribusi banyak terhadap target UE untuk meningkatkan efisiensi dan nilai tambah terhadap PDB, karena target tersebut sudah mendekati tingkat efisiensi optimal. Namun Inggris dan Perancis dapat memberikan kontribusi yang signifikan karena tingkat kinerja manufaktur mereka saat ini masih buruk dan oleh karena itu efisiensi manufaktur negara-negara tersebut sudah siap untuk ditingkatkan.

Dalam inisiatif global, konsorsium internet industri mensponsori sejumlah proyek kolaboratif perintis, yang disebut testbeds, yang berfokus pada berbagai langkah proses manufaktur. Misalnya, Infosys, bekerja sama dengan Bosh, PTC, dan Intel, berkolaborasi dalam upaya yang disebut pengujian efisiensi aset. Istilah efisiensi aset mengacu pada pengurangan limbah dan meningkatkan pemeliharaan dan waktu kerja setiap aset industri dalam operasi, pemeliharaan, layanan, informasi, dan energi. Proyek uji coba ini berfokus pada cara menggunakan data dari peralatan dan proses untuk memberikan informasi kepada teknisi pemeliharaan roda pendaratan pesawat sehingga mereka dapat memperkirakan dan memperbaiki potensi kegagalan.

Pemenang dan Pecundang?

Dengan penerapan Industri 4.0 atau Internet Industri dan perpindahan menuju manufaktur cerdas, rantai pasokan yang optimal, dan pabrik cerdas pada akhirnya akan ada

pihak yang diuntungkan dan dirugikan. Biasanya, negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan negara-negara anggota Eropa Barat akan mendapatkan manfaat lebih besar dari inisiatif manufaktur pintar dan pabrik pintar. Hal ini terutama dicapai melalui pengurangan biaya operasional, peningkatan efisiensi, dan peningkatan produktivitas. Demikian pula, perusahaan-perusahaan yang merupakan bagian dari ekosistem cerdas yang mengelilingi produsen-produsen ini juga akan mendapatkan keuntungan sebagai bagian dari hubungan simbiosis.

Selain itu, produsen di negara-negara dengan upah tinggi yang selama bertahun-tahun merasa hemat biaya untuk melakukan outsourcing manufaktur ke Tiongkok, India, Brasil, Rusia, atau ke negara-negara Eropa Timur kini dapat mengambil pendekatan yang berbeda. Industri 4.0 akan menjadikan manufaktur di negara-negara maju jauh lebih hemat biaya dan akan memitigasi keunggulan upah rendah dari para pesaing. Dengan semakin berkurangnya kepentingan upah terhadap biaya operasional secara keseluruhan, maka akan terjadi pembalikan tren outsourcing pada beberapa dekade terakhir. Negara-negara seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Perancis dapat mulai melakukan reindustrialisasi dan membawa pulang sebagian besar produksi yang mereka alihkan ke luar negeri.

Negara-negara berkembang dengan upah rendah yang menerima pekerjaan manufaktur dari negara-negara maju pasti akan mengalami kerugian dalam jangka pendek. Inilah sebabnya Tiongkok dan India menyadari pentingnya revolusi Industri 4.0 dan berkomitmen untuk melakukan perubahan melalui inisiatif “Made in China” dan “Made in India”. Negara-negara Amerika Selatan, Asia, dan Eropa Timur akan menyadari bahwa mereka juga perlu menyambut revolusi industri keempat karena perekonomian mereka, yang dibangun berdasarkan praktik industri 3.0, tidak akan lagi berkelanjutan, ketika keuntungan berubah rendah dihilangkan persamaannya.

Pabrik Cerdas di Dunia Nyata

Bagian terakhir membahas pengenalan pabrik pintar, termasuk apa itu pabrik pintar dan skenario produksi sederhana. Bagian ini membahas beberapa pabrik pintar canggih yang sudah memproduksi.

Pabrik Cemerlang GE

“Brilliant Factory” General Electric telah menggunakan teknologi IIoT di beberapa pabrik manufakturnya dan bertujuan untuk memperkenalkan teknologi pintar pada 400 pabrik manufaktur dan jasa milik General Electric. GE bertujuan untuk mengubah pabrik manufaktur tradisional mereka dengan menghubungkan tim perancang produk secara digital ke pabrik, mitra rantai pasokan lainnya, dan, pada akhirnya, ke operasional layanan. Selanjutnya, perusahaan bertujuan untuk membangun siklus berbagi data secara real-time yang berkelanjutan, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat, sehingga menghasilkan peningkatan produktivitas. Rangkaian digital yang ingin mereka ciptakan ini akan memungkinkan GE merancang, memproduksi, dan melayani produk mereka dengan lebih baik. Memang GE menargetkan KPI (indikator kinerja utama) sebesar 20% peningkatan waktu aktif dan peningkatan 10% secara keseluruhan.

Dari Aplikasi hingga Produksi

GE secara agresif melakukan lusinan uji coba, yang kini sedang berlangsung di pabrik manufaktur dan rantai pasokan mereka; misalnya, perusahaan sedang menguji berbagai tahapan proses di sepanjang rantai nilai. Sebagai contoh, GE baru-baru ini mengembangkan sebuah aplikasi untuk digunakan dalam bisnis mesin turbo perusahaannya. Aplikasi seluler menghubungkan rantai pabrik dengan bagian teknik, memungkinkan para insinyur memverifikasi bahwa pabrik dapat memproduksi produk virtual secara layak, yang masih dalam tahap desain. Cara kerjanya adalah ketika seorang desainer membuat konstruksi virtual suatu bagian, misalnya gambar CAD, aplikasi akan memberikan umpan balik secara real-time, seperti apakah benda tersebut dapat dibuat dan, jika tidak, fitur mana yang harus disesuaikan. Ketika uji coba berhasil, dan semua kendala telah teratasi, GE akan meluncurkan sistem cerdas di seluruh pabrik dengan persyaratan serupa.

Airbus: Alat Cerdas dan Aplikasi Cerdas

Contoh lain dari pabrik pintar di dunia nyata adalah pabrik pembuat pesawat terbang Airbus. Airbus bekerja sama dengan National Instruments untuk menciptakan apa yang mereka gambarkan sebagai pabrik masa depan. Fase pertama dari sistem cerdas menargetkan pengurangan kesalahan dan pemborosan waktu dan material, sebuah konsep manufaktur ramping. Penghematan dicapai dengan memberikan informasi “percakapan kotak peralatan” kepada pekerja secara real-time mengenai pekerjaan yang harus mereka selesaikan. Informasi kotak peralatan ini diberikan secara online sesuai permintaan ke perangkat seluler pekerja. Hal ini memastikan bahwa para pekerja mengetahui dengan tepat apa yang diperlukan dan bahwa mereka menggunakan alat yang benar, pada pengaturan yang tepat, dan mereka mengetahui secara pasti langkah-langkah apa yang harus mereka ambil pada waktu tertentu. Penggunaan teknologi pendidikan ini memiliki banyak kegunaan dalam pemeliharaan industri dan mengurangi biaya karena memiliki insinyur pemeliharaan yang sangat terampil dan berpengalaman di lokasi. Sebaliknya, tutorial augmented reality online yang bekerja sama dengan sensor pada alat pintar akan mengirimkan informasi melalui Wi-Fi kepada pekerja yang misalnya sedang mengarahkan kabel alat tenun di pesawat terbang, memberi tahu mereka ketika mereka berada dalam jarak beberapa milimeter dari perangkat. untuk disambungkan dan sambungan serta kabel yang tepat untuk dipasang.

Dalam skenario lain, yang umum terjadi di bidang manufaktur, dan sesuatu yang robot juga tidak bisa melakukannya dengan baik, alat pintar mendeteksi jumlah torsi yang digunakan, misalnya, untuk mengencangkan baut. Baut dan sekrup yang terlalu kencang atau terlalu longgar merupakan penyebab umum kegagalan material, namun dengan alat yang cerdas, hal ini akan memungkinkan pekerja menerapkan jumlah torsi yang tepat sekaligus memungkinkan teknisi menganalisis data, mendeteksi apakah tugasnya telah selesai. dilakukan dengan benar dan, jika perlu, mengambil tindakan.

15.4 PABRIK ELEKTRONIK AMBERG (EWA) SIEMENS

Dalam visi Industri 4.0, dunia manufaktur fisik dan virtual akan menyatu. Pabrik-pabrik kemudian akan mampu mengendalikan dan mengoptimalkan dirinya sendiri, karena produk-produk mereka akan berkomunikasi satu sama lain dan dengan sistem produksi untuk

mengoptimalkan proses manufaktur. Produk dan mesin akan berkomunikasi dan berkolaborasi untuk menentukan tidak hanya bagaimana suatu produk dirakit tetapi juga item mana yang jalur produksinya harus diselesaikan terlebih dahulu untuk memenuhi tenggat waktu pengiriman. Program komputer yang beroperasi secara independen yang dikenal sebagai agen perangkat lunak akan memantau setiap langkah dan memastikan bahwa peraturan produksi dipatuhi.

Visi Industri 4.0 mengenai pabrik pintar juga memperkirakan kemampuan untuk memproduksi produk unik secara menguntungkan, karena pabrik tersebut akan menghasilkan barang berkualitas dengan cepat, dan murah, dengan sedikit atau tanpa konfigurasi ulang lini produksi. Siemens adalah pemasok PLC terkemuka di dunia, dan fasilitas yang didirikan Siemens pada tahun 1989 ini memproduksi kontrol logika terprogram (PLC) Simatic.

Perangkat tersebut digunakan untuk mengotomatisasi mesin dan peralatan untuk menghemat waktu dan uang serta meningkatkan kualitas produk. Mereka mengendalikan lift ski dan sistem di atas kapal pesiar serta proses manufaktur industri di berbagai sektor mulai dari produksi mobil hingga farmasi. Amberg (EWA) adalah pabrik pameran perusahaan untuk sistem ini.

Cacat: Spesies yang Terancam Punah

EWA mempunyai statistik KPI yang cukup mencengangkan seperti kualitas produksi yang mencapai 99,99885%, dan ini merupakan tingkat cacat yang sangat rendah pada lini produksi. Selain itu, serangkaian stasiun pengujian mendeteksi beberapa cacat yang terjadi selama produksi. Untuk melihat angka-angka ini, kita harus memperhitungkan bahwa pabrik EWA memproduksi 12 juta produk Simatic per tahun. Dengan 230 hari kerja per tahun, berarti EWA memproduksi satu unit kendali setiap detiknya, dengan tingkat kecacatan sebesar 0,00115%.

Komputer yang Memproduksi Komputer

Tentu saja, dalam pabrik pintar, tujuannya selalu untuk memastikan bahwa sebagian besar produksi dilakukan secara otomatis dan hal ini terjadi di Amberg, dengan mesin dan komputer yang menangani 75% rantai nilai secara mandiri. Pekerjaan selebihnya dilakukan oleh manusia. Misalnya, semua tugas lini produksi diselesaikan oleh mesin otonom, yang digerakkan oleh pengontrol PLC. Hanya pada awal proses manufaktur segala sesuatu benar-benar ditangani oleh tangan manusia, dan inilah saat seorang karyawan menempatkan komponen awal (papan sirkuit kosong) ke dalam ban berjalan jalur produksi. Namun, sejak saat itu, semuanya berjalan secara otomatis dan mandiri. Fitur penting di sini adalah unit Simatic mengontrol produksi unit Simatic karena ini adalah tempat pameran PLC Siemens, sehingga PLC membuat PLC lain di jalur produksi. Di EWA, sekitar 1.000 PLC digunakan selama produksi, mulai dari awal proses produksi hingga titik pengiriman.

15.5 INDUSTRI 4.0 SEDANG BERAKSI

Jika kita melihat lebih dekat proses produksinya, kita melihat bahwa pada awalnya ban berjalan membawa papan sirkuit kosong ke printer, yang menggunakan proses fotolitografi untuk mengaplikasikan pasta solder bebas timah. Selanjutnya, kepala penempatan robotik

memasang komponen individual, seperti resistor, kapasitor, dan microchip, ke papan sirkuit. Di Amberg, jalur produksi tercepat dapat memasang 250.000 komponen per jam, sebuah proses yang dikendalikan oleh unit Simatic. Setelah penempatan dan penyolderan komponen selesai, ban berjalan membawa papan sirkuit cetak yang terisi untuk pengujian. Ketika PCB tiba di stasiun uji optik, kamera memeriksa posisi komponen elektronik untuk memastikan semuanya berada di tempat yang benar dan tidak ada komponen yang hilang. Secara bersamaan, mesin sinar-X memeriksa kualitas titik sambungan yang disolder untuk memverifikasi kualitas sambungan dan untuk mengidentifikasi sambungan kering atau sambungan buruk. Langkah selanjutnya adalah setiap papan sirkuit tercetak dipasang ke dalam housing dan kemudian diteruskan ke stasiun pengiriman.

Tahap terakhir adalah menguji ulang setiap produk dan kemudian mengirimkannya ke pusat pengiriman di Nuremberg. PLC yang diproduksi di Amberg dikirimkan ke lebih dari 60.000 pelanggan di seluruh dunia. Pelanggan terbesarnya adalah Tiongkok dan mereka membeli sekitar 20% PLC yang diproduksi; sisanya sebagian besar dijual ke pelanggan di Jerman, Amerika Serikat, dan Italia.

Manusia yang Bertanggung Jawab

Meskipun produksi di Amberg sangat otomatis, keputusanlah yang diambil oleh manusia. Misalnya, seorang teknisi elektronik mengawasi stasiun pengujian untuk papan sirkuit cetak yang padat, meskipun dia sendiri tidak menguji komponen dan sirkuit tersebut. Teknisi menggunakan komputer untuk memantau seluruh rantai nilai dari tempat kerja karena setiap papan sirkuit memiliki kode batang unik yang memungkinkannya berkomunikasi dengan mesin produksi. Lebih dari 1.000 pemindai mendokumentasikan seluruh langkah manufaktur secara real-time dan mencatat detail produk seperti suhu penyolderan, data penempatan, dan hasil pengujian. Kekayaan data spesifik produk tersedia untuk setiap PLC yang diproduksi di Amberg.

Sekitar 50 juta informasi proses dihasilkan setiap hari dan disimpan dalam sistem eksekusi manufaktur TI Simatic. Hal ini memungkinkan teknisi dan pemeriksa memantau dan mengamati siklus hidup setiap produk hingga ke detail terakhir. Meskipun prosesnya sangat otomatis, EWA tetap bergantung pada manusia untuk pengembangan dan desain produk, perencanaan produksi, dan penanganan insiden tak terduga. Hal ini sepertinya tidak akan berubah dalam waktu dekat, dan meskipun Amberg menjadi model untuk teknologi pabrik pintar, Amberg masih jauh dari pusat produksi lampu mati karena sekitar 300 orang bekerja per shift, dan EWA memiliki jumlah pekerja yang banyak, berjumlah sekitar 1.100 karyawan.

Pabrik Elektronik Amberg adalah contoh lanjutan dari Siemens Digital Enterprise Platform di mana produk mengontrol proses produksinya sendiri. Seperti yang telah kita lihat pada produk pintar, kode produknya memberi tahu mesin produksi persyaratan apa yang mereka miliki dan langkah produksi apa yang harus dilakukan selanjutnya. Sistem produk pintar ini menandai langkah awal menuju realisasi Industri 4.0.

Karyawan dengan Ide

Namun Siemens tidak bermaksud membangun pabrik tanpa pekerja. Mesin-mesin itu sendiri mungkin sangat efisien dalam menjalankan programnya, namun mereka tidak

memberikan ide mengenai produk apa yang harus dibuat atau mencari cara untuk memperbaiki sistem. Di EWA, saran perbaikan yang disarankan oleh karyawan menyumbang 40% peningkatan produktivitas tahunan. 60% sisanya merupakan hasil investasi infrastruktur, seperti pembelian jalur perakitan baru dan peningkatan inovatif peralatan logistik. Hal yang penting di sini adalah bahwa tampaknya karyawan jauh lebih baik daripada manajemen dalam menentukan apa yang berhasil atau tidak dalam operasi sehari-hari dan bagaimana proses dapat dioptimalkan. Pada tahun 2013, EWA mengadopsi 13.000 ide ini dan memberikan penghargaan kepada karyawan dengan pembayaran berjumlah sekitar Rp.10 juta.

Siemens Chengdu

Begitulah keberhasilan EWA di Jerman sehingga Siemens memutuskan pada tahun 2013 untuk membuka pusat produksi pintar baru di Tiongkok. Siemens Electronic Works Chengdu (SEWC) di Tiongkok Barat Daya dibuka pada bulan Februari 2013. Banyak bagian pabrik yang meniru mitra Amberg, dan pengontrol Simatic juga dibuat di sana karena Tiongkok adalah pasar PLC terbesar bagi Siemens. Membawa produk lebih dekat ke pelanggan juga menempatkan fokus pada Tiongkok, yang merupakan pasar terbesar di dunia untuk teknologi otomasi dan nomor dua setelah pasar Eropa untuk pengontrol logika yang dapat diprogram.

Menariknya, perangkat lunak dan urutan produksinya sama di Chengdu dan Amberg. Meskipun Amberg kini berusia lebih dari 25 tahun. Namun, meskipun area produksi tetap tidak berubah dan jumlah karyawan hampir tidak bertambah, pabrik tersebut kini memproduksi unit tujuh kali lebih banyak dibandingkan tahun 1989. Yang lebih penting, kualitas juga meningkat secara signifikan. Jika fasilitas produksi memiliki 500 cacat per juta (dpm) pada tahun 1989, kini hanya memiliki 12 cacat per juta.

Namun, SEWC masih dalam pengembangan dan saat ini tingkat otomasisasinya masih lebih rendah dibandingkan Amberg yang sebesar 75%. Selain itu, SEWC belum memiliki kapasitas untuk memproduksi produk serupa. Keunggulan SEWC dibandingkan Amberg Electronic Works adalah efisiensi energinya. Pabrik SEWC baru-baru ini menerima sertifikasi LEED (Kepemimpinan dalam Desain Energi & Lingkungan) di tingkat emas. Dibandingkan dengan bangunan serupa, pabrik ini menggunakan air sekitar 2.500 metrik ton lebih sedikit, melepaskan CO₂ sekitar 820 metrik ton lebih sedikit, dan menghemat biaya energi sekitar Rp.16.000 setiap tahun berkat teknologi bangunan pintar. Pabrik ini merupakan pabrik pertama di Chengdu yang menerima sertifikasi LEED Gold.

15.6 INDUSTRI 4.0: JALAN KE DEPAN

Manufaktur merupakan komponen penting dalam perekonomian baik di negara maju maupun berkembang. Namun, industri ini telah dan masih mengalami perubahan yang cepat, sehingga membawa peluang dan tantangan baru bagi para pemimpin bisnis dan pembuat kebijakan. Lihat Gambar 14-4.



Gambar 15.4. Layanan Internet baru dan model bisnis

Dekade ini merupakan dekade yang penuh gejolak bagi sektor manufaktur di kedua negara berkembang, sebagai akibat dari resesi parah yang menghambat permintaan. Di negara-negara maju, permintaan manufaktur, produktivitas, dan keuntungan merosot, yang menjadi katalis penurunan lapangan kerja dengan kecepatan yang semakin tinggi.

Meskipun terjadi resesi global, sektor manufaktur tetap penting bagi negara maju dan berkembang. Di negara-negara industri maju, manufaktur memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perekonomian serta jalan menuju budaya pertanian subsisten menuju peningkatan pendapatan dan standar hidup. Di negara-negara berkembang, sektor ini tetap menjadi sumber lapangan kerja yang penting, karena satu lapangan kerja yang tercipta di bidang manufaktur dapat menciptakan dua lapangan kerja dalam rantai pasokan. Selain itu, di negara-negara industri maju, nilai tambah mencapai sekitar 20% dari PDB, namun sektor manufaktur memberikan kontribusi yang tidak proporsional terhadap pertumbuhan suatu negara karena hal tersebut menginspirasi inovasi dan daya saing, dan hal ini mengarah pada sponsorship penelitian dan pengembangan, yang menguntungkan institusi akademis dan teknis. Memang benar, di Amerika Serikat, kontribusi sektor manufaktur terhadap PDB adalah sebesar 20%, namun kontribusinya sebesar 77% terhadap penelitian dan pengembangan sektor swasta. Manufaktur juga memberikan kontribusi besar terhadap ekspor dengan pangsa 70% dan pertumbuhan produktivitas sebesar 37%.

Di negara-negara berkembang, kita dapat melihat betapa pentingnya industrialisasi bagi perekonomian seiring dengan kenaikan upah dan peningkatan produktivitas. Namun, pada kisaran 20-30% PDB, peningkatan tajam dalam lapangan kerja, upah, dan produktivitas

relasional terhadap PDB tidak berubah sebelum turun tajam. Fenomena ini umumnya disebabkan oleh keyakinan bahwa ketika upah meningkat, maka industri jasa juga akan memberikan sarana bagi pekerja untuk membelanjakan gajinya. Oleh karena itu, industri jasa mendapat manfaat dari pertumbuhan ekonomi dan selanjutnya memainkan peran yang lebih besar dalam pertumbuhan ekonomi negara. Namun, hal ini menunjukkan bahwa manufaktur dan jasa merupakan dua kesatuan yang terpisah, padahal kenyataannya kita melihat manufaktur menciptakan dan mengonsumsi lebih banyak jasa, dari tahun ke tahun. Jasa-jasa ini, seperti logistik, periklanan, dan pemasaran, menambah jumlah waktu dan biaya produksi. Di Amerika Serikat misalnya, untuk setiap Rp.15.000 yang dibelanjakan pada sektor manufaktur diperlukan 16 sen untuk jasa. Selain itu, di beberapa manufaktur berteknologi tinggi, jumlah karyawan yang terlibat dalam peran non-manufaktur, seperti R&D, SDM, pendukung kantor, dan TI, merupakan sebagian besar karyawan.

Industri 4.0 sangat mementingkan layanan Internet, di mana produsen dapat menciptakan atau menggunakan layanan yang tersedia dalam rantai nilai mereka. Layanan-layanan ini, seperti pengendalian inventaris, logistik, dan transportasi cerdas, akan mengurangi biaya, meningkatkan efisiensi, dan pada akhirnya produktivitas. Tantangan penting bagi produsen adalah mendekati era manufaktur digital dengan cara yang lebih pragmatis. Tentu saja produsen yang terlibat dalam sektor padat karya seperti perhiasan, tekstil dan mainan, akan tetap berada pada jalur berupah rendah. Namun, perusahaan lain yang bergerak di jalur yang lebih otomatis harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti akses terhadap transportasi berbiaya rendah, wawasan konsumen, atau karyawan yang terampil. Perubahan dalam strategi dan metode produksi ini dapat menghasilkan jenis perusahaan manufaktur global yang baru. Perusahaan yang menggunakan jaringan rantai nilai yang memproduksi dan mengonsumsi jasa. Selain itu, perusahaan ini menggunakan “big data” dan analitik untuk merespons dengan cepat dan tegas terhadap perubahan kondisi global dalam wawasan pelanggan dan kondisi pasar. Selain itu, para pembuat kebijakan yang menyadari bahwa tujuan jangka panjang mereka untuk pertumbuhan, inovasi, dan ekspor dicapai melalui faktor-faktor teknis yang penting seperti investasi pada infrastruktur modern akan memimpin generasi produsen baru ini.

Namun, untuk mengadopsi dan memanfaatkan peluang besar dari Internet Industri dan Industri 4.0, dunia usaha harus melakukan beberapa perubahan radikal di setiap bidang bisnis mereka. Prasyarat pertama dan terpenting untuk mengadopsi IIoT atau Industri 4.0 adalah mentransformasikan bisnis agar dapat beroperasi dengan lancar di dunia digital.

BAB 16

TRANSFORMASI DIGITAL

Agar bisnis dapat beradaptasi dengan konsep Internet Industri, mereka perlu menyadari posisi perusahaan saat ini mengenai proses, prosedur, filosofi, strategi, dan teknologi terkini dalam kaitannya dengan tingkat adaptasi yang ingin mereka capai. Lalu ada permasalahan pelik mengenai cara sebenarnya untuk mencapai tujuan tersebut. Pertanyaan umum yang sering muncul adalah, “bagaimana kita bisa mencapai tujuan kita saat ini”?

Agar perusahaan dapat mengadopsi dan memanfaatkan peluang besar dari Internet Industri dan Industri 4.0, mereka harus melakukan beberapa perubahan radikal di setiap bidang bisnis mereka. Prasyarat pertama dan terpenting untuk mengadopsi strategi IIoT atau Industri 4.0 adalah mentransformasikan bisnis agar dapat beroperasi dengan lancar di dunia digital. Ada banyak pendekatan terhadap transformasi digital dalam bisnis, namun konsensus umum adalah pendekatan ini melibatkan penanganan tiga bidang utama pengalaman pelanggan, proses operasional, dan model bisnis.

16.1 PERJALANAN MENUJU DIGITAL

Konsep transformasi digital yang merupakan penggunaan teknologi untuk meningkatkan kinerja sama populernya dengan Internet Industri dan merupakan topik hangat yang menarik di C-suite, dan untuk alasan yang baik. Para eksekutif melihat industri di semua sektor mendapatkan manfaat dari digitalisasi dengan menggunakan teknologi digital terkini seperti analitik, mobilitas, media sosial, dan perangkat tertanam pintar.

Transformasi digital bersifat agnostik terhadap industri dan tentu saja tidak terbatas pada perusahaan rintisan (startup) teknologi, yang mungkin mendapat banyak sorotan media. Proyek transformasi digital yang sukses hadir di berbagai industri modern dan tradisional, mulai dari perbankan, media, hingga manufaktur. Meskipun transformasi digital dapat mempengaruhi semua industri, transformasi digital juga dapat melibatkan seluruh fungsi inti suatu bisnis, seperti strategi, proses, dan prosedur.

CapGemini, bersama dengan MIT Center for Digital Business, mencetuskan istilah transformasi digital. Mereka mengusulkan agar program transformasi digital yang efektif harus mempertimbangkan dengan cermat tidak hanya apa yang perlu didigitalkan, namun juga bagaimana hal tersebut dapat dicapai.

Beberapa poin penting dari usulan CapGemini adalah bisnis dan TI harus selaras dan bekerja sama untuk mencapai transformasi digital. Mereka melihat bahwa hubungan Bisnis/TI adalah kuncinya dan keduanya harus fokus pada tantangan dan tujuan akhir yang sama agar program ini berhasil. Hal ini sangat penting karena beberapa pendukung transformasi digital melihatnya sebagai inisiatif bisnis yang dapat dicapai dengan atau tanpa restu dan partisipasi TI.

Namun, hal ini merupakan jalan yang berbahaya untuk dilakukan, karena TI dalam bisnis apa pun harus selalu selaras dengan strategi bisnis. Oleh karena itu, sangat penting bagi TI untuk sepenuhnya melibatkan mitra dalam proyek, jika tidak hal ini pada akhirnya akan

menyebabkan terputusnya hubungan dan kesenjangan dalam program. Oleh karena itu, CapGemini merekomendasikan agar proyek ini disponsori dan diperjuangkan dari atas untuk memastikan dukungan dari semua departemen dan pemangku kepentingan. Transformasi digital adalah proyek yang sangat rumit untuk dikelola, karena menangani elemen-elemen inti bisnis, namun pelanggan, mitra, atau pesaing tidak akan menunggu perubahan terjadi. Perubahan perlu didorong dari atas.

CapGemini juga mengemukakan bahwa peluang transformasi digital ada di semua industri. Selain itu, terdapat peluang besar dalam hal efisiensi, produktivitas, dan pemberdayaan karyawan. Namun, untuk memanfaatkan peluang tersebut berarti intensitas manajemen transformasi di seluruh departemen, pemangku kepentingan, dan karyawan.

Lebih lanjut, McKinsey berpendapat bahwa transformasi digital dapat membentuk kembali setiap aspek perusahaan modern, dengan empat elemen inti:

- Konektivitas dengan pelanggan dan mitra
- Inovasi produk, model bisnis, dan proses
- Otomatisasi dengan menggantikan tenaga kerja dengan teknologi
- Pengambilan keputusan dengan memanfaatkan Big Data dan analisis tingkat lanjut

McKinsey mengusulkan untuk mendukung kegiatan dan tujuan inti ini, dengan siklus fungsi perbaikan berkelanjutan:

- *Pengalaman Pelanggan*—Mewujudkan pengalaman multi-saluran yang lancar, dan kapan pun, di mana pun kemampuan layanan
- *Inovasi Produk Dan Layanan*—Produk dan layanan digital baru serta kreasi bersama produk baru
- *Distribusi, Pemasaran, Dan Penjualan*—Menargetkan pengembalian investasi yang lebih tinggi melalui saluran pemasaran dan penjualan digital yang dioptimalkan
- *Pemenuhan Digital*—Bergantung pada proses dan penyediaan otomatis dari awal hingga akhir
- *Optimalisasi Risiko*—Berkonsentrasi pada kontrol otomatis yang tertanam dengan profil risiko serta meningkatkan wawasan pelanggan
- *Peningkatan Kendali Perusahaan*—Sistem manajemen dan dasbor manajemen yang lebih baik secara real-time, dengan integrasi yang lancar pada rantai nilai dan pasokan, termasuk pihak ketiga

Pertanyaan besarnya adalah bagaimana sebuah perusahaan beralih dari kondisinya saat ini ke kondisi yang diinginkan melalui program transformasi digital. Ada banyak peta jalan yang dapat diikuti oleh perusahaan dalam perjalanannya menuju transformasi digital. Namun, tidak ada satu peta jalan yang cocok untuk semua bisnis atau industri; motivasi, niat, sasaran, prioritas, anggaran, dan titik kesulitan setiap perusahaan berbeda-beda.

Selain itu, sebagian besar perusahaan belum siap untuk melakukan transformasi digital sepenuhnya dan mereka hanya ingin mendigitalkan area bisnis tertentu, seperti menangani pengalaman pelanggan atau proses penjualan dan pemasaran karena mereka dapat

memperoleh keuntungan lebih awal tanpa terlalu banyak risiko gangguan pada bisnis inti. . Permasalahan lain yang sudah lama ada, terutama dalam industri tradisional seperti manufaktur, adalah konsep silo fungsional dan kebutuhan untuk bekerja di seluruh bidang segregasi fungsional dan politik. Agar transformasi digital dapat berjalan, minimal harus ada, atau lebih baik lagi, tidak ada silo yang ada dalam bisnis. Sayangnya hal ini agak sulit dilakukan pada industri tradisional yang memiliki hierarki departemen. Misalnya, di bidang manufaktur, departemen produksi departemen yang menghasilkan uang dan merupakan satu-satunya alasan keberadaan perusahaan memiliki senioritas dibandingkan departemen pendukung seperti TI atau SDM. Meyakinkan departemen-departemen senior ini seperti manufaktur, teknik, logistik, keuangan, penjualan dan pemasaran untuk melepaskan sebagian status dan pengaruh mereka adalah hal yang penuh dengan masalah.

Idealnya, semua departemen harus bekerja sama demi kebaikan yang lebih besar dan saling belajar untuk meningkatkan produktivitas dan keuntungan. Namun, agar hal tersebut dapat diterapkan, CEO harus memahami potensi besar dari transformasi digital dan bagaimana hal tersebut akan berdampak pada setiap area bisnis karena hanya dia yang akan mampu melewati silo dan menciptakan bisnis yang ada di mana-mana. kebutuhan dan hubungan teknis yang diperlukan antara orang, proses, dan sistem.

Pengalaman Pelanggan

Pengalaman pelanggan, terkadang disebut pengalaman pengguna, meskipun tidak selalu sama, merupakan salah satu landasan dasar transformasi digital dan biasanya ditangani terlebih dahulu. Alasannya sederhana karena dapat memberikan hasil dengan cepat menggunakan peralatan yang ada atau dengan memanfaatkan media sosial pada layanan cloud.

Mengetahui Pelanggan

Media sosial telah menjadi sumber intelijen yang luar biasa bagi bisnis karena memungkinkan mereka menemukan apa yang menyebabkan ketidakpuasan pelanggan. Selain itu, beberapa perusahaan belajar, beberapa lebih cepat dibandingkan yang lain, untuk memanfaatkan media sosial dan berinteraksi dengan pelanggan/pengguna mereka secara langsung. Inti dari inisiatif ini adalah tujuannya untuk mengenal pelanggan lebih baik, mengetahui kesukaan, preferensi, dan ketidaksukaan mereka terhadap produk perusahaan atau sektor industri secara umum. Jika Anda dapat menentukan apa yang tidak disukai pelanggan mengenai cara industri dijalankan secara umum, ada kemungkinan untuk mencuri perhatian para pesaing. Lagi pula, sama seperti kelompok tertutup lainnya, perusahaan-perusahaan di sektor industri seringkali buta terhadap kekurangan mereka. Mereka mengira ini adalah cara yang selalu kami lakukan, begitu pula orang lain, jadi mereka tidak melihat alasan untuk berubah. Namun, mendapatkan kritik yang membangun dari pelanggan mungkin bermanfaat. Keuntungan dari hal ini adalah dalam industri penerbangan, sebelum munculnya maskapai penerbangan berbiaya rendah, pengalaman pelanggan sangat buruk, check-in lambat dan membosankan, begitu pula boarding dan biayanya tinggi. Namun begitu beberapa maskapai perintis memutuskan untuk memotong biaya, mereka harus yakin bahwa mereka akan mendapatkan cukup penumpang sehingga mereka mendengarkan keluhan hewan

peliharaan frequent flyer mereka, dan lihatlah mereka merevolusi tidak hanya struktur harga tetapi juga check-in, prosedur boarding, dan pemesanan penerbangan.

Titik Kontak Pelanggan

Salah satu kontribusi digital yang besar terhadap bisnis adalah peningkatan titik kontak pelanggan. Sebelum digitalisasi menjadi arus utama, pada tahun 2000an, perusahaan dapat dihubungi melalui telepon atau email. Saat ini, perusahaan memiliki klik untuk ngobrol atau menelepon untuk berkomunikasi dengan agen dukungan langsung di situs web mereka, atau mereka memiliki formulir online untuk membuka tiket layanan di situs mereka demi kenyamanan pelanggan. Teknologi lain mulai diterima, seperti panggilan video menggunakan WebRTC, yang memungkinkan pelanggan menghubungi pusat dukungan melalui browser menggunakan obrolan video. Hal ini terbukti penting ketika agen dukungan teknis perlu benar-benar melihat produk dan dapat membuat diagnosis kesalahan dan penyelesaian kesalahan lebih cepat.

Demikian pula, pertumbuhan besar-besaran dalam aplikasi seluler telah mendorong perusahaan untuk memproduksi aplikasi mereka sendiri, yang selanjutnya mengintegrasikan pelanggan dengan perusahaan dan memberikan lebih banyak informasi intelijen seperti lokasi. Aplikasi ini juga dapat digunakan untuk mengirim gambar atau video suatu produk ke pelanggan. Demikian pula pelanggan dapat mengirim media ke pusat dukungan untuk membantu teknisi dalam diagnosis.

16.2 TRANSFORMASI PROSES OPERASIONAL

Pengalaman pelanggan mungkin merupakan saluran pertama yang digunakan perusahaan untuk melakukan digitalisasi karena pentingnya hal tersebut dan relatif mudahnya penerapan teknologi baru. Namun, ketika para eksekutif ditanya tentang bidang yang paling sukses dan produktif untuk didigitalkan, mereka cenderung menyebutkan digitalisasi proses. Transformasi digital dalam proses operasional dapat memberikan manfaat yang sangat awal, kadang-kadang disebut dengan istilah memetik hasil yang rendah, sehingga hal ini merupakan bidang awal yang menarik untuk difokuskan.

Digitalisasi Proses

Manfaat digitalisasi proses meluas hingga ke seluruh rantai nilai, mulai dari pengembangan awal yang cepat dan pembuatan prototipe suatu produk, hingga jalur produksi otomatis serta pengendalian dan pengiriman stok yang efisien. Otomatisasi lini produksi memungkinkan pekerja dibebaskan untuk melakukan pekerjaan berulang yang tidak terlalu membosankan, seperti mengawasi proses otomatis dan menggunakan pengalaman produksi dan produk mereka dalam kapasitas kendali mutu.

Proses digitalisasi juga menghemat uang karena produk dan stok dibuat dan diisi ulang dengan lebih efisien menggunakan prosedur pengisian stok otomatis di ERP. Digitalisasi memfasilitasi berbagai penanganan stok dan pengendalian inventaris, seperti build-to-stock, build-to-order, atau engineer-to-order. Dengan beralih dari model build-to-stock ke model build-to-order yang jauh lebih hemat biaya dan efisien, hal ini dapat berdampak besar pada biaya aset inventaris, bahan baku, dan suku cadang.

Mobilitas Pekerja

Mobilitas adalah salah satu pendorong efisiensi dan produktivitas dalam dekade terakhir. Dengan ponsel pintar yang ada di mana-mana, karyawan kini bisa bergerak dan inisiatif seperti BYOD (bawa perangkat Anda sendiri) dan bahkan BYOC (bawa cloud Anda sendiri) telah memungkinkan karyawan untuk mobile dan bekerja dari mana saja dan kapan saja. Hal ini telah meningkatkan produktivitas dan inovasi secara signifikan. Demikian pula, PBX VoIP memungkinkan karyawan untuk bekerja dari mana saja karena panggilan dari sistem telepon perusahaan dapat dialihkan ke telepon mana pun secara mulus dan transparan ke pennelepon. Oleh karena itu, karyawan dapat menerima panggilan saat bepergian, di rumah, atau di dalam mobil, seolah-olah mereka sedang berada di meja kerja.

Sistem VoIP PBX juga terintegrasi secara mulus dengan Internet sehingga karyawan dapat berpartisipasi dalam panggilan video konferensi serta rapat dan presentasi jarak jauh. Selain itu, mereka dapat berkolaborasi dalam panggilan ini dengan berbagi desktop mereka dan menggunakannya sebagai papan tulis bersama, atau dengan menjalankan presentasi. Peluang untuk melakukan presentasi dan pengajaran jarak jauh sangat luas, sehingga perusahaan tidak hanya menghemat uang untuk perjalanan dan waktu yang terbuang, namun juga meningkatkan kolaborasi dan inovasi antar kelompok pakar yang tersebar.

Manajemen kinerja

Peningkatan kinerja dan efisiensi operasional merupakan hasil transformasi digital. Informasi digital yang dikumpulkan dan disajikan sebagai indikator kinerja dan KPI dalam format dashboard memungkinkan para eksekutif dan manajer untuk melihat secara tepat apa yang terjadi dalam bisnis secara real-time. Hal ini tidak mungkin dilakukan oleh sebagian besar organisasi satu dekade yang lalu karena beberapa organisasi masih bergantung pada laporan status departemen yang dihasilkan pada spreadsheet Excel atau perangkat lunak yang tidak terhubung.

Kemajuan dalam teknik integrasi sistem, seperti API (Application Programmable Interfaces) dan layanan web, dan khususnya munculnya SaaS (perangkat lunak sebagai layanan), telah sangat meningkatkan kemampuan untuk mengambil data laporan dari sistem yang berbeda. Hal ini memungkinkan bisnis untuk menyusun dan menyajikan data operasional dan manajemen baik sebagai dasbor atau sebagai masukan untuk proses lainnya.

Big Data dan analisis tingkat lanjut membawa konsep ini lebih jauh lagi, karena sebelumnya analisis tersebut didasarkan pada sejarah, dengan beberapa analisis tren yang tidak jelas. Namun, dalam lingkungan digital, perangkat lunak analisis data mengumpulkan dan menganalisis data secara real time. Hal ini memfasilitasi pembuatan analisis rencana hingga kinerja, yang memungkinkan manajemen memiliki visualisasi seluruh aset, proyek, unit bisnis, dan karyawan yang mereka kelola untuk melihat apakah mereka berkinerja sesuai harapan terhadap tujuan bisnis mereka. Analisis rencana hingga kinerja tidak hanya akan menyoroti status kinerja secara keseluruhan namun juga memberikan laporan penelusuran terperinci mengenai sub-proyek atau prosedur untuk membantu pemahaman mengapa status tersebut demikian adanya. Selain itu, dengan kemampuan analitik canggih dari Big Data, analisis data kini dapat bersifat historis, prediktif, dan preskriptif.

16.3 TRANSFORMASI MODEL BISNIS

Banyak eksekutif bisnis memiliki wawasan yang cukup mengenai bisnis mereka sendiri dan sektor industri sehingga mereka dapat beroperasi dengan sukses. Sebenarnya merupakan hal yang umum untuk memiliki manajer yang memiliki kesadaran diri yang cukup sehingga mereka memahami bahwa perubahan adalah hal yang penting jika bisnis ingin bertahan, apalagi bertumbuh. Namun, dengan transformasi digital dan Internet Industri, perusahaan dapat berubah dan beradaptasi dengan model bisnis baru yang inovatif.

Bisnis yang Dimodifikasi Secara Digital

Masalahnya adalah mengubah strategi bisnis dapat menimbulkan konsekuensi yang mengerikan. Ambil contoh bisnis solid yang diwujudkan melalui cara-cara tradisional. Contohnya adalah toko daging yang mengirimkan daging dan potongan daging sesuai permintaan setiap minggunya. Namun, tukang daging tersebut belajar tentang digitalisasi dan e-commerce dan, karena terkejut dengan kisah suksesnya, dia memutuskan untuk berhenti menjual secara lokal dan sebagai gantinya mendirikan pasar belanja online.

Anehnya, kita melihat kisah sukses yang menggelikan ini di media pada akhir tahun 1900-an ketika tukang daging lokal mengaku memproduksi dan menjual pai lokal, pasties, daging domba, dan bahan makanan lainnya dalam jumlah besar di Internet, terlepas dari kendala logistik dan produksi.

Namun, intinya adalah mengubah model bisnis tidak selalu merupakan ide yang baik, dan bahkan bisa menjadi saran yang sangat buruk. Model bisnis tukang daging saat ini tampaknya sukses, tradisional, dan diterima dengan baik, lalu mengapa dia ingin mengubahnya?

Untuk memahami hal ini, mari kita lihat bagaimana masalah bisa terjadi.

Bisnis Digital Baru

Untuk menciptakan bisnis baru atau mengembangkan ide baru, Anda memerlukan inovasi dan imajinasi, ketekunan, dan dedikasi yang luar biasa. Dalam kasus tukang daging yang memulai bisnis online, dia perlu memastikan bahwa basis pelanggannya saat ini akan mengikutinya dan bersikap positif terhadap perubahan arah. Lagi pula, pelanggan tukang daging mungkin berdagang dengannya karena metode tradisionalnya, karena mungkin mereka juga belum terdigitalisasi, atau bahkan memiliki kemampuan di masa depan. Tidak dapat dipungkiri bahwa penjual daging akan kehilangan lebih banyak pelanggan dibandingkan keuntungan yang diperolehnya melalui transformasi digital secara menyeluruh. Akan jauh lebih baik bagi tukang daging untuk menjalankan bisnis tradisional secara paralel dengan inisiatif bisnis digital baru, setidaknya sampai ia dapat memperoleh pengalaman dalam nuansa pemasaran online dengan menghabiskan waktu dan energi untuk membangun identitas, basis pelanggan baru, dan lini produk. cocok untuk trading di dunia online.

Masalahnya tentu saja menjadi lebih besar ketika Anda meluncurkan produk atau layanan baru dan terutama ketika meluncurkan bisnis baru atau memasuki pasar digital baru. Masalahnya adalah tidak mudah untuk memprediksi bagaimana reaksi pelanggan dan sebuah perusahaan startup pasti akan kesulitan untuk mencapai tujuan dan manfaatnya sejak awal sampai mereka membangun identitas dan reputasi. Oleh karena itu, tidak selalu pintar

mengubah model bisnis atau teknologi hanya demi kepentingan saja. Mari kita lihat salah satu skenario dunia nyata sebagai contoh.

Sebuah perusahaan teknologi yang berstatus unicorn dengan nilai \$2,8 miliar sebagai sebuah startup, gagal memenuhi ekspektasi dan setelah beberapa tahun berkembang, tidak pernah berdagang, jatuh dan bangkrut. Pergantian peristiwa ini terjadi hanya karena perusahaan gagal menghasilkan produk yang konsisten. Perusahaan ini terlibat dalam pembayaran seluler dan memiliki konsep yang hebat, perangkat keras yang masuk akal, dan ceruk pasar yang besar untuk diisi dalam telepon seluler yang menerima pembayaran kartu kredit. Namun, perusahaan yang pernah mengklaim bahwa mereka akan lebih besar dari Google dan Alibaba bangkrut hanya karena tidak memiliki produk yang stabil karena terus beralih ke teknologi terkini perusahaan tidak pernah puas dengan teknologi yang digunakannya. Namun masalahnya bukan pada peningkatan teknologinya, melainkan setiap kali perusahaan harus melakukan kampanye pemasaran dan periklanan massal untuk mendorong teknologi baru ini, sehingga kehilangan lebih banyak pelanggan potensial dibandingkan perolehan mereka selama ini.

Namun, tetap masuk akal untuk mencari alternatif dan pilihan bisnis lainnya dan itulah yang membuat bisnis digital begitu populer. Dengan menganalisis data dan angka kinerja, perusahaan dapat memastikan angka dan tren potensial yang sebenarnya, dan dengan demikian memperoleh analisis tren yang dapat diandalkan.

Globalisasi Digital

Inti dari digitalisasi adalah industri industri dan Industri 4.0 dapat menjangkau jaringan global. Efek globalnya, yaitu rasa kolaborasi dan membangun tim lintas batas, membuat IoT dapat bertahan. Bayangkan sejenak bagaimana industri bisa menjadi layak jika setiap divisi industri melakukan hal mereka sendiri.

Jika kita menganggap bahwa industri bergantung pada analisis, prosedur, dan proses manufaktur yang sebenarnya, kita dapat mengatakan bahwa tujuan-tujuan ini akan menghasilkan produk akhir. Namun, tidak selalu demikian. Jika kita menganalisis data, kita dapat melihat bahwa proses dari data menjadi informasi, dan kemudian menjadi pengetahuan, terkadang tidak jelas. Inilah sebabnya kita harus mempertimbangkan pengumpulan data di seluruh lingkungan global yang luas untuk mengumpulkan dan kemudian menggunakan data lake tersebut sebagai kumpulan analisis. Semakin besar data lake, semakin besar kemungkinan analisis kita. Untuk memenuhi penerimaan data global, kita harus menerima bahwa kumpulan data global tidak hanya dapat dipercaya tetapi juga penting untuk memperoleh informasi dan pengetahuan.

16.4 MENINGKATKAN EFISIENSI OPERASIONAL

Konsultan sering kali menekankan bahwa tujuan utama Internet Industri atau Industri 4.0 adalah meningkatkan efisiensi operasional industri. Namun, hal tersebut hanya sebagian benarnya. Proyek industri dan bisnis ditargetkan untuk memberikan efisiensi, otomatisasi, dan keuntungan di seluruh rantai pasokan. Namun, mereka benar jika menekankan pentingnya

efisiensi operasional karena hal ini sangat penting bagi semua bisnis dan Industri 4.0 akan meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keterlibatan pelanggan.

Gabungkan OT dengan IT

Masalah terbesar dalam menggabungkan OT (teknologi operasional) dengan TI (Teknologi Informasi) adalah keduanya memiliki tujuan dan aspirasi yang sangat berbeda. Ini sebenarnya mirip dengan menggabungkan operasi dan pengembangan ke dalam devops. Pada kenyataannya, OT adalah tentang manufaktur dan pekerja serta teknisi OT telah berevolusi melalui pola pikir yang berbeda. Pekerja lembur berasal dari angkatan kerja industri, yang mana pekerjaannya berorientasi pada tenaga kerja dan berharap bahwa pekerjaan yang mereka lakukan sangat penting dalam pembuatan suatu produk. Staf TO bekerja keras dalam kondisi sulit dan mereka bekerja untuk memenuhi target produksi serta bekerja sama dengan tenaga kerja pabrik sebagai bagian dari tim. TI, di sisi lain, jauh lebih cocok untuk perusahaan dan bisnis dan mereka menggunakan keahlian mereka untuk memandu departemen lain, untuk menggunakan metode dan teknologi yang efisien dan produktif. TI cenderung memimpin dibandingkan berkolaborasi dan hal ini dapat menyebabkan stres, namun bagaimanapun juga, integrasi TE dan TI sangat penting bagi bisnis. Oleh karena itu, penting untuk terlebih dahulu merencanakan konvergensi PL dan TI dengan tahap awal pra-konvergensi. Selama tahap pra-konvergensi ini, penting untuk menggunakan standar yang dapat diterima secara internasional dan mengidentifikasi strategi perusahaan sehingga ada keselarasan yang direncanakan.

Setelah TI dan bisnis menyepakati strategi konvergensi, proses konvergensi TE dan TI yang sebenarnya dapat dimulai. Konvergensi akan dianggap selesai pada tahap tujuan dan pencapaian tertentu yang telah dicapai. Hal ini biasanya mengarah pada infrastruktur terkonvergensi di mana setiap perangkat memiliki alamat IP dan berada di bawah sistem manajemen jaringan terpusat. Ketika semua perangkat dalam jaringan berada di bawah pengelolaan bersama antara PL dan TI, terdapat ruang untuk kolaborasi dalam pengembangan dan pemeliharaan.

Langkah selanjutnya setelah konvergensi adalah penyelarasan. Kami telah menyentuh hal ini sebelumnya. Penyelarasan TI dengan bisnis adalah praktik terbaik dan TI harus memastikan bahwa strategi dan taktiknya selaras dengan strategi bisnis perusahaan. Kita dapat menganggap perusahaan selaras pada tingkat teknik dan teknis ketika perangkat dan sistem dapat diakses dari jarak jauh melalui Internet. Selain itu, sangat ideal jika teknik dan TI berkolaborasi untuk memetakan semua aplikasi dan sumber informasi, seperti database yang berbeda. Selain itu, praktik terbaik bagi TI adalah mengintegrasikan semua aplikasi, sistem, dan sumber data dengan sistem manajemen identitas dan akses umum di seluruh perusahaan.

Langkah terakhir adalah membangun penyelarasan sistem dengan mengintegrasikan semuanya ke dalam satu arsitektur yang direncanakan. Pada tahap inilah perusahaan menyadari penghematan biaya, efisiensi operasional, dan keunggulan kompetitif. Poin utamanya adalah ketika menggabungkan departemen Sistem Operasi dan TI, manajemen harus merencanakan setiap tahap dengan cermat sebelum mengambil tindakan; ini adalah sesuatu yang menurut PL lebih alami daripada TI yang lebih oportunistik.

16.5 TINGKATKAN PRODUKTIVITAS MELALUI OTOMATISASI

Bagian penting dari otomatisasi di bidang manufaktur adalah menghilangkan tindakan atau interaksi manusia apa pun dari proses produksi jika memungkinkan. Prasyarat untuk mencapai tujuan ini adalah pengontrol proses pada sistem, mesin, dan peralatan dapat menetapkan tugas pemrosesan. Hal ini disebut M2M, komunikasi mesin-ke-mesin, dan dalam konteks interaksi manusia-mesin, ini merupakan komponen penting dari pabrik pintar karena membentuk sistem cyber-fisik. CPS berkomunikasi melalui Internet dan, melalui Internet of Things dan layanan, menghasilkan model pabrik baru dan meningkatkan efektivitas peralatan secara keseluruhan (OEE). Namun, M2M tidak hanya terjadi dalam proses industri saja, karena M2M ada dimana-mana dalam banyak proses bisnis dan dalam setiap proses dimana perangkat pintar berjejaring mempunyai peran dalam rantai proses.

Jaringan benda-benda digital ini juga akan memberikan keuntungan besar bagi perusahaan telekomunikasi dan penyedia layanan Internet yang harus menyediakan transportasi lalu lintas antar perangkat. Memang benar, perusahaan telekomunikasi memperkirakan peningkatan besar dalam jumlah SIMS dan modem data yang terintegrasi ke dalam berbagai perangkat jarak jauh, seperti mesin penjual otomatis, mobil yang terhubung, truk untuk manajemen armada, meter pintar, dan bahkan peralatan pemantauan kesehatan jarak jauh, pada tahun 2020.

Otomatisasi adalah jalan ke depan dan, seperti yang baru saja kita lihat, otomatisasi sangat bergantung pada M2M yang efektif dalam rantai proses. M2M harus berperan besar dalam konvergensi bisnis dan proses transformasi digital, karena tidak hanya meningkatkan produktivitas melalui efektivitas peralatan secara keseluruhan namun juga memungkinkan terciptanya model bisnis baru dan inovatif.

16.6 MENGEMBANGKAN MODEL BISNIS BARU

Perusahaan industri menciptakan model bisnisnya berdasarkan strategi bersaing, yang melibatkan diferensiasi bisnis, kepemimpinan biaya, dan fokus. Di sebagian besar industri, khususnya manufaktur, strategi ini masih berlaku. Namun, dengan munculnya digitalisasi dan konektivitas, muncullah cara-cara baru dalam melihat strategi tradisional yang baik dalam menciptakan dan menangkap nilai.

Ketika manajemen mengalihkan fokus mereka ke arah digitalisasi dan mungkin evolusi lebih lanjut menuju Industri 4.0, mereka harus menyadari besarnya peluang inovasi dalam kaitannya dengan penciptaan nilai dan penangkapan nilai. Layanan dan teknik berbasis cloud telah meningkatkan potensi penciptaan dan perolehan nilai hingga ke tingkat tertentu sehingga model bisnis yang ada memerlukan pemikiran ulang.

Inti dari model atau strategi bisnis perusahaan mana pun adalah penciptaan nilai, karena itulah satu-satunya alasan keberadaan sebagian besar bisnis. Penciptaan nilai adalah tentang meningkatkan nilai penawaran perusahaan produk atau layanan yang mendorong pelanggan untuk membayar atau memanfaatkannya dengan cara yang bermanfaat bagi bisnis. Dalam bidang manufaktur dan bisnis yang berfokus pada produk, menciptakan nilai secara historis berarti menghasilkan produk yang lebih baik dengan lebih banyak fitur dibandingkan

produk pesaing. Hal ini mengharuskan bisnis mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang bertahan lama dan memenuhinya melalui solusi yang dirancang dengan baik. Tentu saja, bisnis lain akan berusaha untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang sama sehingga persaingan akan terjadi berdasarkan fitur, kualitas, dan harga. Sasaran strategisnya adalah menciptakan dan menjual produk dengan harapan bahwa ketika produk tersebut sudah usang, pelanggan akan membeli produk penggantinya.

Namun, Internet Industri telah menghadirkan peluang untuk merevolusi cara bisnis membuat dan menjual produk. Tidak ada lagi alasan untuk siklus hidup produk yang hanya berlangsung satu kali, karena produsen dapat melacak perilaku pelanggan dan menawarkan pembaruan melalui udara, fitur baru, dan fungsionalitas di sepanjang siklus hidup produk. Selain itu, produk tidak lagi terisolasi. Dengan munculnya Internet of Things, konektivitas menjadi raja dan produk dapat berinteraksi dengan produk lain. Konektivitas menghasilkan wawasan dan produk baru melalui analitik, yang meningkatkan perkiraan, optimalisasi proses, dukungan siklus hidup produk, dan pengalaman pelanggan yang lebih baik.

Akibatnya, model bisnis modern berfokus pada pelanggan, dengan menciptakan nilai pengalaman. Internet of Things memfasilitasi bisnis untuk melihat pengalaman pelanggan dengan cara baru, mulai dari cara mereka pertama kali melihat produk, cara mereka menggunakannya, dan apa hubungannya dan pada akhirnya mempelajari apa lagi yang bisa dilakukan produk atau layanan atau fitur apa yang bisa merevitalisasi produk tersebut. Selain itu, menghasilkan uang dari produk tidak lagi terbatas pada penjualan awal, karena kini terdapat potensi sumber pendapatan lain seperti layanan bernilai tambah, langganan, dan aplikasi.

Mirip dengan penciptaan nilai, cara bisnis menangkap nilai telah berubah dengan munculnya layanan cloud, yang mengarah pada monetisasi nilai pelanggan. Secara tradisional, di sebagian besar bisnis yang berorientasi pada produk, penangkapan nilai hanyalah tentang menetapkan harga yang tepat untuk memaksimalkan keuntungan dari penjualan produk yang terpisah. Tentu saja, ini merupakan pandangan yang sederhana, karena sebagian besar perusahaan mengeluarkan banyak energi dan kreativitas untuk menyajikan dan memasarkan produk mereka serta mencari pembeda utama dari pesaing.

Namun, dunia usaha kini dapat memaksimalkan margin dan memanfaatkan kompetensi inti mereka untuk membawa produk ke pasar. Selain itu, mereka dapat melakukan hal ini sambil mengendalikan poin-poin penting dalam rantai nilai, seperti biaya komoditas, kekuatan merek, atau paten. Mereka juga dapat menambahkan personalisasi dan konteks untuk mengunci pelanggan, yang menghasilkan pendapatan berulang.

16.7 MENGADOPSI ARSITEKTUR DAN TEKNOLOGI CERDAS

Inovasi sangat penting dalam mengembangkan model dan peluang bisnis baru. Namun agar perusahaan dapat sepenuhnya memanfaatkan peluang ini, mereka harus menguasai tiga kompetensi inti komputasi berbasis sensor, analisis industri, dan aplikasi mesin cerdas.

Komputasi Berbasis Sensor

Komputasi yang digerakkan oleh sensor adalah dasar dari Internet Industri karena sensor menyediakan koneksi antara dunia analog lingkungan kita seperti suhu, tegangan, kelembapan, dan tekanan dan dunia digital komputer. Sensor memberikan objek persepsi tentang keadaan dan lingkungannya, dan menyediakan data yang diperlukan oleh sistem untuk mendapatkan wawasan tentang proses industri. Sensor hanya menyediakan data mentah untuk mendapatkan wawasan dan analisis yang dapat ditindaklanjuti.

Analisis Industri

Analisis industri mengubah data lingkungan mentah yang dikumpulkan dari ribuan sensor menjadi wawasan dan pengetahuan yang dapat dipahami manusia. Analisis, secara tradisional, karena keterbatasan teknologi, berfokus pada data historis, seperti laporan penjualan bulanan. Namun, dengan munculnya komputasi awan dan penyimpanan data massal, analisis tingkat lanjut telah tersedia secara komersial untuk semua orang. Analisis tingkat lanjut kini menyediakan data analitik historis, diagnostik, prediktif, dan bahkan proskriptif bagi industri. Algoritme analitik canggih ini memberikan wawasan tidak hanya tentang apa yang telah terjadi, namun juga mengapa hal itu terjadi, kapan hal itu mungkin terjadi lagi, dan apa yang dapat Anda lakukan untuk mengatasinya.

Aplikasi Mesin Cerdas

Analisis sangat penting dalam skenario industri karena memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti yang memfasilitasi kontrol proses yang cerdas dan pengambilan keputusan yang proaktif. Namun, untuk memanfaatkan manfaat proaktif dari analisis prediktif memerlukan mesin yang cerdas, mesin yang tidak hanya bersifat mekanis tetapi juga memiliki kecerdasan bawaan. Mesin pintar ini akan memiliki kesadaran diri, bukan dalam istilah filosofis, namun kesadaran akan keadaan mereka sendiri dan proses mereka saat ini melalui diagnosis diri. Kemampuan untuk memprediksi kejadian sehubungan dengan kegagalan komponen memberikan metode untuk beralih dari perbaikan-perbaikan ke perbaikan-sebelum-kegagalan, yang mempunyai manfaat ekonomi besar bagi industri. Namun, manfaat nyata dari memiliki mesin cerdas adalah mesin tersebut dapat berintegrasi dan berkolaborasi satu sama lain di seluruh domain. Hal ini memungkinkan pengembang untuk menggunakan inovasi saat membuat aplikasi cerdas.

Untuk mendapatkan manfaat optimal dari teknologi cerdas yang terhubung memerlukan pemikiran ulang strategis, kesadaran teknis, dan inovasi. Namun, semua kreativitas tersebut harus didasarkan pada arsitektur dan infrastruktur teknis yang kuat, sehingga memerlukan platform IIoT. Platform Internet Industri masih berada pada tingkat ketidakdewasaan sehingga masih terdapat kesenjangan dalam interoperabilitas dan berbagi informasi. Saat ini, hal ini merupakan tantangan teknis utama bagi bisnis yang menginginkan peta jalan menuju Internet Industri.

Transformasikan Tenaga Kerja

Pada tahun 70an, terdapat kekhawatiran besar di kalangan pemimpin bisnis bahwa otomatisasi jalur produksi dengan robot akan menggantikan pekerjaan yang dilakukan oleh manusia dan secara efektif menjadikan pekerjaan tersebut mubazir. Masalahnya adalah

bahwa karyawan adalah jantung dan jiwa dari sebuah perusahaan, kecuali tentu saja Anda mengoperasikan fasilitas manufaktur yang mati lampu. Pada saat itu, para CEO menyatakan bahwa pengurangan tenaga kerja padat karya dari pekerjaan yang membosankan, kotor, membosankan, atau berbahaya akan bermanfaat bagi karyawan dan bisnis. Para pemimpin bisnis ini berhasil meyakinkan diri mereka sendiri bahwa inisiatif otomatisasi adalah hal yang manusiawi dan ekonomis. Selain itu, ini merupakan cara yang efisien untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi sekaligus mengurangi biaya dan meningkatkan bonus. Tidak mengherankan jika serikat pekerja dan mereka yang pekerjaan dan mata pencahariannya terancam sangat menolak strategi ini, dan menunjukkan bahwa bukan hanya mereka saja yang terkena risiko.

Meskipun mungkin menarik bagi para CEO pada saat itu untuk mengurangi beban kerja dan biaya operasional serta melepas pekerja berketerampilan rendah, sambil berinvestasi pada generalis IT yang terampil yang dapat melakukan berbagai tugas, premis tersebut memiliki kelemahan.

Paul Krugman, pada tahun 1996, membayangkan sebuah skenario di mana:

“Teknologi informasi pada akhirnya akan mengurangi, bukan meningkatkan, permintaan akan pekerja yang berpendidikan tinggi, karena sebagian besar pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja yang berpendidikan tinggi sebenarnya dapat digantikan oleh pemrosesan informasi yang canggih bahkan, lebih mudah digantikan dibandingkan dengan banyak pekerjaan manual.”

Perkataan Paul Krugman terbukti sangat bermakna karena kita sekarang melihat otomasi menggantikan tidak hanya pekerja lepas namun juga pekerja berketerampilan tinggi di mana kekuatan pasar telah melihat pekerjaan-pekerjaan terampil digantikan oleh perangkat lunak. Karir dalam pengembangan perangkat lunak dan pemrograman pernah dipromosikan oleh universitas dan perguruan tinggi sebagai pekerjaan masa depan, bahkan pada tahun 2012, ketika mereka kini berada di barisan terdepan dalam antrean otomasi.

Adalah sebuah kebenaran yang tidak dapat diubah bahwa jumlah tenaga kerja akan berkurang, namun dunia usaha juga harus melakukan transformasi untuk memenuhi persyaratan era keterhubungan digital. Bisnis akan membutuhkan analis bisnis, ahli strategi, ilmuwan data, dan mereka yang ahli dalam mengembangkan algoritma yang sesuai dengan strategi perusahaan. Mengumpulkan data operasional dalam jumlah besar adalah satu hal, tetapi jika Anda tidak dapat mengartikulasikan pertanyaan yang benar dan memahami jawaban yang diberikan, maka hal itu tidak ada gunanya. Oleh karena itu, pengurangan jumlah pekerja manual berupah rendah akan bermanfaat secara operasional dalam jangka pendek, namun manfaat jangka pendek akan tertutupi oleh biaya perekrutan tenaga ahli seiring dengan transformasi perusahaan ke era digital.

16.8 EKOSISTEM INOVASI DALAM TRANSFORMASI SOSIAL

Seiring dengan permasalahan sosial di dalam dan luar negeri yang semakin kompleks dan beragam, Pemerintah Jepang mengejar visi Society 5.0, yaitu masyarakat super cerdas yang menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian masalah sosial dan di mana semua orang dapat hidup nyaman. Sementara itu, PBB telah menganjurkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) untuk mengatasi tantangan global dan menyerukan industri untuk berkontribusi terhadap SDGs melalui kegiatan bisnis. Bagaimana upaya penelitian dan pengembangan yang dilakukan universitas dan dunia usaha dapat memicu inovasi dan mempercepat laju transformasi sosial? Pertanyaan ini dibahas dalam dialog berikutnya antara Makoto Gonokami dari Universitas Tokyo dan Hiroaki Nakanishi dari Hitachi, keduanya anggota Dewan Strategi Pertumbuhan.

Ketika permasalahan sosial di dalam dan luar negeri semakin kompleks dan beragam, Pemerintah Jepang mengejar visi Society 5.0, yaitu masyarakat super cerdas yang menyeimbangkan kemajuan ekonomi dengan penyelesaian permasalahan sosial dan di mana semua orang dapat hidup nyaman. Sementara itu, PBB telah menganjurkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) untuk mengatasi tantangan global dan menyerukan industri untuk berkontribusi terhadap SDGs melalui kegiatan bisnis.

Bagaimana upaya penelitian dan pengembangan yang dilakukan universitas dan dunia usaha dapat memicu inovasi dan mempercepat laju transformasi sosial? Pertanyaan ini dibahas dalam dialog berikut antara Makoto Gonokami dari Universitas Tokyo dan Hiroaki Nakanishi dari Hitachi, keduanya anggota Dewan Strategi Pertumbuhan.

16.9 SOCIETY 5.0 ADALAH TENTANG TUJUAN BERSAMA

Masyarakat Nakanishi saat ini menghadapi banyak sekali permasalahan, dan terdapat dorongan yang semakin besar untuk melakukan reformasi sosial yang diperlukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Situasi ini tercermin dalam Rencana Dasar Sains dan Teknologi ke-5, yang disetujui oleh Kabinet pada tanggal 22 Januari 2016. Dengan tema utama “transformasi industri dan sosial di masa depan,” Rencana tersebut menguraikan komitmen kuat terhadap “Society 5.0,” sebuah visi yang menyerukan penelitian dan pengembangan yang lebih efektif untuk merangsang inovasi disruptif, dan menyerukan Jepang untuk memimpin dunia dalam menerapkan masyarakat supersmart. Anda dan saya terlibat dalam penyusunan rencana ini sebagai anggota Dewan Sains, Teknologi, dan Inovasi. Bolehkah saya meminta Anda untuk merangkum bagaimana Anda mendefinisikan Society 5.0 dan apa yang Anda lihat sebagai konteks di baliknya?

Gonokami Saat kami menyusun Rencana Dasar Sains dan Teknologi ke-5 adalah saat meningkatnya ekspektasi terhadap revolusi digital yang dipimpin oleh IoT. Setelah merefleksikan hasil dari Rencana Dasar ke-4, kami memutuskan bahwa “Society 5.0” harus menjadi istilah kunci untuk merangkum visi masa depan kami, yang mengungkapkan gagasan untuk membawa masyarakat secara keseluruhan ke tempat yang baru.

Anda dan saya kemudian bekerja untuk menyempurnakan ide-ide mengenai Society 5.0 sebagai anggota Dewan Strategi Pertumbuhan, yang didirikan di Markas Besar Revitalisasi

Perekonomian Jepang pada bulan September 2016. Kami segera menyadari bahwa revolusi digital akan melibatkan transformasi disruptif dalam perekonomian. Semua sistem industri dan sosial. Fenomena ini bisa disebut super-smartifikasi situasi di mana penggunaan Big Data dan proses-proses penghasil nilai baru lainnya menyebabkan perubahan besar dalam tatanan masyarakat.

Kami menyadari bahwa kita tidak boleh duduk diam dan menyaksikan teknologi mengubah masyarakat. Sebaliknya, kita harus secara aktif memanfaatkan peluang dan memimpin prosesnya. Transformasi sosial adalah tugas yang mendesak. Hal ini terutama berlaku dalam kasus populasi yang menyusut dan menua, sebuah masalah yang harus kita atasi dalam waktu beberapa tahun. Kami melihat situasi ini sebagai peluang untuk bertindak. Kami tahu bahwa kami hanya bisa mengatasi masalah ini melalui solusi yang mengubah keadaan. Untuk mencapai tujuan ini, kita perlu mengembangkan teknologi dan layanan yang diperlukan terlebih dahulu dibandingkan negara-negara lain di dunia dan menyoroti tugas-tugas yang harus diselesaikan. Oleh karena itu, kami mengkaji nilai-nilai sosial yang ada di Jepang dan kelebihanannya, lalu mendiskusikan implikasi transformasi sosial bagaimana bentuk masyarakat setelah transformasi tersebut, dan apa yang harus kita lakukan saat ini? Kami memutuskan bahwa istilah "Society 5.0" akan membantu memfokuskan pikiran ke arah ini. Sebagian besar berkat Andalah istilah ini menjadi populer.

Nakanishi Anda memberi saya terlalu banyak pujian. Bagi saya, saya memahami betapa pentingnya konsep ini berkat pengalaman saya di Hitachi. Sebagai bagian dari proyek reformasi kelompok, saya telah memperkenalkan bisnis inovasi sosial, sebuah bisnis yang berfokus untuk membawa masyarakat ke arah yang baru. Awalnya, banyak orang di perusahaan saya yang skeptis dan mengatakan bahwa mereka tidak yakin apa yang dimaksud dengan inovasi sosial. Meski begitu, saya tetap menggunakan istilah tersebut karena saya yakin kita memerlukan sebuah konsep untuk menunjukkan arah dan visi secara keseluruhan sesuatu yang tidak dapat Anda lakukan jika Anda hanya berbicara tentang teknologi tertentu.

Hal yang sama berlaku untuk Society 5.0. Konsep ini memungkinkan kita untuk berbagi tujuan yang sama, untuk menciptakan masyarakat baru bersama. Kami menggunakan istilah "masyarakat super pintar" karena kami mengarahkan pandangan kami melampaui masyarakat yang digerakkan oleh teknologi, menuju masyarakat yang lebih berorientasi pada manusia. Dalam merancang arsitektur untuk masyarakat seperti itu, kita tidak boleh mendikte sejak awal seperti apa seharusnya Society 5.0. Saat kita mengembangkan konsep, kita harus memberikan ruang bagi ide-ide kreatif dan inovatif untuk tumbuh dan memungkinkan munculnya nilai-nilai baru.

Gonokami Kamu baru saja mengingatkanku pada sesuatu. Sekitar 2 tahun sebelum saya menjadi rektor Universitas Tokyo, saya mendirikan Pusat Inovatif untuk Teknologi Foton Koheren (ICCPT) dengan pendanaan dari Pusat Inovasi Badan Sains dan Teknologi Jepang. Berasal dari latar belakang fisika laser, saya ingin ICCPT memicu revolusi manufaktur dengan mengintegrasikan optik laser dengan teknologi material. Untuk mencapai tujuan tersebut, ICCPT akan bekerja sama dengan lembaga penelitian lain dan produsen yang terlibat dalam pemrosesan laser dan material.

Selama periode pertumbuhan ekonomi Jepang yang tinggi pada paruh kedua abad kedua puluh, pabrikan Jepang berhasil memproduksi barang-barang berkualitas tinggi dengan biaya rendah melalui kombinasi otomatisasi dan pengendalian kualitas. Namun, menjamurnya barang-barang yang terstandarisasi dan diproduksi secara massal telah menghasilkan masyarakat yang kehidupan masyarakatnya dibentuk oleh barang-barang material. Tugasnya sekarang adalah menginovasi teknologi manufaktur sehingga kita beralih ke masyarakat di mana barang-barang material dibentuk oleh kehidupan manusia, di mana produsen memproduksi barang-barang berkualitas tinggi dengan harga yang sama murahannya dengan barang-barang yang diproduksi secara massal.

Saya percaya bahwa revolusi digital dapat menciptakan masyarakat yang berkelanjutan, yaitu masyarakat yang menggunakan sumber daya secara efisien sesuai dengan kebutuhan spesifik setiap individu. Pergeseran ke arah penyesuaian di bidang manufaktur, bersama dengan perkembangan lain seperti obat-obatan yang dibuat khusus dan praktik kerja yang fleksibel, merupakan bagian dari pergeseran yang lebih luas dari pemikiran yang berfokus pada produk ke pemikiran yang berfokus pada kebutuhan individu, dan pergeseran luas inilah yang menjadi kuncinya. menuju transformasi sosial. Revolusi digital bukan hanya soal alat yang kita gunakan; ini adalah sesuatu yang secara radikal akan mengubah struktur masyarakat itu sendiri.

16.10 MENUMBUHKAN POLA PIKIR UNTUK MENCOBA SESUATU YANG BARU

Nakanishi Untuk menciptakan revolusi digital yang secara kualitatif akan mengubah masyarakat dan menciptakan nilai-nilai baru, kita memerlukan strategi pengembangan sumber daya manusia yang baru. Gonokami Seperti yang saya katakan sebelumnya, kita menghadapi masalah mendesak yaitu berkurangnya populasi dan penuaan. Jika kita ingin menemukan solusi yang mampu mengubah permasalahan ini dalam waktu beberapa tahun, kita perlu mempunyai lebih banyak pemikiran untuk mengatasinya. Untuk mencapai tujuan ini, universitas perlu berubah. Tidaklah cukup hanya dengan memasukkan generasi muda ke dalam dunia kerja. Universitas harus mengundang pekerja untuk kembali ke dunia akademis dan berkolaborasi dengan akademisi dalam mencari solusi terhadap tantangan. Saya tidak bermaksud bahwa lebih banyak orang harus kembali ke universitas untuk memulai kembali pendidikan mereka. Saya mengatakan bahwa universitas harus secara aktif mendorong suatu bentuk pendidikan berulang di mana orang-orang dewasa di dunia kerja bekerja sama dengan para akademisi untuk menghasilkan ide-ide mengenai permasalahan.

Beberapa pendidik berpendapat bahwa anak-anak harus belajar pemrograman dan bahasa asing sejak sekolah dasar untuk mempersiapkan diri menghadapi perubahan di masa depan, namun hal ini agak tidak masuk akal bagi kaum muda. Daripada menyuruh generasi berikutnya, yang jumlahnya sedikit, untuk mendukung generasi kita di tahun-tahun mendatang, kita harus memimpin dengan memberi contoh dan mengambil tindakan yang diperlukan sendiri. Kita perlu menumbuhkan pola pikir yang mana, alih-alih takut akan perubahan, kita bersedia mencoba sesuatu yang baru dan tidak takut mencoba sesuatu yang belum pernah dilakukan orang lain.

Manusialah yang menghasilkan nilai-nilai baru. Oleh karena itu, perguruan tinggi, dalam hal mendidik masyarakat, mempunyai peran yang semakin besar. Universitas harus memainkan peran sentral dalam mendorong perubahan paradigma melalui kolaborasi dengan berbagai sektor masyarakat. Akademisi Nakanishi mempunyai peran penting dalam mereformasi sikap terhadap globalisasi. Bisnis harus mengglobal, begitu pula budaya dan kehidupan kita sehari-hari. Harus ada perubahan kualitatif dalam hubungan kita dengan dunia luas. Jika kita terlibat dan berkomunikasi dengan orang-orang dari etnis dan budaya yang berbeda, kita dapat mengembangkan ketahanan untuk beradaptasi terhadap masa yang tidak menentu dan dunia yang berubah secara dinamis.

Gonokami Arti globalisasi sendiri sedang berubah. Awalnya, istilah ini merujuk pada proses homogenisasi dimana negara-negara berkembang mengadopsi model negara-negara maju. Namun saat ini, kita memahami globalisasi sebagai upaya untuk menciptakan dunia di mana orang-orang dari semua lapisan masyarakat dapat hidup berdampingan dengan bahagia. Jika kita ingin memahami dan menghormati orang-orang dari latar belakang yang berbeda, kita harus belajar melihat diri kita sendiri dari sudut pandang yang lebih proporsional dan dalam hubungannya dengan orang lain. Itu sebabnya saya mendorong siswa untuk menghabiskan waktu belajar di luar negeri. Bagi saya, saya mencoba memperluas peluang dan mendukung sebanyak mungkin siswa berbakat.

16.11 INOVASI BERASAL DARI PELEBURAN IDE

Perubahan struktural Nakanishi telah dimulai di sektor industri. Batas-batas industri mulai runtuh. Jika industri mengadopsi perspektif global dan memikirkan berbagai hal dalam konteks global, mereka akan lebih mampu membuat rencana ke depan dalam mengantisipasi perubahan. Saya tidak mengatakan bahwa orang-orang di industri perlu membaca banyak buku; sebaliknya, mereka harus belajar dengan benar-benar bertemu dan berinteraksi dengan orang-orang yang berbeda.

Gonokami Tentu saja. Masyarakat dapat mengakses beragam informasi secara online, namun hal itu saja tidak cukup. Di tahun-tahun mendatang, semakin banyak nilai yang akan ditemukan dalam konteks pertemuan darah dan daging, seperti kampus universitas. Ketika orang-orang dari sudut pandang yang berbeda mengemukakan pengalaman dan pengetahuan mereka dan berdiskusi secara tatap muka satu sama lain, Anda akan mendapatkan perpaduan ide-ide yang akan melahirkan inovasi. Kita perlu meningkatkan peluang interaksi semacam ini.

Nakanishi Saya sangat setuju. Sepertinya kita selalu berpikiran sama! Universitas-universitas terkemuka di Jepang juga mempunyai potensi internasional yang luar biasa. Apakah Universitas Tokyo berupaya melakukan globalisasi dalam beberapa hal?

Gonokami Universitas Tokyo hadir untuk mempromosikan keragaman pengetahuan dunia. Oleh karena itu, kita harus memperjelas dan mengkomunikasikan nilai-nilai dan peran kita. Jika Anda membandingkan Universitas Tokyo dengan universitas lain di seluruh dunia, Anda akan melihat bahwa universitas kami menonjol dalam bidang humaniora dan ilmu sosial. Nilai ini adalah sesuatu yang kami coba komunikasikan kepada khalayak global. Mengintegrasikan ilmu humaniora/sosial, ilmu alam, dan teknologi merupakan langkah

penting dalam menciptakan masyarakat berkelanjutan yang mendukung individualitas. Kami berupaya membangun struktur baru untuk memfasilitasi kolaborasi interdisipliner dan melampaui batas-batas lintas epistemik dengan tujuan menghasilkan nilai unik global.

16.12 INDUSTRI–AKADEMISI–PEMERINTAH UNTUK MEMBANGUN EKOSISTEM INOVASI

Nakanihisi Struktur sosial dan industri berada di titik puncak perubahan paradigma tidak hanya di Jepang tetapi juga di seluruh dunia. Seperti yang Anda katakan di awal, untuk mempercepat transformasi, upaya harus dikoordinasikan antar sektor, termasuk akademisi, industri, dan juga pemerintah. Pada bulan Juni 2016, Universitas Tokyo dan Hitachi meluncurkan H-UTokyo Lab. untuk membangun visi bersama dan memelopori bentuk baru kolaborasi industri-akademisi. Apa pendapat Anda mengenai ekosistem inovasi baru ini?

Gonokami Salah satu tugas terpenting kepresidenan saya adalah memperkuat fondasi kolaborasi industri-akademisi. Laboratorium penelitian saya sendiri sejauh ini telah mengirimkan lebih dari 100 siswa ke dunia kerja. Sekitar 70% lulusannya terjun ke sektor industri. Dilihat dari apa yang mereka sampaikan kepada saya sejak saat itu, selama 10 tahun terakhir, industri belum sepenuhnya memanfaatkan kemampuan lulusan tersebut. Ketika industri mengalami transformasi struktural, kita perlu memastikan bahwa sumber daya manusia ditempatkan pada posisi yang sesuai dengan keahlian mereka dan di mana mereka dapat mewujudkan potensi penuh mereka, sehingga nilai-nilai baru dapat muncul. Universitas dapat membantu dalam tugas ini karena mereka memahami lulusannya dengan sangat baik.

Sementara itu, industri mempunyai ekspektasi yang semakin besar terhadap akademisi. Di tengah persaingan global yang semakin ketat dan kebutuhan akan hasil yang cepat, dunia usaha harus benar-benar mempertimbangkan di mana harus menerapkan kekuatan mereka dan investasi apa yang harus dilakukan. Akademisi pandai mengambil pandangan jangka panjang, yaitu keterampilan yang mereka peroleh di bidang studi mereka. Untuk menerapkan wawasan jangka panjang ini, kita memerlukan bentuk kolaborasi industri-akademisi yang baru, yang mempertimbangkan perubahan dalam lingkungan bisnis. Langkah pertama adalah menetapkan struktur kontrak yang memungkinkan dunia usaha berinvestasi di universitas dengan tenang. Kita sudah melihat hasilnya di bidang ini, jadi saya berharap ekosistem inovasi bisa berkembang di tahun-tahun mendatang.

Nakanihisi Ya, memang benar, iklim bisnis saat ini semakin kompleks, dan dalam banyak kasus, sulit untuk mengetahui permasalahan sebenarnya. Dengan latar belakang ini, dunia usaha tidak akan menemukan solusi jika mereka hanya mengandalkan teori dan skenario hipotetis mereka sendiri.

Itu sebabnya harus ada ekosistem gagasan yang lebih luas. Model kolaboratif yang H-UTokyo Lab. Advocates adalah sebuah wadah dimana para pebisnis terkemuka dan universitas terlibat satu sama lain, tidak hanya dalam proyek-proyek teknologi, namun juga dalam berbagi visi masa depan yang sama dan menemukan penerapan nyata dari beragam pengetahuan universitas untuk menciptakan jalan pintas menuju solusi. Pemerintah juga harus terlibat dalam proses ini, karena visi masa depan berkaitan dengan masalah sosial. Pemodal ventura juga memiliki peran penting dalam hal pembiayaan. Pergeseran paradigma dan penciptaan

industri baru akan mungkin terjadi ketika keempat aktor tersebut dapat bekerja sama, dengan pengetahuan akademis sebagai kekuatan pendorongnya. Karena tertinggal dibandingkan rekan-rekannya di luar negeri dalam hal ini, industri Jepang kini menyadari perlunya kolaborasi semacam itu. Jadi saya rasa kita sekarang mempunyai peluang besar untuk mempromosikan model ekosistem inovasi baru yang dikembangkan di dalam negeri yang didukung oleh kolaborasi industri-akademisi-pemerintah.

Gonokami Seperti yang Anda katakan, modal ventura memiliki peran penting. Pada tahun 2004, universitas kami mendirikan perusahaan modal ventura bernama University of Tokyo Edge Capital (UTEC). UTEC telah mendukung penerapan komersial temuan penelitian dan berupaya membangun kumpulan pengetahuan yang diperlukan untuk hal tersebut. Meskipun kami masih memiliki cara untuk mengejar ketertinggalan dari universitas-universitas terkemuka di AS, kami telah membantu membentuk sekitar 300 startup, 17 di antaranya kini merupakan perusahaan terdaftar. Nilai pasar agregatnya adalah 1,4 triliun yen. Saya mengantisipasi bahwa sektor industri akan semakin mendukung komersialisasi temuan penelitian melalui startup yang didirikan, jadi saya yakin kolaborasi industri-akademisi akan dimungkinkan dengan berbagi keahlian kami dalam meluncurkan startup.

Nakanishi Pada tahun 2015, Anda merilis “The University of Tokyo: Vision 2020.” Prinsip dasar yang mendasari visi ini adalah “Sinergi Antara Keunggulan dan Keberagaman: Bertindak sebagai Basis Global untuk Kolaborasi Pengetahuan.” Apakah menurut Anda prinsip ini memiliki gagasan yang sama dengan ekosistem inovasi?

Gonokami Setelah memimpin Asia Timur dalam hal inovasi akademis dan industri, Jepang adalah tempat yang ideal untuk menciptakan pengetahuan baru yang bernilai lintas batas, dan saya ingin Universitas Tokyo menjadi basis penciptaan pengetahuan tersebut. Dalam ekosistem yang menghasilkan pengetahuan dengan nilai ekonomi langsung, Jepang akan selalu mempunyai peran.

Nakanishi Saya ingin H-UTokyo Lab. untuk membawa kolaborasi industri-akademisi ke fase baru dan mendorong ekosistem yang melahirkan inovasi. Energi adalah salah satu bidang di mana kami melakukan penelitian. Bidang ini melibatkan banyak pemangku kepentingan dan tujuan penelitian ini bukan hanya memberikan manfaat bagi Hitachi saja. Dalam hal ini, saya yakin kita dapat membentuk inti ekosistem.

Gonokami Kebutuhan untuk menemukan solusi yang dapat mengubah keadaan adalah hal yang mendesak, sehingga kita harus terus berupaya menemukan penerapan praktis dari temuan penelitian kita.

16.13 MENGHUBUNGKAN KEGIATAN PENELITIAN DENGAN SDGS

Nakanishi Sejauh ini, kita telah membahas Society 5.0 sebagai visi nasional, namun seiring dengan upaya industri, akademisi, dan pemerintah untuk menghasilkan nilai-nilai baru, saya yakin mereka harus dipandu oleh visi masa depan global yang terkandung dalam SDGs PBB. Anda tidak membuang waktu untuk memasukkan SDGs ke dalam strategi bisnis universitas. Menurut Anda, apa peran pemimpin dalam berkontribusi terhadap SDGs?

Gonokami Sebelumnya, saya telah menyebutkan Visi kami 2020, yang menguraikan tujuan untuk menciptakan sinergi antara keunggulan dan keberagaman. Berdasarkan tujuan ini, kami berupaya menghasilkan keunggulan dari beragam aktivitas. Dengan kata lain, kami telah mendorong para peneliti dan mahasiswa untuk bertindak berdasarkan ide-ide bebas mereka, dengan keyakinan bahwa banyaknya kebebasan untuk memilih akan memberikan kekuatan pendorong untuk menggerakkan masyarakat ke arah yang lebih baik. Kami memahami bahwa kami hanya dapat mencapai tujuan ini jika para peneliti dan mahasiswa berkomitmen terhadap visi bersama di tingkat yang lebih tinggi. Kebetulan PBB mengumumkan SDGsnya sekitar waktu ini (pada tahun 2015), sehingga kami memutuskan untuk menetapkan SDGs sebagai tujuan kami. Saat kami mengumumkan tujuan-tujuan yang terinspirasi dari SDG ini, dampaknya hanya kecil pada awalnya, namun perhatian meningkat karena semakin banyak orang yang menyadari betapa pentingnya SDG dalam menarik investasi aktif dan menghidupkan perekonomian.

Anda juga merupakan bagian dari tren ini; bukankah Keidanren memperbarui Piagam Perilaku Perusahaan yang Baik dan Panduan Penerapannya untuk memasukkan SDGs? Ditambah dengan meningkatnya pendanaan ESG secara global, SDGs mendorong dunia usaha untuk meningkatkan upaya mereka dalam mempromosikan nilai perusahaan yang berkelanjutan.

Di Universitas Tokyo, kami memulai dengan meminta staf pengajar mencatat mana dari 17 SDGs yang sesuai dengan kegiatan pengajaran atau penelitian mereka sehingga kami dapat memetakan kegiatan-kegiatan tersebut. Lebih dari 150 kegiatan dicatat. Peta aktivitas kami membantu kami memvisualisasikan bidang-bidang di mana universitas kami berjalan dengan baik. Hal ini juga memungkinkan untuk mengidentifikasi proyek-proyek penelitian yang saling terkait, di mana kita dapat mendorong penelitian interdisipliner.

SDGs sangat diperlukan karena dapat mendorong aktivitas ekonomi sekaligus mendorong bentuk pembangunan ekonomi kapitalis yang lebih akomodatif. Di sinilah letak nilai mereka. Universitas mempunyai peran dalam menyelaraskan SDGs dengan kegiatan penelitian untuk mendapatkan solusi terhadap tantangan-tantangan tersebut.

Nakanishi Hal ini tumpang tindih dengan apa yang baru saja Anda katakan, namun menurut saya alasan SDGs mendapatkan daya tarik yang kuat adalah karena semakin banyak orang yang mengadopsi perspektif global. Para pelaku bisnis secara tradisional mempunyai anggapan bahwa ketika mereka memperoleh keuntungan dengan memberikan beban pada lingkungan, mereka dapat memberikan kontribusi terhadap lingkungan sebagai imbalannya. Namun, karena gagasan bahwa seluruh dunia terhubung telah meresap ke dalam masyarakat, pendekatan tradisional ini tidak lagi menghasilkan nilai. Dalam arti tertentu, bisnis perlu kembali ke dasar. Mereka perlu memiliki tujuan yang sama dan merencanakan kegiatan bisnis yang berwawasan lingkungan dengan perspektif global sejak awal sehingga dapat mencapai keberlanjutan dalam arti sebenarnya.

Berkat SDGs, para pemimpin bisnis semakin menyadari bahwa tantangan terkait lingkungan dan energi pada tingkat mendasar terkait dengan masalah kemiskinan. Dalam hal ini, peran para pemimpin di sektor industri adalah merestrukturisasi bisnis.

Gonokami Ciri penting penelitian universitas adalah rentang waktu yang beragam. Beberapa proyek penelitian bersifat jangka pendek, namun ada juga beberapa proyek yang dapat dipertahankan oleh universitas dalam rentang waktu 100 tahun atau bahkan 200 tahun. Industri juga pernah beroperasi dengan perspektif jangka panjang, namun siklus ekonomi menjadi lebih pendek, sehingga menyulitkan dunia usaha untuk mempertahankan penelitian dan proyek bisnis jangka panjang. SDGs dapat membantu membalikkan tren ini. Jika industri dan akademisi saling mendukung, mereka dapat menciptakan lingkungan di mana dunia usaha dapat melaksanakan proyek dengan jangka waktu yang lebih lama, termasuk proyek jangka panjang, dengan ketenangan pikiran dan tetap menjaga rasionalitas ekonomi.

Nakanishi Jadi maksudnya proyek jangka panjang tidak boleh diserahkan begitu saja kepada universitas, tapi dilakukan bersama-sama. Tahun ini (2018), organisasi Penelitian dan Pengembangan Hitachi merayakan hari jadinya yang keseratus. Peran apa yang Anda harapkan dapat dimainkan oleh tim penelitian dan pengembangan perusahaan dalam sistem kolaborasi industri-akademi yang baru? Gonokami Pencapaian tersebut merupakan peluang besar untuk mengambil stok dan meninjau bagaimana segala sesuatunya dilakukan.

Pada tahun 2017, kami merayakan hari jadi kami yang ke-140 sebagai sebuah universitas. Kami melihat kembali sejarah kami, membaginya menjadi dua periode 70 tahun, dan menamakan periode 70 tahun ketiga berikutnya "UTokyo 3.0." Kami memutuskan bahwa di UTokyo 3.0, kita harus menjadi universitas yang mempelopori transformasi menuju masyarakat yang lebih baik, sebuah masyarakat di mana kebebasan individu menyokong pembangunan umat manusia yang stabil secara keseluruhan.

Komunitas akademis dan dunia usaha masing-masing mempunyai peran masing-masing. Saya berharap para pemimpin bisnis akan terus melakukan upaya untuk melakukan penelitian jangka panjang sebagai bagian dari aktivitas perusahaan mereka. Di bawah visi Society 5.0, mari kita bekerja sama untuk mencapai transformasi industri dan sosial yang tidak hanya memberikan nilai pada teknologi tetapi juga pada kearifan yang benar-benar bermanfaat bagi kemanusiaan.

Nakanishi Ya, marilah kita bersama-sama menciptakan pengetahuan dan dengan demikian menjadi ujung tombak transformasi. Pada tahun 2015, kami merestrukturisasi organisasi Penelitian dan Pengembangan kami agar lebih berorientasi pada pelanggan. Tugas kami di Hitachi saat ini adalah mempersiapkan visi kami untuk 100 tahun ke depan, dan Anda telah memberikan beberapa petunjuk berharga mengenai hal ini. Terima kasih banyak atas waktu Anda hari ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera A, Wenglenski S, Proulhac L (2009) Employment suburbanisation, reverse commuting and travel behaviour by residents of the central city in the Paris metropolitan area. *Transp Res A Policy Pract* 43(7):685–691
- Aizuwakamatsu City (2019) Ōpundeita no torikumi (Open data initiative). <https://www.city.aizu-wakamatsu.fukushima.jp/docs/2009122400048/>
- Aram A (2017a) Global innovation report: microgrid market in the USA. *Hitachi Rev* 66(5):454–458. https://www.hitachi.com/rev/archive/2017/r2017_05/Global/index.html.
- Aram A (2017b) Global innovation report: Beikoku ni okeru maikuro guriddo (Microgrid market in the USA). *Hitachi Hyoron (Hitachi Rev)* 99(2):166–171. <http://www.hitachihyoron.com/jp/archive/2010s/2017/02/02Global/index.html>. Accessed 4 June 2019. The third paragraph of the quote is translated from the Japanese version of Hitachi’s comments; the prior paragraph is taken directly from the English text of the same comments
- Architectural Institute of Japan (ed) (2014) *Sumātoshiti jidai no sasutenaburu toshi/kenchiku dezain (Sustainable cities and architectural designs in the smart city era)*, Shokokusha.
- Array of Things (2019). <https://arrayofthings.github.io/>.
- Ashton K (2009) That “Internet of Things” thing: in the real world, things matter more than ideas (article on RFID Journal website), July 22, 2009. <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>.
- Cabinet Office (2017) Annual report on the aging society. https://www8.cao.go.jp/kourei/english/annualreport/2017/2017pdf_e.html. Accessed 4 Jun 2019
- Cabinet Office (Council for Science, Technology and Innovation) (2017) Comprehensive strategy on science, technology and innovation (STI) for 2017 (released on June 2, 2017), p 2. https://www8.cao.go.jp/cstp/english/doc/2017stistrategy_main.pdf.
- Cabinet Office (Regional Revitalization Promotion Office) (2018) Chihō sōsei SDGs kanmin-renkei purattōfōmu ni tsuite (Public-private platform for pursuing regional revitalization and SDGs), June 2018. https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tiiki/kankyo/pdf/sdgs_pura_gaiyo.pdf.
- Chicago Tech Plan (2019). <https://techplan.cityofchicago.org/executive-summary/>.
- DataSF (2019). <https://datasf.org/opendata/>. Accessed 4 June 2019
- EU GDPR.ORG (2019) GDPR key changes. <https://eugdpr.org/the-regulation/>. Accessed 4 June 2019
- European Commission (2019) Horizon 2020. <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/>.
- Fujisawa Sustainable Smart Town Association (2019) Fujisawa SST (Fujisawa sustainable smart town). <https://fujisawasst.com/>.

- Fukuoka City (2019). Biggudeita ōpundeita no katsuyō suishin ni muketa torikumi (Initiative to promote the use of Big Data and open data), <http://www.city.fukuoka.lg.jp/soki/joho/shisei/BDODkatsuyou.html>. Accessed 4 June 2019
- FutureCity Initiative (2019). <http://future-city.jp/en/>. Accessed 4 June 2019
- Gonokami M (2017) Society 5.0 (chishiki shūyakugata shakai) e no shakai henkaku to daigaku no yakuwari (Social innovation aimed at Society 0.5 <the knowledge-intensive society> and the role of universities), reference material used by the Ministry of Finance (Fiscal System Subcommittee, Fiscal System Council), October 2017. https://www.mof.go.jp/about_mof/councils/fiscal_system_council/sub_of_fiscal_system/proceedings/material/zaiseia291004.html. Accessed 4 June 2019
- Growth Strategy Council (Headquarters for Japan's Economic Revitalization) (2018) Growth strategy 2018, June 2018. https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2018_en.pdf.
- Growth Strategy Council (Headquarters for Japan's Economic Revitalization) (2017) Growth strategy 2017: reforms aimed at achieving society 5.0, June 2017. https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/miraitousi2017_summary.pdf. Accessed 4 June 2019
- Hitachi Webpage on the Autonomous Decentralized System (2019). https://www.hitachi.com/products/it/control_sys/platform/ads_net/index.html. Accessed 4 June 2019
- Ikeda S, O'oka R (2014) Nihonkokunai ni okeru sumātoshiti sumātokomyuniti jissō jigyō no saishin dōkō (Recent trends in testbed projects for smart cities/communities in Japan). *J Inst Ind Sci* 66(1):69–77
- Industrie 4.0 Working Group (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: final report of the Industrie 4.0 Working Group, April 2013. <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>.
- Industrie 4.0 Working Group (2013) Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: final report of the Industrie 4.0 Working Group, April 2013. <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>. Accessed 4 June 2019
- Inoue S (2012) Daimaruyū (ōtemachi-marunouchi-yūrakucho) chi'iku ga egaku sumātoshiti to wa (What is the smart city vision for the Otemachi-Marunouchi-Yurakucho area?). Institute for Global Environmental Strategies, workshop on urbanization knowledge platform for low-carbon cities, July 26, 2012. <https://www.iges.or.jp/jp/archive/gc/activity20120726.html>.
- Irie N, Ohashi A, Onodera T, Kato H (2016) Information and control systems—open innovation achieved through symbiotic autonomous decentralization—. *Hitachi Rev* 65(5):13–19
- Japan Business Federation (2016) Society 5.0 to IoT nado e no torikumi (Initiatives related to Society 5.0 and the IoT). https://www.jpo.go.jp/resources/shingikai/sangyokouzou/shousai/tokkyo_shoi/document/16-shiryō/03.pdf. Accessed 4 June 2019

- Japan Tourism Agency (2019) Kyōtsū kijyun ni yoru kankō irikomi kyaku tōkei (Tourist estimates based on common standards). <http://www.mlit.go.jp/kankocho/siryoutoukei/irikomi.html>.
- Japanese Business Federation (Keidanren) (2017) Revitalizing Japan by realizing Society 5.0: action plan for creating the society of the future, February 14, 2017. http://www.keidanren.or.jp/en/policy/2017/010_overview.pdf.
- JETRO (2017a) Participation in CeBIT 2017 with largest pavilion ever (article on JETRO website), March 2017.
- JETRO (2017b) Abe Shushō, shakai o sumātokasuru “sosaetī 5.0” o teishō: IT Mihnichi “CeBIT 2017” ni pātōnākantōrī to shite sankā (Prime Minister Shinzo Abe proposes Society 5.0 as model for making society smarter: Japan attends IT trade fair CeBIT 2017 as partner country) (article on JETRO website), April 2017. https://www.jetro.go.jp/biznews/2017/04/2e50a128af_33afd2.html.
- Matsukuma N, Osawa T, Nukaga N, Otsuka R, Kato M (2017) Using people flow technologies with public transport. *Hitachi Rev* 66(2):145–149
- Ministry of Economy, Trade and Industry (2017) “Connected Industries” as a goal that Japanese industries should aim for, March 2017. http://www.meti.go.jp/english/press/2017/0320_001.html.
- Ministry of Economy, Trade and Industry (2019) Jisedai enerugī/shakai shisutemu kyōgikai ni tsuite (On the council for next-generation energy and social systems). <http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/>. Accessed 4 June 2019
- Ministry of Economy, Trade and Industry (Information Economy Subcommittee, Distribution and Information Committee, Industrial Structure Council Commerce) (2015) Interim report: changes in response to the arrival of a data-driven society using CPS, May 2015. http://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/shomu_ryutsu/joho_keizai/pdf/report01_04_00.pdf.
- Ministry of Health, Labour and Welfare (2012) Shakaihoshōnikakawaruhiyō no shōraisuiki no kaiteinitsuite (heisei 24 nen 3 gatsu) (Revision to future projection of costs required for social security, March 2012)
- Ministry of Internal Affairs and Communications (2015), 2015 White paper on information and communications in Japan. <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/eng/WP2015/chapter-5.pdf#page=13>
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013) Shoraisuiki (Future projections) (infrastructure maintenance information website). http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/_pdf/research01_02_pdf03.pdf.
- Ministry of the Environment (2015) Nihon no yakusokusōan (2020 nenikō no aratanaonshitsukō kagasuhaishutsusakugenmokuhyō) (Japan’s draft pledge: new targets for reducing greenhouse gases from 2020 onward), July 2015. <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/2020.html>.
- Mitsui Fudosan (2019) Kashiwanoha sumātoshiti (Kashiwa-no-ha smart city). <https://www.kashiwanoha-smartcity.com/>. Accessed 4 June 2019

- Naganuma K, Yoshino M, Sato H, Sato Y (2014) Privacy-preserving analysis technique for secure, cloud-based big data analytics. *Hitachi Rev* 63(9):577–583
- Nakade H (2017) Nihonbashi sumātoshiti: Enerugī no jiritsuka to chisanchishō ni yoru saigai ni tsuyoku kankyō ni yasashii machizukuri (Nihonbashi's smart city: liberalizing energy and establishing local production local consumption as a basis for disaster-resilient and eco-friendly urban development), Institute for Building Environment and Energy Conservation, 37–5(218):8–11
- National Institute of Information and Communications Technology (NICT) Europe Center (2017) Ōshū ni okeru IoT to sumātoshiti no kenkyūkaihatsu ni kansuru dōkō (European trends in IoT and smart city R&D). <https://www.nict.go.jp/global/4otfsk000000osbq-att/a1489129184837.pdf>. Accessed 4 June 2019
- New York Times (2008) According to a New York Times article dated 24 Feb 2008, the reverse commuting rate rose by 12% from 2000 to 2005, <https://www.nytimes.com/2008/02/24/nyregion/nyregionspecial2/24Reverse.html>. Accessed 5 June 2019
- Nikkei BP Clean Tech Institute et al (2011) Sekai sumātoshiti sōran 2012 (Overview of the world's smart cities, 2012), Nikkei Business Publications
- Nomura A (2017) Yūzā doribun inobeishon ni yoru sumāto na machizukuri ni mukete: Kaigai ni okeru 'sumātoshiti 2.0' e no torikumi (Toward smart urban development based on user-driven innovation: smart city 2.0 initiatives overseas), Japan Research Institute. *JRI Rev* 8(47):101–139. <https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/jrireview/pdf/9939.pdf>. Accessed 4 June 2019
- OMY Area Management Association (2019). <http://www.ligare.jp/>. Accessed 4 June 2019
- Oshima K (2016) Ōshū no sumātoshiti to biggudeita (Smart cities and big data in Europe). *J Archit Build Sci* 131:1690
- Parse RR (1998) The human becoming school of thought: a perspective for nurses and other health professionals. SAGE Publications, Thousand Oaks, CA
- Prime Minister's Office of Japan (2017) Address by prime minister Shinzo Abe at CeBIT Welcome Night March 19.
- Sakamura K (ed) (1988) TRON purojekuto '87–'88 (TRON Project 1987, 1988), Personal Media Corp., pp 3–19
- Sentilo (2019). <https://ajuntament.barcelona.cat/digital/en/digital-transformation/urban-technology/sentilo>. Accessed 4 June 2019. <http://www.sentilo.io/>. Accessed 4 June 2019
- Smart Citizens (2019). <https://smartcitizen.me/>. Accessed 4 June 2019
- The Council for Area Development and Management of Otemachi, Marunouchi, and Yurakucho (2019). <http://www.otemachi-marunouchi-yurakucho.jp/>. Accessed 4 June 2019
- Toyota (2015) On-demand public transportation changing human mobility in cities. https://open-road-project.com/en/innovationreview/post_611/. Accessed 4 June 2019
- Tsuchiya Y (2015) Sumātoshiti no keisei yōken to jitsugen hōsaku ni kansuru kenkyū (The elements of and policies for effectuating a smart city), Ph.D. Thesis, Tokyo Metropolitan

University Yamamura S (2015) Sumātoshiti wa dō tsukuru? (How do you make a smart city?), NSRI sensho (Nikken Sekkei Research Institute Anthology), Kousakush.

Wirth L (1938) Urbanism as a way of life. *Am J Sociol* 44(1):1–24

World Health Organization (2015) Summary: world report on ageing and health. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/186468/WHO_FWC_ALC_15.01_eng.pdf. Accessed 5 June 2019

Yamada T (2016) Nihongoban indasutorī 4.0 no kyōkasho: IoT jidai no monozukuri senryaku (A Japanese-language textbook on Industrie 4.0: a manufacturing strategy for the IoT era). Nikkei Business Publications

Yano K, Akitomi T, Ara K, Watanabe J, Tsuji S, Sato N, Hayakawa M, Moriwaki N (2015) Measuring happiness using wearable technology—technology for boosting productivity in knowledge work and service businesses. *Hitachi Rev* 64(8):517–52.

Yano K, Lyubomirsky S, Chancellor J (2012) Sensing happiness: can technology make you happy? *IEEE Spectr* 49(12):32–37

REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DAN SOCIETY 5.0

Dr. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

BIO DATA PENULIS



Penulis memiliki berbagai disiplin ilmu yang diperoleh dari Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. dan dari Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga. Disiplin ilmu itu antara lain teknik elektro, komputer, manajemen dan ilmu sosiologi. Penulis memiliki pengalaman kerja pada industri elektronik dan sertifikasi keahlian dalam bidang Jaringan Internet, Telekomunikasi, Artificial Intelligence, Internet Of Things (IoT), Augmented Reality (AR), Technopreneurship, Internet Marketing dan bidang pengolahan dan analisa data (komputer statistik).

Penulis adalah pendiri dari Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM) dan juga seorang dosen yang memiliki Jabatan Fungsional Akademik Lektor Kepala (Associate Professor) yang telah menghasilkan puluhan Buku Ajar ber ISBN, HAKI dari beberapa karya cipta dan Hak Paten pada produk IPTEK. Penulis juga terlibat dalam berbagai organisasi profesi dan industri yang terkait dengan dunia usaha dan industri, khususnya dalam pengembangan sumber daya manusia yang unggul untuk memenuhi kebutuhan dunia kerja secara nyata.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

JL. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-623-8120-69-7 (PDF)

