

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

MAHIR STRATEGI BISNIS dengan AI



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK



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

MAHIR STRATEGI BISNIS dengan AI



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

MAHIR STRATEGI BISNIS dengan AI

Penulis :

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

ISBN :

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 Yuniarto, S.Ds., M.Kom

Penebit :

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

Anggota IKAPI No: 279 / ALB / JTE / 2023

Redaksi :

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

Distributor Tunggal :

Universitas STEKOM

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

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 dan syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat, petunjuk, dan karunia-Nya, penulisan buku yang berjudul "*MAHIR STRATEGI BISNIS dengan AI*" ini dapat dirampungkan dengan baik. Buku ini lahir dari sebuah proses panjang berupa pengamatan, riset, dan refleksi mendalam terhadap dinamika dunia bisnis yang kini tengah berada di ambang revolusi terbesarnya.

Selama satu dekade terakhir, kita menjadi saksi hidup bagaimana lanskap bisnis global mengalami pergeseran tektonik. Disrupsi digital tidak lagi berjalan linier, melainkan eksponensial. Di pusat pusaran perubahan tersebut berdirilah Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence* atau AI). AI tidak lagi bersembunyi di balik pintu laboratorium penelitian atau sekadar menjadi alat bantu teknis di departemen IT. Hari ini, AI telah menduduki kursi di meja direksi, memengaruhi pengambilan keputusan strategis, dan meredefinisi makna dari keunggulan kompetitif itu sendiri.

Buku ini disusun dengan sebuah misi utama: menjembatani jurang pemahaman antara kompleksitas teknologi kecerdasan buatan dengan seni manajemen strategis. Banyak pemimpin bisnis yang memahami strategi namun gagap terhadap teknologi, begitu pula sebaliknya, banyak teknolog yang memahami AI namun kehilangan arah dalam konteks nilai bisnis. Oleh karena itu, buku ini hadir sebagai kompas panduan yang komprehensif, merajut kedua disiplin ilmu tersebut menjadi sebuah kesatuan taktik yang dapat dieksekusi.

Untuk mewujudkan pemahaman yang holistik, buku ini merangkai narasinya ke dalam delapan bab yang sistematis dan saling berkesinambungan. Perjalanan pembaca akan dimulai pada Bab 1, yang membongkar tirai misteri di balik istilah AI. Pembaca akan diajak menelusuri akar sejarah, evolusi, hingga definisi fundamental dari AI, sebagai fondasi pijakan sebelum melangkah lebih jauh.

Fondasi teknologi tersebut kemudian dikalibrasi dengan kerangka berpikir bisnis pada Bab 2. Di sinilah esensi "Strategi" dibedah. Kami tidak meninggalkan teori-teori klasik; sebaliknya, kami merevitalisasi analisis eksternal dan internal, kerangka SWOT, hingga Strategi Generik Porter, untuk menunjukkan bagaimana kerangka pemikiran tradisional tersebut dapat diperkuat dan diakselerasi kinerjanya secara radikal melalui empat prinsip utama strategi berbasis AI.

Setelah fondasi strategi terbangun kokoh, buku ini menyelami "mesin" penggerak transformasi tersebut. Pada Bab 3, pembaca akan dipandu memahami *Machine Learning* (Pembelajaran Mesin). Mulai dari mekanisme *forward* dan *backpropagation*, arsitektur jaringan saraf tiruan (*neural networks*), hingga urgensi krusial akan pengelolaan data yang tangguh sebagai bahan bakar utama kecerdasan buatan. Selanjutnya, Bab 4 membawa kita pada kemampuan AI dalam memahami dan meniru komunikasi manusia melalui Pemrosesan Bahasa Alami (*Natural Language Processing/NLP*). Bab ini menyoroti bagaimana NLP bukan sekadar alat komunikasi, melainkan instrumen analitis yang tajam dalam pengambilan keputusan strategis.

Tidak berhenti pada kecerdasan perangkat lunak, Bab 5 mengeksplorasi perwujudan fisik dan virtual AI melalui Robotika dan Otomatisasi Proses Virtual (RPA). Narasi pada bab ini menekankan pergeseran paradigma yang sangat penting: dari sekadar "Otomatisasi" yang menggantikan manusia, menuju "Augmentasi" yang saling menguntungkan dan memperkuat kapasitas manusia, lengkap dengan contoh penerapan pada kendaraan otonom.

Membawa teknologi ke skala makro, Bab 6 mengulas tuntas bagaimana eksekusi strategi AI diterapkan pada tingkat industri dan perusahaan. Bab ini membedah transformasi model bisnis, pergeseran rantai nilai khususnya pada era AI Generatif, integrasi ekosistem, hingga menyinggung realitas taktis berupa rincian operasional dan proyeksi biaya finansial yang harus disiapkan oleh perusahaan.

Namun, sehebat apa pun teknologi, penerapannya selalu berbenturan dengan realitas sosial manusia. Bab 7 hadir secara khusus untuk membahas dimensi yang sering kali terabaikan: kekuatan institusional dan etika. Menggunakan Pandangan Berbasis Institusi (IBV), bab ini membahas bagaimana aturan, norma, kognisi budaya, hingga pertimbangan lingkungan hidup membentuk lintasan adopsi AI. Lebih dari itu, bab ini mencoba menjawab kegelisahan terbesar abad ini: bagaimana membentuk tenaga kerja masa depan yang berdaya tahan tinggi di tengah gempuran otomatisasi.

Sebagai kulminasi dan pembuktian empiris, Bab 8 menyajikan potret nyata dari dunia bisnis. Melalui studi kasus transformasi digital berbasis AI di berbagai organisasi global—mulai dari strategi 9altitudes, The Adecco Group, Natwest Group, hingga Altereos—pembaca dapat melihat secara langsung bagaimana teori, teknologi, dan eksekusi melebur menjadi sebuah kesuksesan yang inklusif dan berkelanjutan. Buku ini secara khusus didedikasikan bagi para C-Level, dewan direksi, manajer strategi, praktisi teknologi, wirausahawan, akademisi, serta mahasiswa pascasarjana yang ingin merancang strategi bisnis yang kebal terhadap gempuran masa depan (*future-proof*).

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyelesaian karya ini melibatkan banyak tangan, pikiran, dan doa. Oleh karena itu, ucapan terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada keluarga, kolega, para ahli, serta berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan inspirasi dan dukungan tak ternilai. Mengingat perkembangan AI yang melesat lebih cepat dari kedipan mata, penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kata sempurna dan akan terus membutuhkan pembaruan. Kritik, saran, dan diskusi konstruktif dari para pembaca akan menjadi energi positif bagi penyempurnaan edisi-edisi selanjutnya.

Semarang, Oktober 2026

Penulis

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

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
BAB 1 APA ITU KECERDASAN BUATAN?	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Mendefinisikan AI.....	1
1.3 Sejarah AI.....	4
BAB 2 STRATEGI BISNIS.....	24
2.1 Pengambilan Keputusan Bisnis.....	24
2.2 Apa Itu Strategi?	26
2.3 Analisis Eksternal: Lingkungan Perusahaan.....	29
2.4 Menganalisis Sumber Daya Dan Kapabilitas Internal	38
2.5 Mengintegrasikan Analisis Internal Dan Eksternal Melalui SWOT	46
2.6 Strategi Generik Porter Untuk Keunggulan Kompetitif	48
2.7 Strategi Yang Diperkuat AI: Empat Prinsip Utama.....	55
BAB 3 PEMBELAJARAN MESIN (<i>MACHINE LEARNING</i>)	63
3.1 Gambaran Umum Pembelajaran Mesin	63
3.2 Mendefinisikan Machine Learning	64
3.3 Mekanisme Pembelajaran Mesin	67
3.4 <i>Forward-Propagation</i> Dan <i>Backpropagation</i>	76
3.5 Berbagai Jenis Jaringan Saraf Untuk Beragam Kegunaan.....	83
3.6 Kebutuhan Akan Penyimpanan Dan Pengelolaan Data Yang Tangguh.....	90
BAB 4 PEMROSESAN BAHASA ALAMI (<i>NATURAL LANGUAGE PROCESSING</i>).....	97
4.1 Pendahuluan.....	97
4.2 Mendefinisikan NLP.....	99
4.3 Sejarah NLP.....	104
4.4 Mekanisme Di Balik Bahasa Yang Menyerupai Manusia	114
4.5 Di Luar NLP: Dasar-Dasar Komunikasi Lisan	117
4.6 NLP Dan Pembelajaran Mesin Dalam Pengambilan Keputusan Strategis	121
BAB 5 ROBOTIKA UNTUK OTOMATISASI DAN KEUNGGULAN STRATEGIS	126
5.1 Peran Robotika Dalam Strategi Berbasis AI	126
5.2 Konsep Dasar Robotika.....	128
5.3 Kemajuan Robotika: Dari Otomatisasi Menuju Augmentasi	129
5.4 Hambatan Robotika: Kendala Dalam Mewujudkan Augmentasi Sejati	133
5.5 Menerapkan Otomatisasi Yang Saling Menguntungkan	135
5.6 Robot Digital Dan Otomatisasi Proses Virtual	136
5.7 Penerapan Robotika: Kasus Kendaraan Otonom.....	139
5.8 Keunggulan Strategis Robotika Melalui Augmentasi AI	142
BAB 6 STRATEGI AI PADA TINGKAT INDUSTRI DAN PERUSAHAAN	147
6.1 AI Dalam Transformasi Industri Dan Model Bisnis	147

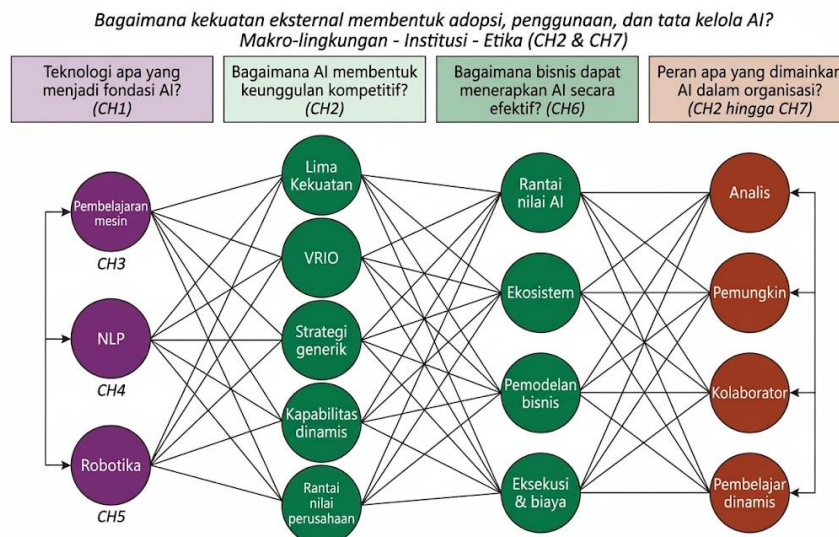
6.2	Membangun Keunggulan Kompetitif Melalui AI	149
6.3	Rantai Nilai Industri AI Generatif.....	152
6.4	AI Dan Ekosistem Bisnis	159
6.5	Mentransformasi Model Bisnis Dengan AI	162
6.6	Pelaksanaan Operasional: Dari Visi Makro Hingga Detail Mikro	171
6.7	Biaya Finansial Implementasi	175
BAB 7	MENAVIGASI AI DI TENGAH KEKUATAN INSTITUSIONAL	181
7.1	Pengembangan Dan Penggunaan AI	181
7.2	Pandangan Berbasis Institusi (Ibv).....	183
7.3	AI Dan Ibv: Aturan, Norma, Dan Kognisi Budaya	187
7.4	Pertimbangan Timbal-Balik Etis Dan Lingkungan Dalam Teknologi AI	194
7.5	Membentuk Tenaga Kerja Di Masa Depan Yang Didorong Oleh AI.....	213
7.6	Perkembangan AI Saat Ini Dan Di Masa Depan	222
BAB 8	STUDI KASUS TRANSFORMASI DIGITAL BERBASIS AI.....	227
8.1	Strategi Bisnis Dan Transformasi Organisasi Berbasis AI	227
8.2	Strategi Transformasi Digital 9altitudes.....	229
8.3	Transformasi Digital Dan Strategi AI Dalam Rekrutmen The Adecco Group ...	237
8.4	Transformasi Strategis Perbankan Berbasis AI Pada Natwest Group	245
8.5	Strategi Integrasi AI Yang Inklusif Dan Berkelanjutan Pada Altereos	254
	DAFTAR PUSTAKA	263

BAB 1

APA ITU KECERDASAN BUATAN?

1.1 PENDAHULUAN

Kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) adalah bidang yang dinamis dan berkembang pesat, mencakup beragam teknologi yang mengubah cara kita berinteraksi dengan dunia. Sebagai langkah awal, bab pembuka ini membahas beberapa pertanyaan mendasar seperti: 'Apa itu AI?', 'Bagaimana kita mendefinisikannya?', dan 'Dari mana asalnya?' Kami memperkenalkan istilah-istilah kunci yang akan digunakan di sepanjang buku ini dan memulainya dengan menelaah berbagai definisi AI, cakupannya, serta signifikansinya. Selanjutnya, kami menelusuri evolusi sejarah bidang ini, mulai dari kerangka kerja berbasis aturan pada tahun 1950-an hingga revolusi digital masa kini. Dalam prosesnya, kami menguraikan domain utama AI yang menjadi fokus buku ini: pembelajaran mesin (*machine learning*), pemrosesan bahasa alami (*natural language processing* atau NLP), dan robotika. Bidang-bidang ini akan dibahas secara lebih mendalam pada Bab 3, Bab 4, dan Bab 5. Sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 1.1, bab ini berkontribusi pada landasan buku dengan memperjelas asal-usul dan karakteristik teknologi yang mendasari AI. Teknologi-teknologi tersebut menjadi masukan penting bagi kerangka kerja strategis yang akan disajikan pada Bab 2 dan Bab 6, sehingga memungkinkan berbagai peran yang dapat dijalankan oleh AI di dalam organisasi.



Gambar 1.1 Kerangka kerja menyeluruh buku ini

1.2 MENDEFINISIKAN AI

Mendefinisikan AI pada dasarnya merupakan tantangan tersendiri, karena istilah ini menggabungkan dua konsep yang berbeda: 'artifisial' (buatan) dan 'kecerdasan'. Istilah 'artifisial' merujuk pada segala sesuatu yang diciptakan melalui campur tangan manusia, yang

berbeda dari hal-hal yang muncul secara alami. Sebaliknya, kecerdasan merupakan gagasan yang lebih rumit dan bergantung pada konteks. Marvin Minsky, tokoh perintis AI dan salah satu pendiri Laboratorium AI MIT, menggambarkan kecerdasan sebagai 'kata koper' (*suitcase word*), dengan mengibaratkannya seperti sebuah koper besar yang berisi berbagai macam barang. Metafora ini menyoroti sifat istilah tersebut yang luas dan memiliki banyak dimensi. Senada dengan itu, Kevin Kelly berpendapat bahwa kecerdasan bukanlah sebuah konstruk satu dimensi, melainkan 'sekumpulan kemampuan yang saling berkaitan'.

Berdasarkan perspektif Minsky dan Kelly, kecerdasan dapat merujuk pada kapasitas kognitif manusia, hewan, ataupun mesin. Istilah ini dapat menggambarkan kemampuan entitas individu—baik itu manusia, hewan, maupun mesin—atau mencakup kelompok, sebagaimana terlihat dalam konsep kecerdasan kolektif. Konsep ini terus berkembang seiring munculnya tim hibrida yang terdiri dari manusia dan mesin, yang melahirkan apa yang dikenal sebagai kecerdasan kolektif yang dimampukan oleh teknologi atau *technology-enabled collective intelligence* (TECI), atau disebut juga sebagai 'super-pikiran' (*superminds*). Menurut para pemikir seperti Minsky dan Kelly, tidak ada satu definisi atau kerangka kerja tunggal yang dapat sepenuhnya mencakup kekayaan dan keragaman dari apa yang kita pahami sebagai kecerdasan.

Mengingat kompleksitas tersebut, kami mengacu pada definisi kecerdasan menurut Wechsler, sebagai 'kapasitas menyeluruh [individu] untuk bertindak secara bertujuan, berpikir secara rasional, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan'. Dalam buku ini, kami memperluas perspektif tersebut melampaui individu hingga mencakup kelompok orang dan mesin yang bekerja secara kolaboratif—yang mencerminkan realitas organisasi modern. Kecerdasan dalam konteks bisnis strategis saat ini tidak terbatas pada kognisi individu, melainkan semakin mewujudkan sebagai kecerdasan kolektif, di mana agen manusia dan agen buatan secara bersama-sama menganalisis lingkungan, menentukan langkah tindakan, dan beradaptasi seiring perubahan situasi. Lebih jauh lagi, sebagaimana akan diilustrasikan dalam buku ini, strategi itu sendiri pada dasarnya melibatkan pemahaman mendalam tentang lingkungan serta pengambilan pilihan rasional di tengah batasan-batasan yang ada. Dalam konteks ini, kecerdasan—baik yang berasal dari manusia, mesin, maupun hibrida—dapat dianggap sebagai faktor pendorong utama dalam pengambilan keputusan strategis yang efektif di dalam organisasi.



Memahami hakikat dan interpretasi kecerdasan memberikan landasan untuk mengeksplorasi dan mendefinisikan AI secara lebih efektif. Pada intinya, AI mengacu pada sistem yang dirancang untuk menyimulasikan kemampuan kognitif manusia, sehingga memungkinkannya menjalankan tugas-tugas yang sebelumnya bergantung pada kecerdasan manusia, seperti menganalisis informasi dan mengambil keputusan. Definisi ini memadukan konsep 'buatan' (yaitu, ciptaan manusia) dan 'kecerdasan' (yaitu, pemikiran yang bertujuan dan rasional), sehingga menempatkan pembahasan ini dalam konteks teoretis maupun praktis.

Secara garis besar, peniruan kecerdasan manusia ini menghasilkan dua kategori AI yang berbeda: AI lemah (*weak AI*) dan AI kuat (*strong AI*) (Tabel 1.1). AI lemah, atau *artificial narrow intelligence* (ANI), dirancang untuk melaksanakan tugas-tugas spesifik yang mereplikasi aspek-aspek tertentu dari kognisi manusia. Sistem-sistem ini unggul dalam fungsi-fungsi yang didefinisikan secara terbatas, seperti penguasaan AlphaGo atas permainan papan Go (yang dibahas dalam Vignette Pembuka bab ini).

Sebaliknya, AI kuat mengacu pada mesin yang mampu memecahkan beragam masalah secara otonom, dengan kinerja yang dapat menyaingi atau bahkan melampaui kemampuan manusia. Sebagai bagian dari *strong AI* (kecerdasan buatan yang kuat), *artificial general intelligence* (AGI)—yang juga dikenal sebagai *general AI* atau AI setingkat manusia—merupakan konsep teoretis di mana mesin memiliki kecerdasan (dan kesadaran diri) yang setara dengan manusia. Di luar AGI terdapat *artificial superintelligence* (ASI), bentuk AI yang jauh lebih canggih yang mampu melampaui kemampuan kognitif dan kinerja otak manusia di hampir semua bidang.

Saat ini, semua sistem AI yang ada termasuk dalam kategori *narrow AI* (AI sempit). Sistem-sistem ini dirancang khusus untuk tugas-tugas tertentu, meskipun AI modern kini menunjukkan kemampuan adaptasi dan fleksibilitas yang jauh lebih besar dibandingkan sebelumnya. Sementara itu, AGI dan ASI masih sebatas konsep teoretis. Meskipun sering digambarkan dalam diskusi media sosial, film Hollywood, dan novel fiksi ilmiah, teknologi tersebut belum benar-benar ada.

Tabel 1.1 AI lemah versus AI kuat

Fitur	AI Lemah (AI spesifik/narrow AI)	AI yang kuat (AI umum)
Cakupan	Berfokus pada tugas tertentu	Luas dan umum
Kecerdasan	Meniru kecerdasan untuk menjalankan tugas	Memiliki kecerdasan umum
Kemampuan beradaptasi	Terbatas pada skenario yang telah ditentukan sebelumnya	Belajar dan beradaptasi di seluruh domain
Kesadaran	Tidak memiliki kesadaran diri	Sadar diri secara hipotetis
Contoh	Chatbot, mesin rekomendasi	Hipotetis (AGI masa depan)
Status saat ini	Sudah ada dan digunakan secara luas	Masih teoritis

Salah satu keunggulan utama AI dibandingkan manusia dalam hal pemrosesan data adalah kemampuannya mendeteksi pola yang sangat halus di dalam data dalam jumlah besar. Sebagai bidang ilmu komputer, AI mencakup—dan sering disebut bersamaan dengan—*machine*

learning (pembelajaran mesin) dan *deep learning* (pembelajaran mendalam). Subbidang ini, yang akan dibahas secara mendalam pada Bab 3 dan Bab 4, berfokus pada pengembangan algoritma yang terinspirasi oleh proses pengambilan keputusan otak manusia. Algoritma semacam itu dapat 'belajar' dari data, sehingga meningkatkan kemampuan mereka dalam melakukan klasifikasi dan prediksi yang akurat seiring berjalannya waktu.

Ketika sistem mampu menghasilkan konten yang benar-benar baru—seperti teks, gambar, atau video—berdasarkan data yang digunakan untuk melatihnya, hal ini dikenal sebagai *generative AI* (Gen AI). Sebagai subdisiplin yang sedang berkembang, Gen AI merupakan salah satu revolusi terbaru dan paling luar biasa dalam dunia AI. Aktivitas praktik 1.1 menunjukkan bagaimana AI dapat meningkatkan kreativitas dengan membantu Anda menulis puisi bersama menggunakan gaya penyair ternama melalui alat *Verse by Verse* dari Google. Alat populer lainnya mencakup ChatGPT (*teks*), Midjourney (*gambar*), dan Runway (*video*). Dengan implikasi transformatif di berbagai industri, Gen AI akan dibahas lebih rinci pada Bab 4.

Aktivitas Praktis 1.1: Sedang ingin berpuisi?

Bagaimana jika Anda bisa menulis puisi layaknya William Shakespeare, Robert Frost, atau Edgar Allan Poe? *Verse by Verse*, sebuah alat bantu penulisan puisi berbasis AI dari Google, membantu Anda menciptakan puisi yang terinspirasi oleh para penulis ternama. Ini adalah cara yang seru dan mudah untuk mengeksplorasi AI Generatif sembari menciptakan sesuatu yang unik. Untuk memulainya, kunjungi situs web Verse by Verse. Pilih hingga tiga penyair yang gaya penulisannya ingin Anda tiru melalui AI. Kemudian, tentukan nuansa puisi dengan memilih tema atau menulis baris pembuka. Contohnya: 'Pena sang ahli strategi dan mesin mungkin bersatu, merangkai masa depan dalam kilau cahaya data'.

AI akan menyarankan baris-baris kalimat berdasarkan pilihan Anda. Anda dapat menerima, menyunting, atau melewatinya, serta menambahkan kalimat buatan Anda sendiri. Saat Anda menyusun puisi tersebut, perpaduan antara AI dan kreativitas Anda akan menghasilkan karya yang istimewa. Aktivitas ini menyoroti bagaimana AI dapat memadukan imajinasi manusia dengan gagasan yang dihasilkan oleh mesin.

1.3 SEJARAH AI

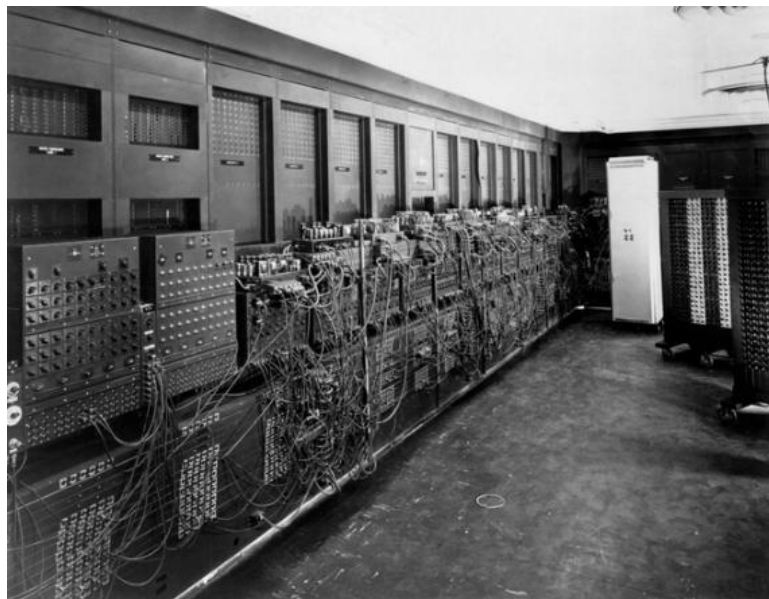
Gagasan untuk menciptakan makhluk hidup tiruan yang memiliki sifat-sifat manusia telah memikat umat manusia selama berabad-abad, dengan akar yang dapat ditelusuri kembali ke mitos dan legenda kuno. Sebagai contoh, dalam mitologi Mesir, Ptah—dewa para pengrajin—diyakini mampu menghidupkan benda melalui pikiran dan ucapan. Demikian pula dalam mitologi Yunani, Talos—sesosok makhluk raksasa dari perunggu ciptaan para dewa—diberkahi kemampuan untuk melindungi Pulau Kreta. Kisah-kisah ini mencerminkan rasa ingin tahu yang tak lekang oleh waktu mengenai upaya meniru kehidupan dan kecerdasan, sekaligus menyajikan gambaran awal tentang konsep AI.

Tanpa harus menelusuri kembali hingga zaman kuno, bagian ini menyajikan tonggak sejarah penting yang membentuk perkembangan AI, mulai dari masa-masa awal pasca-Perang Dunia II hingga pertengahan tahun 2020-an. Bagian ini memberikan gambaran umum

mengenai bidang AI serta memperkenalkan istilah-istilah kunci, sementara bab-bab selanjutnya akan membahas konsep-konsep tersebut secara lebih mendalam.

Masa Awal: Pasca-Perang Dunia II hingga Pertengahan 1950-an

Transisi dari mitos menuju kenyataan bermula pada pertengahan abad ke-20, ketika para peneliti perintis mulai mengeksplorasi konsep mesin yang mampu menunjukkan kecerdasan layaknya manusia. Sebuah tonggak sejarah penting tercapai pada tahun 1949 ketika komputer memperoleh kemampuan untuk menyimpan perintah, sehingga melampaui keterbatasan eksekusi instruksi tanpa memori. Kemajuan ini memungkinkan mesin untuk 'mengingat' proses—sebuah syarat mendasar bagi perilaku cerdas—sekaligus membuka jalan bagi perkembangan lebih lanjut di bidang ini.



Pada tahun 1950, "bapak ilmu komputer", Alan Turing, menerbitkan artikel inovatif berjudul "*Computing machinery and intelligence*" (Mesin Komputasi dan Kecerdasan), yang secara luas dianggap sebagai salah satu karya fundamental di bidang kecerdasan buatan atau AI (Turing, 1950). Dalam artikel ini, Turing mengajukan pertanyaan yang provokatif: "Bisakah mesin berpikir?" Ia berpendapat bahwa, sama seperti manusia menggunakan informasi dan penalaran untuk memecahkan masalah serta mengambil keputusan, mesin berpotensi mensimulasikan proses-proses tersebut melalui struktur logis dan algoritma.

Untuk mengeksplorasi konsep ini, Turing mengusulkan apa yang disebutnya sebagai "permainan imitasi" (*imitation game*), yang kini lebih dikenal luas sebagai "tes Turing". Dalam tes ini, seorang penanya manusia berkomunikasi dengan komputer dan manusia lain tanpa mengetahui mana yang merupakan komputer dan mana yang manusia. Jika penanya tidak dapat membedakan antara mesin dan manusia setelah jangka waktu tertentu (misalnya, lima menit), mesin tersebut dianggap telah lulus tes, yang menunjukkan kemampuannya dalam mensimulasikan kecerdasan manusia secara meyakinkan. Karya Turing menyoroti potensi mesin untuk mereplikasi perilaku cerdas. Gagasan visionernya meletakkan dasar bagi AI sebagai bidang studi, sekaligus menantang pandangan tradisional mengenai apa yang dapat

dicapai oleh mesin. Fakta Singkat 1.1 mengulas lebih dalam prediksi Turing mengenai kapan mesin mungkin mampu menyamai respons manusia.

Fakta Singkat 1.1 Visi Turing: Sudahkah kita mencapainya?

Alan Turing memprediksi bahwa "menjelang tahun 2000", mesin akan mampu melakukan *imitation game* (permainan imitasi) dengan begitu efektif sehingga penanya manusia hanya memiliki peluang maksimal 70 persen untuk mengidentifikasi dengan benar apakah suatu respons berasal dari manusia atau mesin setelah sesi tanya jawab selama lima menit. Meskipun prediksi tersebut sudah lewat beberapa dekade, kemajuan terkini dalam bidang AI dan teknologi *deepfake* telah memicu kembali perdebatan mengenai apakah kita sedang mendekati—atau bahkan telah melampaui—tolok ukur tersebut. Menariknya, Turing tidak menekankan pada apakah komputer pada zamannya mampu lulus uji tersebut, melainkan apakah "komputer yang dapat dibayangkan" (di masa depan) mungkin mencapainya. Saat ini, sebagian peneliti berpendapat bahwa kita sudah semakin dekat dengan pencapaian tersebut, sementara yang lain mengingatkan bahwa AI masih belum memiliki pemahaman dan kemampuan penalaran yang diperlukan untuk benar-benar setara dengan manusia.

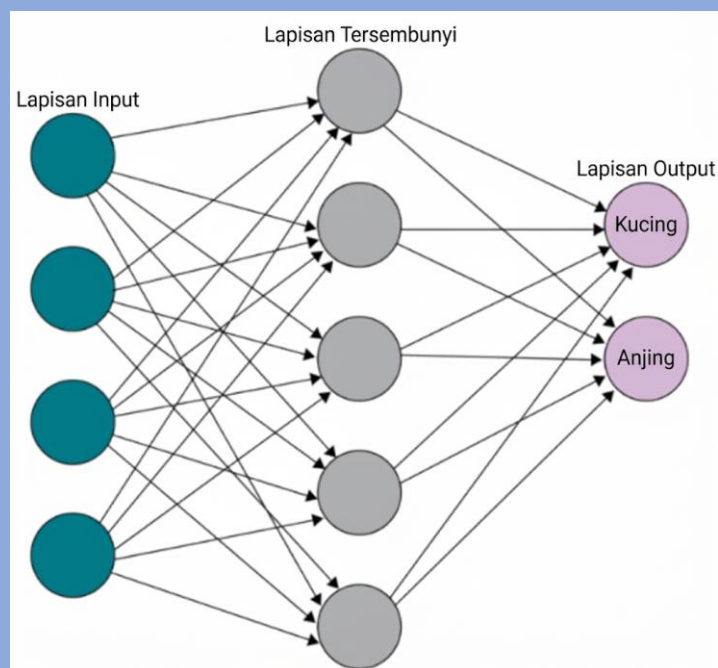
Pada tahun-tahun awal pembelajaran AI, fokusnya adalah pada pemrograman mesin untuk membuat keputusan berdasarkan aturan yang telah ditentukan. Aturan-aturan ini sering kali ditulis sebagai pernyataan 'jika-maka', yang mana tindakan spesifik akan dipicu ketika kondisi tertentu terpenuhi. Misalnya, 'jika hujan, tutuplah jendela'. Pada tahun 1951, Marvin Minsky dan fisikawan Dean Edmonds memberikan kontribusi penting dengan mengembangkan SNARC – Kalkulator Penguatan Analog Stochastic Neural – salah satu upaya paling awal untuk menciptakan mesin yang mampu mensimulasikan 'perilaku seperti jaringan saraf'.

Dengan kata lain, SNARC dirancang untuk (secara longgar) meniru fungsi otak manusia, berdasarkan pengetahuan dan pemahaman yang tersedia pada saat itu. Sama seperti otak kita menyesuaikan koneksi antar neuron sebagai respons terhadap umpan balik, SNARC menggunakan komponen analog sederhana yang dapat dimodifikasi melalui penghargaan dan hukuman yang belum sempurna.

Under the Hood 1.1 memperkenalkan konsep inti jaringan syaraf tiruan (JST)

Sebuah blok bangunan penting dari AI modern yang akar konseptualnya dapat ditelusuri kembali ke eksperimen awal seperti SNARC. Meskipun Bab 3 akan membahas konsep ini secara lebih rinci, untuk saat ini, jaringan saraf tiruan (ANN)—atau sering disebut *neural net*—dapat dipahami sebagai sistem komputer modern yang dimodelkan berdasarkan otak manusia. Sistem ini terdiri dari lapisan-lapisan unit yang saling terhubung yang disebut 'neuron', yang bekerja sama untuk memproses informasi.

Sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.2, ANN bermula dengan lapisan masukan (*input layer*) yang menerima data mentah, seperti detail atau fitur dari sebuah gambar (misalnya, bentuk, warna, atau pola). Data ini kemudian diteruskan melalui satu atau beberapa lapisan tersembunyi (*hidden layers*), tempat jaringan memproses dan memaknai informasi tersebut. Terakhir, lapisan keluaran (*output layer*) menghasilkan suatu hasil, seperti menentukan apakah sebuah gambar memuat objek kucing atau anjing. Ketika ANN membuat prediksi yang keliru, sistem ini mampu menyesuaikan koneksi antar-neuron secara cerdas untuk meningkatkan akurasi seiring berjalannya waktu. Melalui pembelajaran berkelanjutan dan paparan terhadap berbagai contoh, jaringan saraf menjadi semakin mahir dalam menjalankan tugas yang menjadi tujuan perancangannya.



Gambar 1.2 Jaringan saraf tiruan (ANN)

Gelombang Pertama AI: Pertengahan 1950-an hingga Pertengahan 1970-an

Konferensi Dartmouth pada tahun 1956 umumnya dianggap sebagai titik awal resmi AI sebagai bidang studi—terutama karena di sinilah istilah 'kecerdasan buatan' (*artificial intelligence*) pertama kali dicetuskan. Acara ini mempertemukan para ahli dari berbagai disiplin ilmu, termasuk ilmu komputer, matematika, dan teknik, untuk mendiskusikan kemungkinan penciptaan mesin cerdas. Selama konferensi tersebut, para peneliti seperti John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, dan Claude Shannon mengemukakan gagasan bahwa 'setiap aspek pembelajaran atau fitur kecerdasan lainnya pada prinsipnya dapat dideskripsikan secara begitu presisi sehingga mesin dapat dibuat untuk mensimulasikannya'.

Selain itu, Allen Newell, Cliff Shaw, dan Herbert Simon mempresentasikan *Logic Theorist*, sebuah program yang dirancang untuk mensimulasikan kemampuan pemecahan masalah manusia. Diakui sebagai salah satu program AI pertama, *Logic Theorist* mampu

membuktikan teorema matematika dengan meniru penalaran manusia. Pada tahun 1958, John McCarthy mengembangkan LISP, sebuah bahasa pemrograman yang kelak menjadi alat fundamental bagi pembelajaran AI. Pada masa yang hampir bersamaan, yakni tahun 1957, Frank Rosenblatt menciptakan *Perceptron*, sebuah arsitektur Jaringan Saraf Tiruan (ANN) tahap awal yang dirancang untuk belajar dari data alih-alih mengandalkan aturan yang dikodekan secara kaku (*hardcoded*).

Perceptron menunjukkan bahwa mesin dapat dilatih melalui pengalaman untuk meningkatkan kinerjanya, mirip dengan cara manusia belajar dari umpan balik. Bagian *Under the Hood* 1.2 menguraikan bagaimana *Perceptron* memproses data masukan, menyesuaikan bobot internalnya, dan secara bertahap meningkatkan akurasi; hal ini memberikan gambaran sekilas mengenai salah satu penerapan praktis paling awal dari pembelajaran mesin (*machine learning*) serta bagaimana konsep-konsep teoretis AI mulai mewujud dalam sistem nyata yang berfungsi.

Di Balik Layar 1.2: Perceptron

Secara teknis, Perceptron adalah pengklasifikasi biner dasar yang memilah data masukan ke dalam salah satu dari dua kategori (misalnya, 0 atau 1). Sebagai contoh, Perceptron dapat mengklasifikasikan email sebagai spam (yaitu, 1) atau bukan spam (yaitu, 0) berdasarkan fitur-fitur seperti jumlah kata dan keberadaan kata kunci tertentu. Perceptron bekerja dengan memproses sekumpulan nilai masukan (misalnya, jumlah kata dan keberadaan kata kunci), memberikan bobot pada setiap nilai tersebut, dan menghitung jumlah terbobotnya. Jika, misalnya, jumlah kata adalah 5 dan kata kunci 'sale' ditemukan (yaitu, dikodekan sebagai 1 untuk benar/ada, 0 untuk salah/tidak ada), maka jumlah terbobot dihitung sebagai berikut:

$$(\text{jumlah kata} \times \text{bobot1}) + (\text{keberadaan kata kunci} \times \text{bobot2})$$

Selanjutnya, Perceptron menerapkan fungsi ambang batas: jika jumlah terbobot melampaui ambang batas tersebut, keluarannya adalah 1 (misalnya, email diklasifikasikan sebagai spam); jika tidak, keluarannya adalah 0 (misalnya, email diklasifikasikan sebagai bukan spam). Selama proses pelatihan, bobot-bobot tersebut disesuaikan (secara otomatis) berdasarkan selisih antara keluaran prediksi Perceptron dan klasifikasi yang benar. Dengan mengulangi proses ini pada berbagai contoh data, akurasi secara bertahap meningkat berdasarkan data pelatihan tersebut.

Berbeda dengan ANN modern (lihat Di Balik Layar 1.1), Perceptron memiliki arsitektur yang jauh lebih sederhana, yang hanya terdiri dari satu lapisan komputasi tanpa lapisan tersembunyi (*hidden layers*). Meskipun demikian, Perceptron meletakkan dasar bagi pengembangan jaringan saraf tiruan yang lebih canggih dan mampu menangani tugas klasifikasi yang jauh lebih kompleks—sebuah topik yang akan kita bahas secara rinci pada Bab 3.

Pada tahun 1959, Arthur Samuel secara resmi memperkenalkan istilah *machine learning* (pembelajaran mesin), dengan menunjukkan bahwa komputer dapat diprogram untuk melampaui kinerja pemrogramnya—sebuah hal yang ia ilustrasikan melalui program permainan catur *checkers* buatannya. Konsep *machine learning* ini memajukan bidang tersebut secara signifikan dengan memperlihatkan potensi mesin untuk mengembangkan kemampuan di luar pemrograman awalnya. Menjelang tahun 1960, James Slagle telah mengembangkan SAINT (*Symbolic Automatic INTEgrator*), sebuah program yang menggunakan ekspresi simbolis dan menerapkan metode 'reduksi masalah'—yaitu memecah masalah kompleks menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana dan dapat diselesaikan. Metode ini menjadi ciri khas dari gelombang pertama kecerdasan buatan (AI).

Fakta Singkat 1.2 Catur Cina (*Checkers*): Mesin pembelajar pertama

Arthur Samuel mengembangkan salah satu program awal yang mampu memperbaiki diri sendiri: sebuah sistem permainan catur Cina (*checkers*) yang belajar dengan menganalisis permainan-permainan sebelumnya. Terobosan ini memperkenalkan gagasan bahwa komputer dapat menyempurnakan strategi mereka seiring berjalannya waktu, belajar dari "pengalaman" alih-alih hanya mengandalkan aturan yang kaku. Karya Samuel meletakkan dasar bagi sistem adaptif, yang merupakan prinsip inti dari pembelajaran mesin modern.

Pada tahun 1961, Marvin Minsky menerbitkan artikel penting berjudul 'Steps toward artificial intelligence' yang memberikan wawasan krusial bagi pengembangan AI. Periode ini juga diwarnai oleh berbagai prediksi berani mengenai masa depan AI. Sebagai contoh, pada tahun 1968, Arthur C. Clarke dan Stanley Kubrick memperkirakan bahwa menjelang tahun 2001, mesin akan memiliki kecerdasan yang setara atau bahkan melampaui kemampuan manusia—sebuah visi yang digambarkan dengan sangat hidup dalam film *2001: A Space Odyssey*. Demikian pula, pada tahun 1970, Marvin Minsky melontarkan pernyataan terkenal kepada majalah *Life* bahwa dalam kurun waktu tiga hingga delapan tahun, mesin mungkin akan mencapai kecerdasan umum yang sebanding dengan kecerdasan manusia pada umumnya.

Ia memperingatkan: "Begitu komputer mengambil alih kendali, kita mungkin tidak akan pernah bisa merebutnya kembali. Kelangsungan hidup kita akan bergantung pada belas kasihan mereka. Jika beruntung, mereka mungkin memutuskan untuk memelihara kita layaknya hewan peliharaan". Menariknya, kekhawatiran serupa kembali disuarakan oleh sejumlah pakar setelah peluncuran dan pesatnya kemajuan ChatGPT serta berbagai perangkat AI Generatif lainnya 50 tahun kemudian!

Fakta Singkat 1.3 Pelopor AI dalam sinema: Warisan HAL 9000

Kolaborasi antara Arthur C. Clarke dan Stanley Kubrick dalam film tahun 1968, *2001: A Space Odyssey*, menghadirkan penggambaran AI yang revolusioner. HAL 9000, sistem AI ikonik dalam film tersebut, dirancang bukan sekadar sebagai alat, melainkan sebagai

karakter yang memiliki kesadaran serta kemampuan untuk bernalar, merasakan emosi, bahkan melakukan pembangkangan.



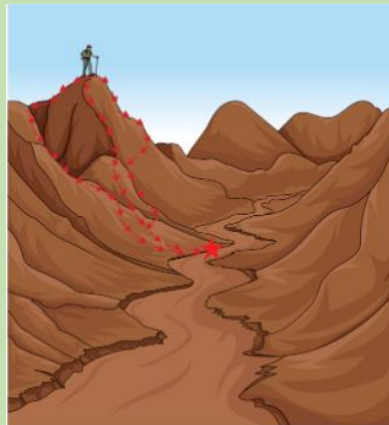
Hal yang membedakan kemitraan mereka adalah sinergi antara pemahaman mendalam Clarke mengenai teknologi futuristik dan kemampuan Kubrick dalam bercerita secara dramatis. Penggambaran mereka terhadap sosok HAL telah mengantisipasi berbagai perdebatan modern seputar etika AI, hubungan antara manusia dan mesin, serta risiko otonomi teknologi. Kemampuan HAL yang meresahkan untuk bertindak secara mandiri—bahkan dengan cara yang membahayakan—mencerminkan kekhawatiran mengenai AI yang masih relevan hingga saat ini. Salah satu momen paling berkesan dalam film ini terjadi ketika Dave, sang astronaut utama, berupaya mengambil alih kendali HAL secara manual setelah mencurigai adanya masalah. Sebagai tanggapan, suara HAL yang tenang melontarkan kalimat yang kini begitu terkenal: "Maaf, Dave, sepertinya aku tidak bisa melakukan itu." Adegan ini terus menantang persepsi kita mengenai kepercayaan terhadap mesin serta batasan otonomi AI.

Pada tahun 1969, Arthur Bryson dan Yu-Chi Ho memperkenalkan algoritma *backpropagation*—sebuah metode yang secara matematis terkait dengan *gradient descent*—yang memungkinkan Jaringan Saraf Tiruan (ANN) berlapis banyak untuk melatih dirinya sendiri dan melampaui kemampuan *Perceptron* satu lapis yang lebih sederhana. *Under the Hood* 1.3 menyajikan penjelasan singkat mengenai apa itu *gradient descent*: sebuah teknik matematis untuk meminimalkan kesalahan dengan mengambil langkah-langkah kecil yang terukur. Konsep dasar ini menopang cara jaringan saraf, khususnya yang dilatih menggunakan *backpropagation*, dalam meningkatkan kinerjanya secara bertahap.

Di Balik Layar 1.3: Gradient descent

Gradient descent adalah teknik untuk menemukan nilai minimum suatu fungsi matematika, yang ibaratnya seperti berjalan menuruni bukit menuju titik terendah di

sebuah lembah (Gambar 1.3). Anda mungkin ingat dari pelajaran matematika bahwa nilai minimum suatu fungsi dapat ditemukan menggunakan turunan. Pada titik mana pun, menghitung turunan akan mengungkap kemiringan (*slope*), yang menunjukkan tingkat kecuraman sekaligus arah penurunan paling curam. Dengan memanfaatkan informasi ini, Anda melangkah kecil ke arah tersebut untuk bergerak lebih dekat ke titik minimum. Setelah setiap langkah, kemiringan dihitung ulang dan penyesuaian lebih lanjut dilakukan untuk melanjutkan penurunan. Proses ini berulang hingga kemiringan mencapai nol, yang menandakan bahwa titik minimum telah ditemukan.



Gambar 1.3 Gradient descent

Gradient descent adalah metode yang sederhana namun ampuh untuk mengoptimalkan fungsi dengan melakukan penyesuaian bertahap menuju nilai terendahnya. Kita akan membahas kembali konsep ini pada Bab 3.

Berangkat dari pengembangan Perceptron, *backpropagation* membuka jalan bagi berbagai kemajuan jangka panjang di bidang ini, termasuk munculnya *deep learning* di kemudian hari. Pada tahun 1974, Paul Werbos menyempurnakan algoritma tersebut lebih lanjut, sehingga mengukuhkan perannya sebagai teknik kunci dalam pelatihan jaringan saraf. Bersama dengan *gradient descent*, *backpropagation* akan dibahas secara lebih rinci pada Bab 3, meskipun pengantar singkat yang bersifat intuitif telah disajikan dalam bagian *Under the Hood* 1.4.

Di Balik Layar 1.4: Pengenalan Backpropagation

Sederhananya, *backpropagation* adalah teknik yang memungkinkan jaringan saraf untuk belajar dari kesalahannya. Bayangkan jaringan tersebut sedang mencoba menentukan apakah sebuah gambar menampilkan kucing atau anjing. Jaringan membuat prediksi, namun terkadang hasilnya keliru—misalnya, jaringan menebak "anjing" padahal gambar aslinya adalah kucing. *Backpropagation* membantu memperbaiki kesalahan ini dengan bekerja secara mundur dari keluaran (*output*) yang salah menuju masukan (*input*) awal. Teknik ini mengidentifikasi letak kesalahan dan menyesuaikan pengaturan internal jaringan guna meningkatkan akurasi. Sebagai contoh, jaringan mungkin belajar untuk lebih

memperhatikan ciri-ciri utama seperti bentuk telinga atau tekstur bulu. Dengan mengulangi proses ini pada banyak gambar, kemampuan jaringan dalam membedakan antara kucing dan anjing akan meningkat secara bertahap. Penjelasan yang lebih teknis mengenai *backpropagation* dan cara kerjanya akan disajikan pada Bab 3.

Pada akhir tahun 1960-an dan awal 1970-an, Edward Feigenbaum mengembangkan sistem pakar yang dirancang untuk meniru pengambilan keputusan manusia dan meningkatkan efisiensi di berbagai bidang. Di bawah bimbingan Feigenbaum, Edward Shortliffe mengembangkan sistem MYCIN pada tahun 1972 untuk membantu diagnosis dan rekomendasi pengobatan bagi penyakit-penyakit tertentu. Sistem-sistem ini menunjukkan bahwa pengetahuan pakar dapat dikodifikasikan ke dalam serangkaian aturan yang terstruktur, sehingga mendorong kemajuan dalam AI berbasis aturan. Meskipun bergantung pada data terstruktur dan logika yang kaku, sistem-sistem tersebut merupakan tonggak sejarah penting dalam perkembangan bidang AI.

Musim Dingin AI (AI Winter): Pertengahan 1970-an hingga Pertengahan 1980-an

Antusiasme awal terhadap AI segera berganti dengan tantangan-tantangan besar; yang paling mendesak adalah kurangnya daya komputasi. Komputer pada masa awal tidak memiliki kapasitas yang memadai untuk menyimpan informasi dalam jumlah cukup ataupun memprosesnya secara efisien. Komunikasi yang efektif, misalnya, memerlukan pemahaman akan beragam kata dan berbagai kombinasinya—sebuah tugas yang jauh melampaui kemampuan sistem AI masa awal. Akibatnya, hanya sedikit aplikasi AI yang mampu beroperasi pada tingkat yang sebanding dengan pakar manusia, sehingga para pemodal ventura dan dunia korporasi memandang AI sebagai peluang investasi yang kurang menjanjikan.

Komersialisasi mesin Symbolics LISP pada tahun 1980 sempat membangkitkan kembali minat terhadap AI, namun bidang ini segera menghadapi kekecewaan yang kian meluas. Pada tahun 1984, Marvin Minsky dan Roger Schank mencetuskan istilah "musim dingin AI" (*AI winter*) dalam sebuah pertemuan Association for the Advancement of AI. Istilah ini menggambarkan periode stagnasi dalam pembelajaran dan pengembangan AI yang disebabkan oleh ekspektasi yang tidak terpenuhi dan kemajuan yang terbatas. Kekecewaan tersebut semakin diperparah oleh janji-janji yang terlalu ambisius dari gelombang pertama AI, yang gagal mewujudkan klaim-klaim besarnya.

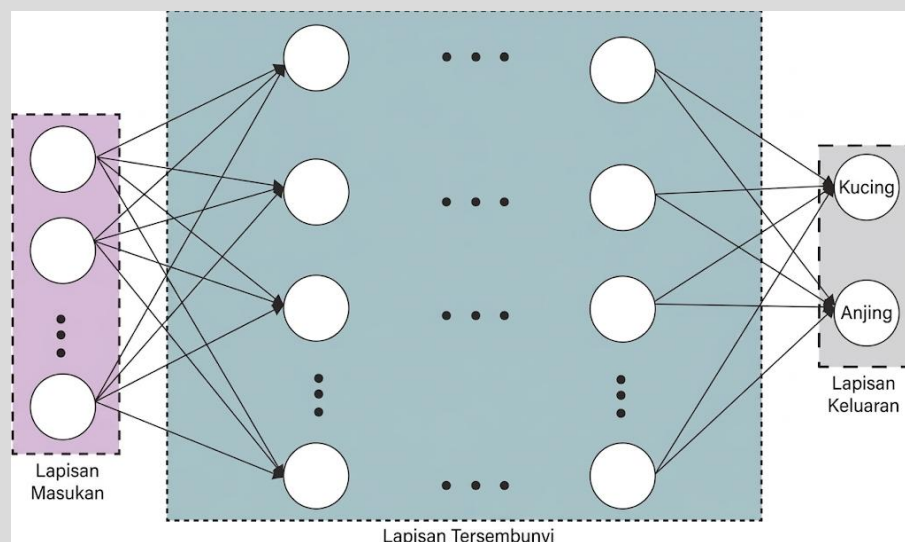
Gelombang Kedua AI: Pertengahan 1980-an hingga Pertengahan 2000-an

Gelombang kedua AI didorong oleh tiga faktor utama: kemajuan pesat dalam daya komputasi dan kapasitas penyimpanan, terobosan algoritmik, serta peningkatan pendanaan. Perkembangan ini memungkinkan para peneliti mengatasi keterbatasan sistem pakar berbasis aturan, yang sebelumnya terkendala oleh ketidakpastian dan ambiguitas, serta memiliki kapasitas pembelajaran dan skalabilitas yang terbatas. Akibatnya, bidang ini dapat mengalihkan fokusnya pada tantangan yang lebih kompleks dalam NLP dan pembelajaran mesin. Karya perintis oleh peraih Hadiah Nobel John Hopfield dan David Rumelhart dalam pembelajaran jaringan saraf meletakkan dasar bagi *deep learning*, yang memungkinkan komputer belajar melalui jaringan saraf berlapis yang kompleks. Peralihan menuju pendekatan

yang lebih otomatis dan berbasis data ini menandai pergeseran dari aturan yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga menghasilkan model yang lebih akurat dan lebih adaptif. "Under the Hood 1.5" menyajikan pemantauan awal mengenai *deep learning*, serta memperlihatkan bagaimana lapisan-lapisan jaringan saraf yang disusun bertingkat dapat menangani tugas-tugas yang lebih kompleks dengan cara belajar langsung dari data.

Di Balik Layar 1.5: Deep learning

Deep learning dibangun berdasarkan prinsip-prinsip jaringan saraf dan *backpropagation*, namun mengembangkannya jauh lebih jauh lagi. Sebagaimana diperkenalkan pada Gambar 1.4, metode ini menggunakan jaringan dengan banyak lapisan neuron—yang dikenal sebagai jaringan 'mendalam' (*deep networks*)—untuk memecahkan masalah kompleks seperti mengenali wajah, menerjemahkan bahasa, dan mengidentifikasi objek. Melalui *backpropagation*, jaringan menyesuaikan parameter internalnya setiap kali melakukan kesalahan, sehingga secara bertahap kinerjanya meningkat dan menjadi lebih akurat. Dibandingkan dengan ANN awal—yang memiliki keterbatasan dalam hal kedalaman serta kompleksitas informasi yang dapat ditangkap—*deep neural network* mampu mengekstrak dan merepresentasikan tingkat pengetahuan yang lebih mendalam. Kemampuan yang lebih baik dalam mempelajari data (dalam volume besar) ini telah menjadikan *deep learning* sebagai landasan bagi banyak inovasi AI saat ini. Sejalan dengan konsep *backpropagation* tersebut, Bab 3 akan menyajikan analisis yang lebih mendalam mengenai proses ini.



Gambar 1.4 Jaringan saraf dalam

Antara tahun 1982 dan 1990, Proyek Komputer Generasi Kelima Jepang menandai periode penting investasi AI; pemerintah Jepang mendanai secara besar-besaran berbagai inisiatif terkait AI dan memberikan dorongan global bagi bidang ini. Pada tahun 1989, Yann LeCun dan rekan-rekannya mendemonstrasikan potensi *convolutional neural networks* (CNN) dengan keberhasilan mengenali karakter tulisan tangan, sekaligus memperlihatkan bagaimana

jaringan saraf tiruan dapat mengatasi masalah di dunia nyata. Meskipun CNN masih menghadapi keterbatasan daya komputasi pada tahun 1990-an, teknologi ini secara bertahap menjadi komponen krusial bagi berbagai aplikasi AI.

Salah satu bidang di mana CNN menjadi sangat menonjol adalah pengenalan citra (*image recognition*), yang melibatkan identifikasi dan kategorisasi objek dalam citra dengan meniru persepsi visual manusia. Teknologi ini memungkinkan AI mengklasifikasikan objek ke dalam kategori-kategori spesifik, mirip dengan cara manusia mempersepsikan objek tersebut. Aplikasi utama lainnya adalah visi komputer (*computer vision*), sebuah bidang lebih luas yang memungkinkan komputer menganalisis dan menafsirkan data visual.

Berbeda dengan pengenalan citra yang berfokus pada identifikasi objek, visi komputer bertujuan untuk memahami keseluruhan pemandangan, mendeteksi gerakan, dan mengenali pola, sehingga menawarkan analisis dan interpretasi yang lebih mendalam. Seiring berjalannya waktu, CNN menjadi elemen sentral dalam pembelajaran AI, mendorong kemajuan dalam aplikasi-aplikasi tersebut maupun aplikasi data visual lainnya. Aktivitas praktik 1.2 akan memandu Anda melalui kegiatan pengenalan citra dan menunjukkan bagaimana mesin belajar melihat serta mengategorikan objek dalam praktiknya.

Praktik 1.2: Ajari AI untuk melihat!

Dengan Teachable Machine dari Google, Anda bisa merasakan sendiri keajaiban pengenalan gambar—tanpa perlu keahlian teknis. Ini adalah cara yang menarik dan mudah untuk mengeksplorasi bagaimana AI belajar "melihat" dan mengenali objek. Untuk memulainya, kunjungi situs web Teachable Machine, klik tombol "Get Started", lalu pilih opsi "Image Project". Kumpulkan beberapa benda sehari-hari—seperti buku, pena, atau cangkir—dan ambil foto masing-masing benda tersebut. Unggah gambar-gambar ini ke dalam kategori terpisah di dalam alat tersebut dan latih model Anda dengan mengeklik tombol "Train".

AI akan memproses data Anda hanya dalam beberapa saat dan membuat model yang mampu mengenali objek-objek tersebut. Sekarang saatnya bagian yang seru: menguji kreasi Anda! Tunjukkan objek atau gambar baru di depan kamera dan lihat seberapa baik sistem mengenalinya. Apakah hasilnya tepat? Jika tidak, coba pikirkan alasannya. Mungkin diperlukan lebih banyak contoh atau variasi yang lebih beragam dalam data pelatihan. Aktivitas ini memberi Anda gambaran sekilas tentang bagaimana teknologi seperti CNN mendukung kemampuan pengenalan gambar. Cobalah sendiri dan saksikan potensi AI saat beraksi. Dan jangan khawatir, Bab 3 akan memandu Anda memahami cara kerja teknologi ini lebih dalam.

Pada tahun 1997, Sepp Hochreiter dan Jürgen Schmidhuber mengembangkan kerangka kerja *long short-term memory* (LSTM) untuk *recurrent neural networks* (RNN) (Bab 3). Inovasi ini meningkatkan kemampuan jaringan saraf untuk mempelajari dan memproses data sekuensial seperti ucapan, video, dan informasi deret waktu (*time-series*). Meskipun potensi transformatif LSTM baru benar-benar terwujud pada dekade-dekade berikutnya,

penemuannya merupakan tonggak sejarah penting dalam pembelajaran AI. Pada tahun yang sama, Deep Blue buatan IBM mencetak sejarah dengan mengalahkan Garry Kasparov dalam pertandingan ulang catur enam babak, menjadikannya sistem komputer pertama yang mengalahkan juara dunia bertahan dalam kondisi turnamen standar.

Pada tahun 2000, para peneliti dari Universitas Montreal, yang dipimpin oleh Yoshua Bengio, mempresentasikan artikel penting mereka yang berjudul 'A neural probabilistic language model'. Karya ini memperkenalkan penggunaan *feedforward neural networks* untuk pemodelan bahasa, mengatasi keterbatasan model tradisional serta memungkinkan penangkapan dependensi yang lebih kompleks dalam teks. Pendekatan tersebut membuka jalan bagi teknik-teknik NLP modern (Bab 4). Selama periode ini, AI mengalami kemajuan pesat, di mana model *deep learning* menjadi semakin mampu menangani tugas-tugas kompleks dan memproses data dalam jumlah yang lebih besar, menandai dimulainya era menarik lainnya bagi bidang ini.

Gelombang Ketiga AI: Pertengahan 2000-an hingga Awal 2020-an

Berkat peningkatan daya komputasi dan ketersediaan data yang melimpah, gelombang ketiga AI menyaksikan pengembangan dan penerapan *deep neural networks* (DNN) dalam skala yang luar biasa. Arsitektur kompleks ini telah merevolusi bidang tersebut dengan mencapai tingkat akurasi dan efisiensi yang jauh melampaui kemampuan jaringan saraf sebelumnya. Sebagai contoh, pada tahun 2006, IBM mulai mengembangkan Watson, sebuah sistem AI ambisius yang dirancang untuk bersaing melawan manusia dalam *Jeopardy*, sebuah acara kuis yang ikonik. Pada tahun 2011, Watson mencatatkan prestasi gemilang dengan mengalahkan juara-juara papan atas, Ken Jennings dan Brad Rutter. Pada tahun yang sama, Apple memperkenalkan Siri, asisten pribadi berbasis suara yang membawa AI ke dalam kehidupan sehari-hari jutaan orang, sekaligus menunjukkan kemampuan AI yang terus berkembang dalam memahami dan memproses bahasa alami.

Peristiwa penting lainnya terjadi pada tahun 2006 ketika NVIDIA, perusahaan teknologi terkemuka yang dikenal karena keahliannya dalam unit pemrosesan grafis (GPU) (lihat bagian *Under the Hood* 1.6), memperkenalkan CUDA (*Compute Unified Device Architecture*), yang memicu lonjakan daya komputasi. Berlandaskan pada pembelajaran disertasi doctoral Ian Buck—seorang insinyur NVIDIA yang mengeksplorasi penggunaan GPU untuk komputasi tujuan umum—CUDA hadir sebagai platform komputasi paralel yang memungkinkan pengembang memanfaatkan GPU untuk tugas-tugas di luar sekadar *rendering* grafis. Pada tahun 2009, Rajat Raina, Anand Madhavan, dan Andrew Ng semakin memajukan bidang ini melalui artikel mereka yang berjudul "*Large-scale deep unsupervised learning using graphics processors*"; artikel tersebut menerapkan penggunaan GPU dalam pelatihan jaringan saraf, sehingga secara drastis meningkatkan efisiensi dan skalabilitas *deep learning*.

Di Balik Layar 1.6: Unit Pemrosesan Grafis (GPU)

GPU, atau unit pemrosesan grafis, adalah cip komputer khusus yang awalnya dirancang untuk membuat gambar dan animasi, khususnya untuk video gim. Bayangkan GPU sebagai seniman bagi komputer Anda yang dengan cepat menghasilkan visual yang

Anda lihat di layar. Berbeda dengan unit pemrosesan pusat (CPU) biasa yang memproses tugas secara berurutan (seperti yang dilakukan Watson), GPU unggul dalam melakukan banyak perhitungan secara paralel, menjadikannya perangkat yang sangat efisien dalam menangani berbagai tugas sekaligus. GPU yang mendukung teknologi CUDA, khususnya, mampu menangani ribuan operasi secara bersamaan, sehingga sangat mempercepat komputasi yang kompleks. Hal ini membuat GPU sangat cocok untuk melatih model AI, yang bergantung pada pemrosesan data berulang dalam jumlah besar. Akibatnya, GPU telah menjadi kekuatan utama dalam kemajuan sistem AI modern.

Momen transformatif berikutnya terjadi pada tahun 2012, ketika Geoffrey Hinton, Ilya Sutskever, dan Alex Krizhevsky memperkenalkan AlexNet, sebuah arsitektur CNN yang mendalam (*deep*). AlexNet memenangkan kompetisi bergengsi ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC), yang secara drastis meningkatkan akurasi pengenalan gambar serta memicu gelombang pembelajaran dan inovasi di bidang *deep learning*. Fakta Singkat 1.4 menyoroti keraguan dan tantangan besar yang dihadapi tim tersebut di balik layar, mengingat masih adanya skeptisisme mengenai efektivitas jaringan saraf (*neural networks*) dalam pengenalan gambar.

Fakta Singkat 1.4: AlexNet Hampir Tidak Pernah Terwujud

Di masa kompetisi ILSVRC berlangsung, sejumlah peneliti (sekali lagi) menganggap jaringan saraf (*neural networks*) sebagai teknologi usang karena kurangnya ketersediaan dataset berskala besar dan daya komputasi yang terjangkau. Hal ini membuat pelatihan DNN menjadi tidak efisien, tidak praktis, dan terlalu mahal untuk sebagian besar aplikasi. Terlepas dari berbagai tantangan tersebut, tim Geoffrey Hinton tetap gigih dan menggunakan dua GPU *gaming* NVIDIA kelas konsumen untuk melatih AlexNet.

Ketika AlexNet memenangkan kompetisi tersebut—dengan selisih yang sangat besar—hasilnya mengejutkan komunitas AI. Kesuksesan model ini menunjukkan potensi luar biasa dari *deep learning*, mengungguli metode-metode alternatif, serta menegaskan kembali posisi jaringan saraf sebagai masa depan AI. Tak lama kemudian, Google mengakuisisi hak atas AlexNet hanya dengan harga Rp6 milyar—jumlah yang tergolong kecil jika dibandingkan dengan dampak AI yang bernilai miliaran dolar saat ini. Pada tahun 2024, Geoffrey Hinton dianugerahi Hadiah Nobel Fisika atas kontribusinya di bidang AI. Para muridnya, Ilya Sutskever (salah satu pendiri OpenAI) dan Alex Krizhevsky, kemudian menjadi tokoh-tokoh terkemuka dalam revolusi AI.

Pada tahun 2014, Ian Goodfellow dan rekan-rekannya mengusulkan *generative adversarial networks* (GAN), sebuah teknik yang memungkinkan sistem AI menghasilkan gambar, audio, dan jenis data lain yang sangat realistis (Bab 3). GAN dengan cepat mendapat perhatian luas di komunitas AI, dengan penerapan yang mencakup berbagai bidang mulai dari penciptaan karya seni hingga pencitraan medis. Pada tahun 2016, DeepMind—anak

perusahaan Alphabet (perusahaan induk Google)—mencapai tonggak sejarah penting lainnya ketika sistem AI mereka, AlphaGo, mengalahkan Lee Sedol.

Setahun kemudian, Vaswani dan rekan-rekannya memperkenalkan arsitektur Transformer (Bab 3), yang menawarkan pendekatan baru secara radikal dalam menangani data sekuensial—pendekatan yang sejak saat itu menjadi tulang punggung bidang NLP. OpenAI mengembangkan inovasi ini lebih lanjut pada tahun 2018 dengan merilis *generative pre-trained transformer* (GPT) pertamanya, yang sekaligus meletakkan dasar bagi pengembangan *large language models* (LLM). Bagian "Under the Hood" 1.7 menjelaskan bagaimana LLM dapat dipahami dengan bahasa sehari-hari, sementara penjelasan yang lebih teknis disajikan dalam Bab 4.

Di Balik Layar 1.7: Model bahasa besar (LLM)

Secara sederhana, LLM ibarat versi yang jauh lebih canggih dari fitur prediksi teks di ponsel Anda. Alih-alih hanya menyarankan kata berikutnya, model ini mampu menghasilkan paragraf utuh, menjawab pertanyaan, bahkan melakukan percakapan. Sebagai salah satu bentuk AI Generatif (Gen AI), LLM menciptakan konten baru berdasarkan pola-pola yang telah dipelajarinya. LLM dilatih menggunakan kumpulan data berskala masif—yang mencakup buku, situs web, dan artikel—sehingga memungkinkannya mengenali pola, memahami konteks, serta menghasilkan respons yang terdengar alami dan koheren.

Secara khusus, jika Anda meminta LLM untuk menjelaskan suatu konsep, menulis cerita, atau meringkas artikel, model ini akan memanfaatkan hasil pelatihannya untuk menyusun respons yang terasa seolah-olah ditulis oleh manusia. Semakin besar dan canggih model tersebut, semakin baik pula kinerjanya dalam menangani beragam topik.

Didirikan pada tahun 2015 oleh Sam Altman, Elon Musk, Peter Thiel, Ilya Sutskever, dan lainnya sebagai organisasi nirlaba, OpenAI beralih ke model 'laba terbatas' (*capped profit*) pada tahun 2019 demi mengamankan pendanaan sembari tetap mempertahankan tujuan yang berorientasi pada pembelajaran, dengan Sam Altman menjabat sebagai CEO.

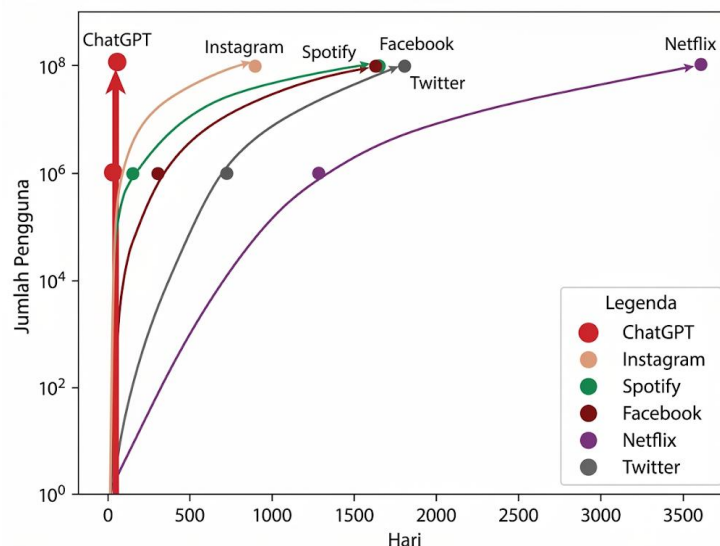
Pada tahun yang sama, Microsoft melakukan investasi besar senilai Rp 10 triliun di OpenAI, yang membantu organisasi tersebut meningkatkan skala model dan infrastruktur AI-nya. Kemitraan ini menghasilkan penciptaan produk-produk baru yang signifikan, termasuk GPT-3 dan DALL-E. GPT-3, sebuah LLM (*Large Language Model*) tangguh yang dilatih menggunakan data teks dengan estimasi volume 45 terabyte, menunjukkan kemampuan luar biasa dalam pemahaman dan pembuatan bahasa. Kesuksesannya mengubah persepsi publik dan industri terhadap AI Generatif (*Gen AI*); Bill Gates bahkan menyebutnya sebagai demonstrasi teknologi kedua—setelah antarmuka pengguna grafis (*graphical user interface*) yang membuka jalan bagi Windows dan macOS—yang ia anggap revolusioner sepanjang hidupnya.

Microsoft juga menjadi pemegang lisensi eksklusif untuk GPT-3, mengintegrasikannya ke dalam berbagai produknya (seperti Bing dan Copilot) serta memperoleh akses khusus ke kode sumbernya. DALL-E, yang diluncurkan pada tahun 2021, semakin memperluas potensi

kreatif AI. Mengambil nama dari gabungan seniman Salvador Dalí dan robot Pixar WALL-E, DALL-E meningkatkan kualitas pembuatan konten grafis dengan menghasilkan gambar yang sangat mendetail dan imajinatif berdasarkan perintah teks (*text prompts*), sehingga mendobrak batasan kreativitas visual.

Kemungkinan Gelombang Keempat?

Beberapa tahun terakhir telah menyaksikan sejumlah peristiwa penting dalam bidang AI, di mana perkembangannya berlangsung jauh lebih cepat daripada biasanya. Sebagai contoh, pada bulan Juni 2022, insinyur perangkat lunak Google, Blake Lemoine, memicu kontroversi dengan menyatakan bahwa LaMDA—sebuah AI percakapan—telah memiliki kesadaran (*sentience*). Klaimnya memicu diskusi penting mengenai kemungkinan adanya kesadaran pada AI. Kemudian pada tahun yang sama, OpenAI merilis ChatGPT, yang menunjukkan kemampuan percakapan yang belum pernah ada sebelumnya. ChatGPT mencapai 100 juta pengguna hanya dalam waktu dua bulan—tingkat adopsi yang jauh lebih cepat dibandingkan platform mana pun sebelumnya, termasuk aplikasi media sosial populer—sehingga menjadikannya aplikasi dengan pertumbuhan tercepat pada masanya (Gambar 1.5).



Gambar 1.5 Tingkat adopsi ChatGPT

Peluncuran GPT-4 oleh OpenAI pada bulan Maret 2023 mendorong kemajuan di bidang ini dengan menambahkan kemampuan multimodal. Berkat kemampuannya memproses teks maupun gambar, GPT-4 mengukuhkan posisinya sebagai sistem AI mutakhir, baik dalam hal penalaran maupun kreativitas. Pada tahun 2024, OpenAI mengumumkan ChatGPT-o1, sebuah model yang dirancang dengan kapasitas lebih besar untuk menangani tugas penalaran yang lebih kompleks.

Model ini unggul dalam mengurai masalah rumit menjadi komponen-komponen yang lebih kecil dan mudah dikelola, serta menghasilkan respons yang lebih bernuansa dan matang melalui tahapan-tahapan khusus—dimulai dengan tahap 'berpikir', diikuti oleh 'analisis'—sebelum memberikan jawaban akhir. Versi-versi GPT lainnya telah menyusul (misalnya, o3, 4.5)

dan akan terus bermunculan; setiap iterasi mendefinisikan ulang batasan mengenai apa yang dapat dipahami, diproses, dan diciptakan oleh sistem AI generatif.

Memasuki pertengahan tahun 2024, bidang ini menyaksikan munculnya 'AI agen' (*agentic AI*), yang menandai peralihan dari sistem reaktif menuju sistem yang lebih proaktif. Berbeda dengan model-model sebelumnya yang hanya merespons perintah atau mengikuti aturan yang telah ditetapkan, sistem AI yang lebih canggih ini mampu menetapkan tujuan, mengambil keputusan, dan beradaptasi dengan perubahan kondisi dengan intervensi manusia yang minimal. Perusahaan-perusahaan teknologi besar, termasuk Anthropic, Google, dan OpenAI, telah mendorong tren ini melalui platform masing-masing, sementara Microsoft mengintegrasikan agen AI ke dalam program Copilot untuk berbagai aplikasi bisnis. Pada tahun 2025, OpenAI meluncurkan sistem 'Operator' yang dirancang untuk memperlancar pelaksanaan tugas di berbagai platform dengan pengawasan pengguna yang minimal.

Pada bulan Februari tahun itu, Prancis menjadi tuan rumah bagi pertemuan puncak AI global pertama di Paris, yang mempertemukan para pemimpin dunia, eksekutif teknologi terkemuka, akademisi, dan ilmuwan dari hampir 100 negara. Acara tersebut bertujuan untuk membangun kesepahaman bersama mengenai dampak AI terhadap keamanan global, sistem ekonomi, dan tata kelola. Pertemuan ini juga menyoroti kebutuhan mendesak akan kerja sama internasional dalam menyikapi evolusi pesat AI, yang perjalanannya tidak lepas dari berbagai kontroversi. Sebagai contoh, peluncuran GPT-4 mendorong Elon Musk, Steve Wozniak, dan ribuan orang lainnya untuk menandatangani surat terbuka yang menyerukan jeda enam bulan dalam pengembangan AI, dengan alasan kekhawatiran akan laju kemajuan yang semakin cepat serta implikasi etis dan sosialnya. Namun, jeda semacam itu tidak pernah diterapkan.

Dalam beberapa tahun terakhir, perdebatan etis justru semakin intensif, khususnya terkait bias yang tertanam dalam algoritma. Bias-bias ini—yang sering kali merupakan warisan dari prasangka masyarakat—dapat secara tidak sengaja memperkuat diskriminasi, menyebabkan perlakuan tidak adil, dan mengikis transparansi dalam proses pengambilan keputusan. Bersamaan dengan itu, muncul pertanyaan mengenai keberlanjutan bisnis AI dalam jangka panjang. Biaya pengembangan dan penerapan yang tinggi menimbulkan kekhawatiran terkait pengembalian investasi (ROI). Kekhawatiran ini menjadi semakin mendesak ketika, pada Januari 2025, perusahaan AI asal Tiongkok, DeepSeek, merilis model yang mencapai hasil setara—atau bahkan bisa dibilang lebih baik—dibandingkan dengan model buatan perusahaan Amerika, namun dengan kebutuhan waktu dan data yang lebih sedikit serta biaya pengembangan yang jauh lebih efisien.

Industri ini juga terus bergulat dengan kebutuhan daya komputasi yang sangat besar, yang berujung pada tingginya biaya operasional dan meningkatnya kekhawatiran lingkungan. Karena sifatnya yang boros energi, sistem AI berkontribusi pada peningkatan emisi karbon dan penipisan sumber daya. Kendati demikian, ada pihak yang berpendapat bahwa AI justru menjanjikan solusi untuk tantangan-tantangan tersebut melalui optimalisasi sumber daya yang lebih baik dan pemodelan iklim yang lebih canggih. Berbagai kekhawatiran terkait aspek etika, ekonomi, dan regulasi seputar AI dibahas lebih lanjut dalam Bab 7.

Terlepas dari berbagai tantangan tersebut, perusahaan-perusahaan besar terus berinvestasi secara masif dalam teknologi AI, serta mempercepat integrasinya ke dalam berbagai produk dan layanan melalui kemitraan strategis. Didorong oleh kemampuan komputasi yang tangguh dan kumpulan data yang sangat besar, lanskap AI kini memperoleh momentum yang belum pernah terjadi sebelumnya. Seiring kita melangkah melampaui keberhasilan DNN (*Deep Neural Networks*), para peneliti mulai mengalihkan fokus untuk mereplikasi karakteristik khas manusia, seperti kemampuan meringkas gagasan kompleks, menalar masalah abstrak, dan menunjukkan bentuk awal kesadaran diri.

Arah baru ini mengisyaratkan potensi munculnya gelombang keempat AI, yang ditandai dengan transisi dari penekanan pada persepsi dan pengenalan (yaitu sifat-sifat yang umum dimiliki sebagian besar hewan) menuju kognisi dan penalaran yang lebih canggih dan khas manusia. Aspek krusial dari evolusi ini adalah sistem AI yang mampu menjelaskan dan memberikan dasar pemikiran atas keputusan-keputusannya, di mana ChatGPT-o1 menjadi langkah awal yang potensial ke arah tersebut. Tujuan akhir dari gelombang baru ini adalah menciptakan AI yang berpikir dan belajar dengan cara yang lebih menyerupai pola pikir manusia, sehingga secara mendasar mengubah sifat interaksi antara manusia dan AI. Perkembangan ini, meskipun menjanjikan, juga menuntut perenungan mendalam mengenai peluang dan tantangan di masa depan—mulai dari kelayakan teknologi hingga pertimbangan etis dan dampak lingkungan.

Mengapa Ada Gelombang-Gelombang Ini?

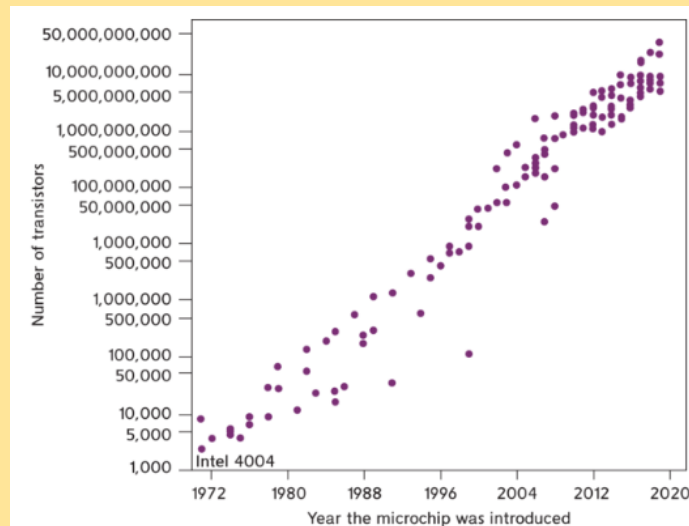
Sebagaimana ditunjukkan oleh pemantauan historis ini, evolusi siklus AI sangat erat kaitannya dengan kemajuan daya komputasi dan ketersediaan data. Pada berbagai tahapan, keterbatasan kapasitas penyimpanan dan pemrosesan telah menghambat kemajuan. Hukum Moore—yang memprediksi bahwa jumlah transistor pada sebuah cip akan berlipat ganda kira-kira setiap dua tahun, sehingga mendorong pertumbuhan eksponensial dalam daya komputasi (Gambar 1.5)—memainkan peran krusial dalam mengatasi hambatan-hambatan tersebut. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, relevansi Hukum Moore mulai dipertanyakan. Secara khusus, pada tahun 2022, Jensen Huang, CEO NVIDIA, melontarkan pernyataan provokatif bahwa "Hukum Moore sudah mati". Fakta Singkat 1.5 mengupas klaim ini lebih dalam dengan menelusuri asal-usul, evolusi, dan ketahanan Hukum Moore yang mengejutkan.

Fakta Singkat 1.5 Moore sendiri terkejut dengan daya tahan hukumnya

Gordon Moore awalnya meyakini bahwa hukumnya yang kini terkenal itu akan berlaku selama sekitar 10 tahun. Dalam sebuah artikel tahun 1965, ia mengamati bahwa jumlah komponen atau transistor pada sirkuit terpadu (*integrated circuit*) meningkat dua kali lipat setiap tahunnya, dan ia memperkirakan tren ini akan berlanjut selama satu dekade berikutnya. Pada tahun 1975, ia merevisi proyeksinya dengan menyesuaikan laju penggandaan tersebut menjadi kira-kira setiap dua tahun sekali.

Sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 1.6, interpretasi terbaru atas Hukum Moore ini tetap sangat akurat selama lebih dari lima dekade, serta menjadi landasan bagi sebagian besar inovasi teknologi saat ini. Moore kemudian mengakui bahwa ia tidak pernah

menyangka akan tingkat akurasi maupun daya tahan prediksinya tersebut; namun, pada akhirnya hal itu menjadi prinsip panduan bagi industri semikonduktor dan—sampai batas tertentu—berperan sebagai ramalan yang mewujudkan dirinya sendiri (*self-fulfilling prophecy*).



Gambar 1.6 Hukum Moore

Pola siklus ini mencerminkan interaksi dinamis antara AI dan kemajuan teknologi: para peneliti mendorong AI hingga batas kemampuan komputasi saat ini, lalu mengambil jeda sembari menunggu perangkat keras mengejar tuntutan baru tersebut. Bahkan tanpa adanya terobosan algoritmik yang besar, kombinasi antara *big data* dalam jumlah masif dan peningkatan daya pemrosesan telah memungkinkan AI untuk terus berkembang berkat kekuatan komputasi semata. Meskipun laju Hukum Moore mungkin melambat seiring transistor yang mendekati batas fisiknya, pertumbuhan pesat *big data* terus mendorong kemajuan AI serta mempertahankan inovasi di tengah melambatnya peningkatan perangkat keras.

Namun, di era kelimpahan data ini, data yang benar-benar berkualitas tinggi justru semakin langka. Kelangkaan ini memicu munculnya kumpulan data hasil buatan AI—atau yang disebut sebagai 'data sintetis'—yang dapat mengancam integritas kumpulan data asli atau, sebaliknya, menawarkan peluang menjanjikan bagi evolusi AI di masa depan. Pembahasan lebih rinci mengenai karakteristik utama *big data* dan peran sentralnya dalam AI dapat ditemukan dalam bagian *Under the Hood 1.8* dan akan diulas lebih lanjut pada Bab 3. Bagaimanapun juga, data sintetis merupakan salah satu ranah baru dalam lanskap AI yang terus berubah dengan cepat.

Menelisik Lebih Dalam 1.8: Big Data

Sebelum beralih ke bab berikutnya, mari kita sejenak menelusuri bidang *big data*, sebuah faktor krusial dalam kemajuan AI saat ini. *Big data* didefinisikan oleh tiga karakteristik utama: volumenya yang sangat besar, kecepatan data tersebut dihasilkan dan

diproses, serta keragaman formatnya. Dengan volume data yang sering kali mencapai terabyte atau lebih, AI mampu mendeteksi pola dan menggali wawasan yang mustahil ditemukan dalam kumpulan data yang lebih kecil.

Data ini dihasilkan dan dianalisis dengan kecepatan luar biasa, mendukung aplikasi *real-time* atau hampir *real-time* di berbagai bidang seperti media sosial, pasar keuangan, dan jaringan sensor. Data ini juga hadir dalam beragam bentuk, seperti format terstruktur (misalnya, basis data), jenis tidak terstruktur (misalnya, teks, gambar, dan video), serta data semi-terstruktur (misalnya, berkas XML dan JSON). Ketiga dimensi ini—volume, kecepatan, dan keragaman—menegaskan pentingnya serta kompleksitas *big data* dalam meningkatkan akurasi, kemampuan adaptasi, dan efektivitas sistem AI secara keseluruhan.

Poin-Poin Utama

- Mendefinisikan AI merupakan hal yang kompleks karena "kecerdasan" adalah istilah yang mencakup beragam makna—sebuah konsep luas dan multidimensi yang berlaku pada tingkat individu, kolektif, maupun hibrida (yaitu, kolaborasi antara manusia dan mesin).
- Dalam buku ini, kecerdasan didefinisikan sebagai kemampuan untuk bertindak secara bertujuan, berpikir secara rasional, dan berinteraksi secara efektif dengan lingkungan, khususnya dalam konteks kolaborasi antara manusia dan mesin.
- AI mengacu pada sistem yang mensimulasikan perilaku cerdas dengan menjalankan tugas-tugas yang biasanya memerlukan kemampuan kognitif manusia.
- AI dapat dikategorikan menjadi dua jenis: AI lemah (*weak AI*) yang dirancang untuk tugas-tugas spesifik (misalnya, *chatbot*), dan AI kuat (*strong AI*)—sebuah konsep teoretis yang berpotensi menyamai atau bahkan melampaui kecerdasan manusia (seperti AGI dan ASI).
- *Machine learning* dan *deep learning* merupakan subbidang AI yang terinspirasi oleh otak manusia, yang dirancang untuk membantu sistem belajar dari data dan meningkatkan kinerjanya seiring waktu.
- AI Generatif (*Gen AI*) mewakili terobosan dalam kemampuan AI, yang memungkinkan mesin menghasilkan konten yang benar-benar baru berdasarkan data pelatihannya.
- Selama beberapa dekade (dari tahun 1950-an hingga saat ini), AI telah berkembang melalui berbagai gelombang perkembangan yang berbeda, yang masing-masing ditandai oleh karakteristik dan terobosan unik.
- Gelombang pertama AI (pertengahan 1950-an hingga pertengahan 1970-an) meletakkan konsep-konsep dasar melalui sistem berbasis aturan (*rule-based systems*).
- Setelah periode perlambatan kemajuan yang dikenal sebagai "musim dingin AI" (*AI winter*), bidang ini bangkit kembali pada gelombang kedua (pertengahan 1980-an

hingga pertengahan 2000-an), yang terutama didorong oleh kemajuan dalam jaringan saraf (*neural networks*) dan algoritma.

- Gelombang ketiga (pertengahan 2000-an hingga awal 2020-an) membawa perubahan transformatif melalui *deep learning* dan *big data*.
- Saat ini, kita mungkin sedang memasuki gelombang keempat AI, yang ditandai dengan kemampuan penalaran yang lebih canggih serta munculnya sistem yang menunjukkan karakteristik menyerupai kesadaran diri manusia.
- Perkembangan AI sebagian besar didorong oleh empat faktor utama: daya komputasi (mengikuti Hukum Moore), ketersediaan data, penyempurnaan algoritma, dan minat komersial.
- Bidang ini menghadapi berbagai tantangan berkelanjutan, termasuk masalah etika, dampak lingkungan, serta kebutuhan akan data berkualitas tinggi dan sumber daya komputasi.

BAB 2

STRATEGI BISNIS

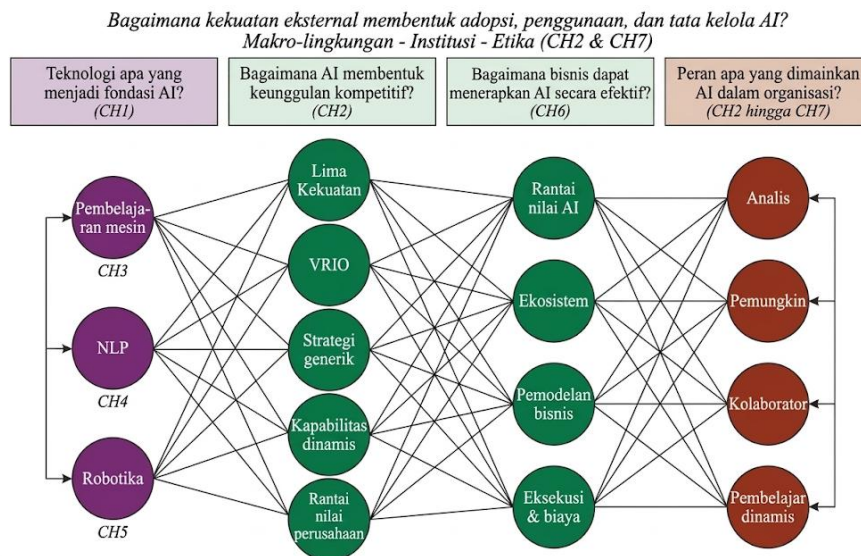
2.1 PENGAMBILAN KEPUTUSAN BISNIS

Bab ini memperkenalkan dasar-dasar strategi, perannya dalam pengambilan keputusan bisnis, serta penerapannya di berbagai tingkat organisasi. Kami memulainya dengan mendefinisikan strategi dan menelaah bagaimana piramida strategi mengintegrasikan strategi korporat, bisnis, dan operasional untuk mendorong keberhasilan organisasi. Selanjutnya, kami menyajikan kerangka kerja utama untuk menganalisis lingkungan eksternal perusahaan—seperti model PESTEL dan model *Five Forces* (Lima Kekuatan) Porter—serta alat untuk menilai sumber daya dan kapabilitas internal, termasuk *resource-based view* dari Barney, kerangka kerja VRIO miliknya, kerangka kerja kapabilitas dinamis Teece, dan kerangka kerja Rantai Nilai (*Value Chain*) Porter. Perspektif internal dan eksternal ini terbukti saling melengkapi dan secara bersama-sama mendukung penggunaan analisis SWOT untuk menghasilkan pengambilan keputusan strategis yang lebih efektif.

Kami melanjutkan dengan mengeksplorasi pilihan-pilihan strategis melalui lensa strategi generik Porter, dengan menyoroti penerapan praktis maupun kesalahan umum yang sering terjadi. Bab ini ditutup dengan memperkenalkan empat prinsip utama strategi yang diperkuat oleh AI (*AI-augmented strategies*), yang memperjelas perspektif kami mengenai hubungan antara AI dan strategi. Prinsip-prinsip ini berfungsi sebagai kompas yang memandu pembaca dalam memahami materi strategis dan teknis yang disajikan selanjutnya.

Dengan membahas topik-topik fundamental ini, bab ini menyoroti kekuatan makroekonomi yang memengaruhi adopsi AI, mengkaji kontribusi AI terhadap keunggulan kompetitif, serta menguraikan berbagai peran yang dapat dimainkan AI dalam organisasi—konsep-konsep yang tercakup dalam lapisan luar (*outer frame*), lapisan tersembunyi pertama (*first hidden layer*), dan lapisan keluaran (*output layer*) dari kerangka kerja kami yang terinspirasi oleh jaringan saraf (*neural network*) pada Gambar 2.1.

Dengan demikian, bab ini membangun landasan yang kuat untuk memahami strategi dan membuka jalan bagi integrasi wawasan tersebut dengan topik-topik yang lebih teknis—seperti *machine learning*, pemrosesan bahasa alami (*natural language processing* atau NLP), dan robotika—yang dibahas pada bab-bab berikutnya. Akhirnya, bab ini mempersiapkan landasan bagi pembahasan strategi yang lebih mendalam di Bab 6, yang berkaitan dengan lapisan tersembunyi kedua (*second hidden layer*) pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Kerangka kerja menyeluruh buku ini

Transformasi Netflix yang didukung AI

Pada tahun 2007, Netflix menghadapi tantangan besar. Saat bersaing dengan perusahaan penyewaan DVD yang sudah mapan seperti Blockbuster, Netflix mengambil keputusan berani untuk beralih dari model pengiriman DVD melalui pos ke platform streaming daring. Langkah ini mengandung risiko, namun inovasi sesungguhnya bukan sekadar beralih ke format digital—melainkan bagaimana Netflix memanfaatkan AI untuk meningkatkan bisnis dan pengalaman pelanggannya. Netflix memperkenalkan algoritma berbasis AI untuk memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi bagi setiap pengguna. Dengan menganalisis kebiasaan menonton, preferensi, dan pola perilaku, platform ini memprediksi konten mana yang paling diminati pengguna. Pengalaman yang dipersonalisasi ini menjaga keterlibatan pengguna, mendorong mereka untuk menonton lebih banyak, serta membangun loyalitas pelanggan yang kuat. Hal ini juga membantu Netflix tampil unggul di tengah pasar yang kompetitif.

Saat ini, Netflix memanfaatkan AI dengan berbagai cara lain. Selain untuk rekomendasi, perusahaan ini mengandalkan AI guna meningkatkan produksi konten, mendeteksi tren yang sedang berkembang, serta memandu pembuatan acara dan film baru berdasarkan data penonton. Pemanfaatan AI secara strategis ini memungkinkan Netflix untuk tetap unggul dalam industri hiburan, beradaptasi dengan perubahan kebutuhan konsumen, dan memperluas basis pelanggannya hingga lebih dari 300 juta orang di seluruh dunia. Perjalanan Netflix menunjukkan bagaimana AI dapat mentransformasi bisnis dan menciptakan kesuksesan jangka panjang. Saat kita mempelajari bab ini, pertimbangkanlah bagaimana AI dapat mengubah strategi di industri lain dan membantu bisnis membangun keunggulan kompetitif yang kuat.

2.2 APA ITU STRATEGI?

Strategi menyediakan metode terstruktur untuk pengambilan keputusan di berbagai konteks, mulai dari inisiatif pribadi hingga organisasi berskala besar. Meskipun definisinya bisa beragam, strategi umumnya menekankan pada tujuan jangka panjang, penyelarasan sumber daya, dan posisi kompetitif. Bagian ini membahas karakteristik utama keputusan strategis dalam bisnis serta peran strategi bisnis dalam keberhasilan organisasi.

Mendefinisikan Keputusan Strategis

Dalam buku ini, strategi didefinisikan dari sudut pandang praktis yang menekankan fungsi utamanya: pendekatan terfokus untuk mencapai tujuan jangka panjang dengan menyelaraskan sumber daya, kapabilitas, dan tindakan berdasarkan visi serta tujuan yang jelas. Hal ini melibatkan pengambilan pilihan yang diperhitungkan matang untuk mengarahkan upaya menuju tujuan, memperoleh keunggulan, dan menciptakan nilai. Baik dalam upaya pribadi, kerja tim, maupun sistem yang lebih luas, strategi berfungsi sebagai kerangka panduan untuk menghadapi tantangan, memanfaatkan sumber daya secara efektif, dan meraih keberhasilan di berbagai konteks. Strategi memberikan arah yang jelas, membantu memusatkan upaya dan memprioritaskan tindakan demi menghasilkan dampak terbesar.

Ketika diterapkan dalam lingkungan bisnis, strategi menjadi 'strategi bisnis'—yaitu serangkaian tindakan dan keputusan yang diambil perusahaan untuk mencapai tujuan jangka panjang dan mengamankan keunggulan kompetitif. Hal ini dapat mencakup alokasi sumber daya, penentuan posisi di pasar, pengembangan produk atau layanan, serta penerapan taktik kompetitif; semuanya bertujuan untuk menciptakan nilai dan mengungguli pesaing. Strategi bisnis berlaku bagi perusahaan yang beroperasi secara mandiri—di luar struktur korporasi besar, waralaba, atau perusahaan induk (misalnya, toko buku independen, restoran keluarga, atau firma konsultan spesialis AI)—maupun bagi unit bisnis di dalam grup perusahaan besar. Tabel 2.1 menguraikan karakteristik utama keputusan strategis dalam konteks bisnis, dengan menyoroti orientasi jangka panjangnya, keterlibatan manajemen puncak, intensitas penggunaan sumber daya, serta dampaknya yang luas terhadap aktivitas organisasi dan posisi kompetitif.

Tabel 2.1 Sifat keputusan strategis dalam bisnis

Karakteristik	Deskripsi
Jangka panjang	Keputusan strategis menentukan arah perusahaan untuk beberapa tahun ke depan. Namun, dalam industri yang berubah dengan cepat, istilah 'jangka panjang' kini bisa berarti rentang waktu 12 hingga 18 bulan.
Tingkat manajemen puncak	Keputusan strategis diambil oleh para manajer puncak yang memiliki pandangan menyeluruh mengenai perusahaan serta prioritas strategisnya.
Memerlukan input dan sumber daya yang signifikan	Keputusan strategis memerlukan investasi besar dalam hal sumber daya manusia, keuangan, dan material, sehingga menuntut pemilihan langkah yang terfokus guna mencegah penyebaran sumber daya yang tidak efektif.

Berdampak pada banyak atau seluruh aktivitas perusahaan	Keputusan strategis biasanya berdampak pada sebagian besar atau seluruh aktivitas perusahaan dan umumnya menghasilkan perubahan yang mendalam.
Dampak terhadap tindakan dan keputusan taktis serta operasional	Keputusan strategis berdampak pada tindakan yang diambil dalam berbagai fungsi perusahaan (misalnya, kampanye pemasaran berikutnya atau perubahan proses produksi) serta keputusan sehari-hari (misalnya, interaksi rutin dengan pelanggan).
Dampak terhadap (dan dipengaruhi oleh) dinamika persaingan	Keputusan strategis memengaruhi persaingan pasar dan, pada saat yang sama, dibentuk oleh tindakan pesaing serta perubahan dalam industri.
Proses yang jarang terjadi	Mengingat implikasi jangka panjangnya, keputusan strategis jarang diambil. Perubahan yang terlalu sering dapat mengganggu stabilitas dan arah strategis perusahaan.

Secara tradisional, strategi bisnis dipandang sebagai rencana yang disengaja yang memberikan peta jalan yang jelas, serta memastikan fokus dan keselarasan di seluruh organisasi. Namun, Mintzberg memperluas perspektif ini dengan menekankan peran strategi yang muncul (*emergent strategies*). Strategi-strategi ini berkembang secara organik sebagai respons terhadap peluang atau tantangan yang tidak terduga, alih-alih berasal dari perencanaan yang disengaja. Dengan memadukan strategi yang disengaja dan strategi yang muncul, bisnis dapat mempertahankan arah yang jelas sekaligus tetap tangkas dan responsif terhadap perubahan lingkungan.

Interaksi antara tindakan yang direncanakan dan respons adaptif ini memastikan bahwa strategi bisnis berfungsi baik sebagai sarana untuk mencapai tujuan jangka panjang maupun sebagai mekanisme untuk menghadapi ketidakpastian. Menciptakan keseimbangan antara fokus yang disengaja dan kemampuan adaptasi yang muncul memungkinkan perusahaan merancang dan membangun strategi yang kokoh, tangguh, serta mampu mempertahankan kesuksesan di pasar yang dinamis.

Perencanaan strategis yang efektif dalam organisasi berlangsung di berbagai tingkatan, melampaui batasan strategi bisnis semata. Tingkatan-tingkatan ini umumnya digambarkan dalam piramida strategi (Gambar 2.2), yang mencakup tiga jenjang yang diakui secara luas: strategi korporat, strategi bisnis (seperti yang telah dibahas sebelumnya), dan strategi operasional (atau fungsional).



Gambar 2.2 Tiga tingkat strategi (piramida strategi)

Satu tingkat di atas jenjang bisnis, strategi korporat berfokus pada arah dan cakupan organisasi secara keseluruhan. Strategi ini melibatkan keputusan tingkat tinggi mengenai industri atau pasar mana yang akan dimasuki atau ditinggalkan, bagaimana mengalokasikan sumber daya di antara unit-unit bisnis, serta tujuan pertumbuhan jangka panjang perusahaan. Strategi korporat sering kali mencakup inisiatif besar seperti diversifikasi, akuisisi, atau ekspansi pasar, yang menciptakan kerangka kerja untuk memandu dan mendukung unit-unit bisnis individu.

Sebaliknya, strategi operasional berfokus pada aktivitas dan proses sehari-hari yang diperlukan untuk mewujudkan tujuan tingkat bisnis. Strategi ini memastikan bahwa fungsi-fungsi seperti pemasaran, produksi, dan layanan pelanggan selaras dengan tujuan organisasi yang lebih luas serta strategi korporat secara keseluruhan. Strategi operasional mengutamakan efisiensi, koordinasi, dan pelaksanaan yang efektif, serta menerjemahkan rencana strategis menjadi hasil yang konkret dan terukur.

Ketiga tingkat strategi ini—korporat, bisnis, dan operasional—saling terkait erat dan saling memperkuat. Strategi tingkat korporat menetapkan arah keseluruhan dan prioritas utama organisasi. Hal ini kemudian diterjemahkan dan disesuaikan oleh strategi tingkat bisnis menjadi pendekatan kompetitif yang dirancang khusus untuk pasar tertentu. Terakhir, strategi tingkat operasional mewujudkan pendekatan tersebut ke dalam praktik melalui aktivitas terperinci dan terkoordinasi di berbagai bidang fungsional.

Sebagai contoh, keputusan korporat untuk berekspansi ke layanan digital dapat mendorong unit bisnis untuk menasar segmen pelanggan tertentu dengan solusi digital yang disesuaikan. Strategi operasional yang relevan akan mencakup pengembangan platform yang diperlukan, perancangan kampanye pemasaran, serta penyesuaian proses internal untuk mendukung implementasinya. Buku ini terutama berfokus pada strategi tingkat bisnis dan operasional, karena pada tingkat inilah sebagian besar keputusan terkait AI dibuat dan dilaksanakan. Di tingkat bisnis, AI dapat meningkatkan pengambilan keputusan strategis, mengotomatisasi alur kerja, dan menghasilkan wawasan berbasis data, sehingga memungkinkan perusahaan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap kondisi pasar yang terus berubah, mempercepat inovasi, dan mempertahankan keunggulan kompetitif.

Namun, efektivitas strategi tingkat bisnis bergantung pada integrasinya dengan strategi tingkat operasional, yang menggerakkan pelaksanaan di berbagai bidang fungsional. Dengan

memusatkan perhatian pada tingkat-tingkat ini, buku ini bertujuan memberikan wawasan praktis untuk merancang dan menerapkan strategi berbasis AI yang menghasilkan dampak terukur serta hasil nyata.

Proses Analisis Strategis

Pengambilan keputusan strategis—dan pada akhirnya pemilihan strategi—terlebih dahulu memerlukan diagnosis yang didasarkan pada analisis strategis yang menyeluruh. Analisis ini biasanya didasarkan pada dua aliran pemikiran utama (lihat Tabel 2.2). Salah satunya mengutamakan analisis eksternal, dengan menelaah kondisi pasar, tren industri, persaingan, dan kekuatan eksternal lainnya yang membentuk peluang serta ancaman. Aliran lainnya dimulai dengan analisis internal, yang berfokus pada sumber daya, kapabilitas, dan kekuatan unik perusahaan untuk menentukan cara terbaik dalam bersaing.

Tabel 2.2 Dua aliran analisis strategis yang saling melengkapi

	Analisis internal	Analisis eksternal
Fokus	Perusahaan	Lingkungan
Unit analisis	Sumber daya dan kapabilitas	Lingkungan makro, industri
Cakupan	Aset strategis perusahaan Apakah aset-aset tersebut merupakan kekuatan atau kelemahan?	Daya tarik lingkungan Apakah hal tersebut menawarkan peluang atau ancaman?
Pembobotan relatif	Kekuatan dan kelemahan internal ditimbang terhadap peluang dan ancaman eksternal untuk menentukan strategi yang lebih dipilih.	

Meskipun tampak berbeda, kedua pendekatan tersebut sangat saling melengkapi. Dalam praktiknya, pengambilan keputusan strategis jarang mengikuti urutan kaku yang dimulai dengan satu pendekatan lalu beralih ke pendekatan lainnya. Sebaliknya, keputusan biasanya merupakan hasil dari interaksi dinamis antara pertimbangan eksternal dan internal. Oleh karena itu, meskipun bab ini menyajikan analisis eksternal terlebih dahulu, urutan tersebut tidak bersifat mengikat. Pada akhirnya, strategi yang sukses menyelaraskan kekuatan internal perusahaan dengan peluang eksternal, sembari memitigasi risiko dan beradaptasi dengan kondisi yang terus berubah.

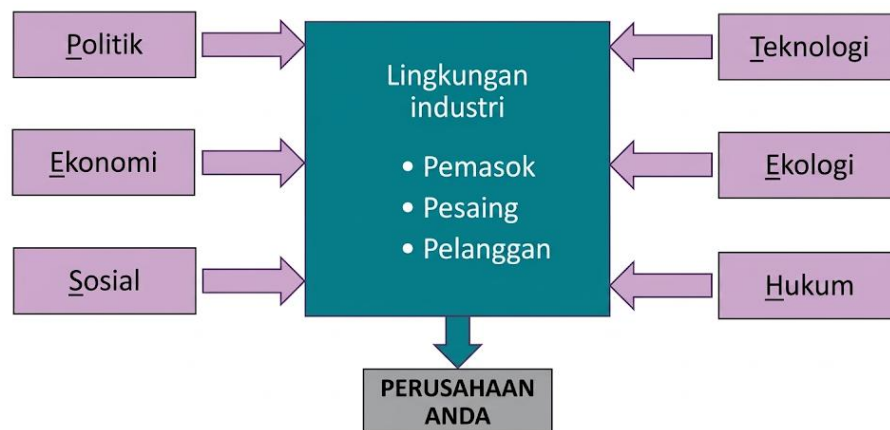
2.3 ANALISIS EKSTERNAL: LINGKUNGAN PERUSAHAAN

Lingkungan bisnis menghadirkan peluang bagi perusahaan untuk meraih kesuksesan sekaligus risiko yang dapat menghambat perkembangan atau mengancam kelangsungan hidupnya. Oleh karena itu, menganalisis dan memahami lingkungan ini merupakan hal yang sangat penting. Hal ini sejalan dengan definisi kecerdasan yang telah kita bahas sebelumnya (lihat Bab 1), khususnya aspek 'menghadapi lingkungan secara efektif'. Analisis semacam itu dapat dilakukan pada dua tingkat utama: lingkungan makro, yang mencakup faktor-faktor eksternal yang luas, dan tingkat industri, yang berfokus pada dinamika spesifik sektor tersebut.

Mengevaluasi Lingkungan Makro: Model PESTEL

Luasnya cakupan lingkungan perusahaan dan besarnya volume informasi yang tersedia menuntut penggunaan alat bantu untuk menyusun dan menafsirkan kompleksitas tersebut. Model PESTEL adalah kerangka kerja analisis strategis yang dirancang untuk menilai faktor-faktor eksternal lebih luas yang membentuk lingkungan organisasi. Model ini menawarkan pendekatan terstruktur untuk memahami bagaimana berbagai kekuatan ekonomi dan non-ekonomi di 'tingkat makro' memunculkan peluang serta tantangan bisnis.

Model ini mengidentifikasi enam dimensi utama yang saling terkait: Politik (*Political*), Ekonomi (*Economic*), Sosial (*Social*), Teknologi (*Technological*), Lingkungan (*Environmental*), dan Hukum (*Legal*). Masing-masing dimensi ini, baik secara sendiri-sendiri maupun gabungan, berdampak pada organisasi dengan memengaruhi dinamika lingkungan industrinya—terutama hubungan organisasi tersebut dengan pemasok, pesaing, dan pelanggan (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Model PESTEL

Mengidentifikasi dan menganalisis keenam dimensi PESTEL merupakan hal penting karena memberikan wawasan berharga mengenai faktor-faktor penentu utama dalam lingkungan (Tabel 2.3). Namun, proses ini dapat menghasilkan daftar yang panjang, rumit, dan sulit dipahami, sehingga fokus bisa mudah teralihkan. Selain itu, beberapa tren mungkin menunjukkan perilaku yang saling bertentangan, yang semakin mempersulit analisis. Sebagai contoh, Generasi Z sering digambarkan sangat peduli terhadap lingkungan, namun mereka justru merupakan segmen konsumen terbesar bagi produk *ultra-fast fashion* yang mencemari lingkungan.

Tabel 2.3 Enam dimensi model PESTEL

Dimensi	Deskripsi dan dampak	Contoh
Politik	Kebijakan pemerintah, perpajakan, peraturan perdagangan, stabilitas politik, atau pengaruh kelompok lobi.	Inflation Reduction Act (IRA) Amerika Serikat, yang disahkan pada tahun 2022, telah secara signifikan memengaruhi keputusan investasi perusahaan-perusahaan Eropa. Sebagai contoh, melalui pemberian subsidi yang besar dan

	Hal-hal tersebut dapat menentukan bagaimana bisnis beroperasi dan berekspansi di berbagai wilayah.	insentif pajak, kebijakan ini menjadikan AS sebagai tujuan utama bagi proyek-proyek energi terbarukan (misalnya, perusahaan energi raksasa asal Prancis, Engie, memperluas kapasitas energi terbarukannya di AS) (S&P Global Ratings, 2023).
Ekonomi	Pertumbuhan ekonomi, inflasi, nilai tukar, tingkat lapangan kerja, dan daya beli konsumen. Memengaruhi permintaan pasar, strategi penetapan harga, dan keputusan investasi.	Lonjakan inflasi pascapandemi COVID-19 dan perang di Ukraina telah membuat konsumen menjadi lebih sensitif terhadap harga, sehingga memicu perubahan perilaku pembelian dan mendorong peritel seperti Tesco dan Lidl untuk menawarkan lebih banyak promosi di Eropa atau Inggris (Butler, 2025).
Sosial	Tren demografis, norma budaya, perubahan gaya hidup, dan pergeseran perilaku konsumen. Memengaruhi permintaan produk, strategi pemasaran, dan ekspektasi tenaga kerja.	Permintaan akan pakaian trendi dengan harga terjangkau telah melonjak pesat, terutama di kalangan konsumen muda yang ingin terus mengikuti tren mode yang berubah dengan cepat. Hal ini telah mendukung perkembangan perusahaan seperti Shein dan Temu (Plé & Yacoub, 2022; 2024).
Teknologi	Inovasi, otomatisasi, pembelajaran dan pengembangan (litbang), serta adopsi teknologi baru. Hal-hal ini dapat mengubah struktur persaingan, mendukung munculnya pesaing baru, dan menyingkirkan pesaing lainnya.	Perkembangan teknologi baterai kendaraan listrik (EV) telah membuat jenis kendaraan ini lebih terjangkau dan memiliki jarak tempuh yang lebih jauh. Hal ini memberikan keuntungan bagi perusahaan seperti BYD dan Xpeng, namun merugikan pemain lama di industri otomotif konvensional, seperti Volkswagen dan Peugeot.
Ekologis	Kekhawatiran terkait keberlanjutan, perubahan iklim, dan ketersediaan sumber daya. Menuntut adanya adaptasi terhadap tekanan ekologis yang kian meningkat serta ekspektasi konsumen akan keberlanjutan.	Dampak lingkungan dari polusi plastik semakin nyata dan menimbulkan potensi risiko kesehatan. Meskipun menjadi tantangan bagi perusahaan yang sangat bergantung pada plastik, situasi ini juga memicu munculnya perusahaan baru seperti Carbios asal Prancis, yang mengembangkan enzim untuk membuat limbah plastik dapat dikomposkan (Carrington, 2020).

Untuk menavigasi kompleksitas ini, penting untuk mengambil langkah mundur dan mengidentifikasi kekuatan transformasi utama—yaitu kekuatan yang memiliki potensi terbesar untuk memengaruhi lingkungan bisnis. Terlebih lagi, sekadar mencantumkan atau mendeskripsikan faktor-faktor eksternal hanya memberikan gambaran di permukaan saja, karena kekuatan-kekuatan ini sering kali saling terkait (Gambar 2.3). Pemeriksaan yang lebih bermakna melibatkan pengungkapan hubungan di antara faktor-faktor tersebut guna mengidentifikasi tren struktural yang lebih mendalam yang membentuk lanskap bisnis.

Meskipun Gambar 2.3 tidak menggambarkan seluruh keterkaitan tersebut—demi kemudahan pembacaan dan karena sifatnya yang bergantung pada konteks—menyadari keberadaannya memungkinkan pemahaman yang lebih bernuansa mengenai lingkungan dan dampaknya terhadap perusahaan. Walaupun pendekatan ini lebih menuntut upaya, pendekatan ini menghasilkan perspektif yang jauh lebih kaya mengenai lingkungan makro. Contoh penerapan model PESTEL disajikan dalam *Hands-on 2.1*, yang berfokus pada industri otomotif Eropa.

Praktik 2.1: Menerapkan PESTEL pada industri otomotif Eropa

Model PESTEL dapat membantu kita memeriksa dan memahami transformasi signifikan yang terjadi di industri otomotif Eropa akibat munculnya kendaraan listrik (EV). Kepedulian terhadap lingkungan—khususnya kebutuhan mendesak untuk mengurangi emisi karbon dan mengatasi perubahan iklim—telah memicu intervensi politik dan hukum, seperti target emisi CO₂ yang ketat dari UE dan rencana pelarangan penjualan kendaraan bermesin pembakaran internal baru mulai tahun 2035. Regulasi ini memaksa produsen mobil untuk mempercepat produksi EV dan berinvestasi dalam teknologi yang lebih ramah lingkungan. Pergeseran ini juga didukung oleh kemajuan teknologi yang pesat dalam hal efisiensi baterai, infrastruktur pengisian daya, dan konektivitas kendaraan, yang menjadikan EV lebih praktis dan menarik.

Perubahan tren sosial, seperti meningkatnya kesadaran lingkungan dan permintaan konsumen akan transportasi berkelanjutan, memberikan tekanan tambahan bagi produsen untuk memperluas jajaran produk EV mereka. Namun, pada saat yang sama, tekanan ekonomi—seperti kenaikan inflasi dan harga EV yang lebih tinggi dibandingkan mobil berbahan bakar fosil—membuat EV asal Tiongkok yang lebih terjangkau menjadi sangat menarik bagi konsumen Eropa. Sebagai tanggapan, regulasi tambahan—termasuk revisi kebijakan perdagangan dan pengenaan tarif atas impor mobil Tiongkok—telah diberlakukan. Seiring dengan terus berkembangnya industri ini, kerangka hukum pun turut menyesuaikan diri untuk menjawab berbagai isu yang muncul, mulai dari standar keselamatan hingga kebijakan daur ulang dan regulasi data terkait EV.

Menilai Dinamika Industri dan Tekanan Kompetitif: Model Lima Kekuatan

Setelah menelaah lingkungan makro perusahaan, kini kita beralih pada kekuatan-kekuatan yang secara langsung memengaruhi lingkungan persaingan terdekatnya, yaitu industri. Tujuan pemeriksaan industri adalah untuk menilai daya tarik industri tersebut, atau potensi bagi perusahaan yang beroperasi di dalamnya untuk mencapai profitabilitas tinggi. Salah satu landasan utama pemeriksaan industri adalah model Lima Kekuatan Porter. Berakar pada ekonomi organisasi industri—sebagaimana dijelaskan dalam *Under the Hood 2.1*—model ini menyediakan kerangka kerja terstruktur untuk mengevaluasi persaingan dan profitabilitas industri, sehingga mendukung penentuan posisi strategis dan pengambilan keputusan yang lebih tepat dan berdasar.

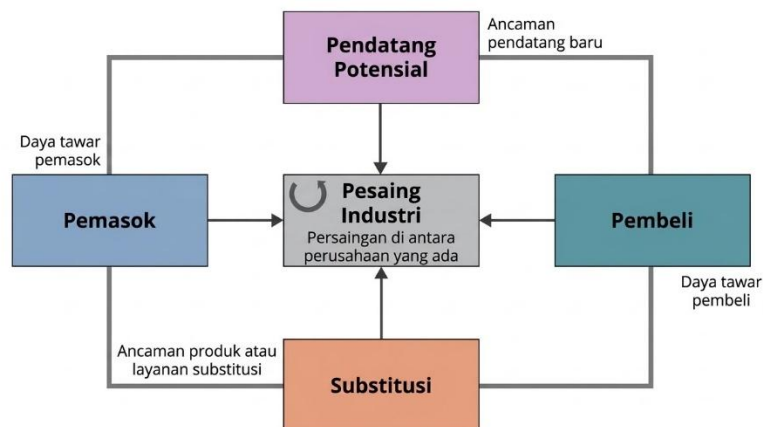
Menelisik Lebih Dalam 2.1: Akar model Lima Kekuatan Porter

Model Lima Kekuatan Porter dikembangkan berdasarkan paradigma *structure–conduct–performance* (SCP) dari bidang ekonomi organisasi industri, dengan mengadaptasi wawasannya untuk memandu perusahaan dalam menyusun strategi persaingan yang efektif. Awalnya, paradigma SCP dirancang untuk membantu pembuat kebijakan memahami sifat persaingan industri dan menerapkan langkah-langkah regulasi yang tepat. Paradigma ini mengemukakan adanya hubungan linear antara struktur industri, perilaku (*conduct*) perusahaan yang beroperasi di dalamnya, dan hasil kinerja yang dicapai. Struktur industri mencakup aspek-aspek seperti jumlah dan ukuran perusahaan di pasar, tingkat diferensiasi produk, serta hambatan untuk masuk dan keluar pasar. Perilaku mencakup tindakan perusahaan, termasuk strategi penetapan harga, pengembangan produk, periklanan, serta upaya studi dan pengembangan (R&D). Kinerja berkaitan dengan hasil seperti profitabilitas, efisiensi, dan inovasi.

Tujuan awal model SCP adalah mendorong terciptanya persaingan sempurna—sebuah kondisi pasar teoretis di mana perusahaan bertindak sebagai penerima harga (*price takers*), yang berujung pada alokasi sumber daya yang optimal dan kesejahteraan konsumen yang maksimal. Perusahaan penerima harga adalah perusahaan yang tidak memiliki kekuatan untuk memengaruhi harga pasar dan harus menerima harga tersebut apa adanya. Namun, dalam praktiknya, persaingan sempurna jarang ditemukan. Banyak industri justru menunjukkan karakteristik monopolistik atau oligopolistik, di mana perusahaan-perusahaan tertentu berhasil mengoordinasikan penetapan harga atau memanfaatkan kekuatan pasar untuk memperoleh keuntungan di atas rata-rata.

Porter mentransformasi paradigma SCP dengan mengalihkan fokusnya dari kebijakan regulasi ke manajemen strategis. Ia mengakui bahwa meskipun persaingan sempurna merupakan kondisi ideal, kenyataannya perusahaan umumnya beroperasi dalam lingkungan yang ditandai oleh persaingan tidak sempurna, di mana keuntungan berkelanjutan di atas rata-rata dapat dicapai. Wawasan inovatif Porter ini melahirkan model Lima Kekuatan, yang membantu perusahaan memahami dan menghadapi kekuatan-kekuatan persaingan demi meraih profitabilitas yang berkelanjutan.

Porter memandang industri sebagai arena persaingan tempat perusahaan-perusahaan bersaing untuk meraih pangsa terbesar dari keuntungan yang tersedia. Modelnya, yang diilustrasikan dalam Gambar 2.4, mengidentifikasi lima kekuatan utama yang memengaruhi daya tarik keseluruhan suatu industri—yang ditentukan oleh tingkat persaingan dan potensi profitabilitasnya. Kelima kekuatan tersebut adalah: ancaman pendatang baru, kekuatan tawar-menawar pembeli, kekuatan tawar-menawar pemasok, ancaman produk atau jasa pengganti, serta tingkat persaingan kompetitif. Porter menjelaskan bahwa "kekuatan kolektif dari faktor-faktor ini menentukan potensi keuntungan akhir dalam industri tersebut, di mana potensi keuntungan diukur berdasarkan tingkat pengembalian modal yang diinvestasikan dalam jangka panjang".



Gambar 2.4 Model Lima Kekuatan Porter

Penting untuk dicatat bahwa model Porter membahas 'perusahaan petahana rata-rata' dalam suatu industri, alih-alih berfokus pada perusahaan secara individual. Dengan kata lain, model ini berlaku pada tingkat industri, di mana kinerja perusahaan rata-rata dibentuk oleh kekuatan dan interaksi dari Lima Kekuatan (*Five Forces*) tersebut. Secara umum, semakin kuat kekuatan-kekuatan ini, semakin sulit bagi perusahaan untuk mencapai imbal hasil di atas rata-rata. Selanjutnya, kami akan mengkaji faktor-faktor penentu yang mendasari setiap kekuatan dan, khususnya, memeriksa dampaknya yang spesifik terhadap sektor-sektor berbasis AI, serta mengeksplorasi tantangan yang dihadapi perusahaan petahana dalam mengamankan keunggulan kompetitif dan profitabilitas.

Ancaman pendatang baru

Ancaman pendatang baru menghadirkan tantangan signifikan bagi bisnis petahana. Hambatan masuk yang tinggi—seperti skala ekonomi, loyalitas merek, kebutuhan modal, dan batasan regulasi—secara tradisional membantu melindungi pemain lama yang sudah mapan. Sebagai contoh, dalam industri AI, pengembangan algoritma *machine learning* yang canggih memerlukan investasi besar dalam studi dan pengembangan (litbang/R&D), akses terhadap talenta terampil, serta sumber daya komputasi yang tangguh; semua hal ini menciptakan hambatan masuk yang sangat berat. Namun, kemajuan teknologi yang pesat dan menjamurnya platform sumber terbuka (*open-source*) mulai menurunkan hambatan-hambatan tersebut, sehingga meningkatkan kemungkinan masuknya pesaing baru ke pasar.

Tren ini baru-baru ini ditunjukkan oleh perusahaan rintisan (*startup*) asal Tiongkok, DeepSeek, yang meluncurkan model AI kompetitif yang membutuhkan investasi dan daya komputasi jauh lebih sedikit dibandingkan model milik pesaing lama. Pergeseran serupa juga terjadi di sektor layanan kesehatan berbasis AI. Meskipun perusahaan petahana awalnya diuntungkan oleh hambatan masuk yang tinggi—akibat kebutuhan akan kumpulan data (*dataset*) eksklusif yang besar, kepatuhan regulasi yang ketat, dan investasi litbang yang masif—keunggulan-keunggulan tersebut kini mulai terkikis. Ketersediaan *dataset* medis sumber terbuka dan perangkat *machine learning* yang semakin mudah diakses telah memungkinkan perusahaan seperti Tempus untuk memasuki pasar. Tempus memanfaatkan AI

untuk memeriksa data klinis dan molekuler, sehingga membantu dokter dalam mengambil keputusan perawatan yang lebih personal.

Di sektor kendaraan otonom, perusahaan mapan seperti Tesla dan Waymo telah berhasil mengatasi hambatan masuk yang signifikan, termasuk kebutuhan modal yang besar, pengumpulan data eksklusif, dan berbagai kendala regulasi. Namun, kemajuan dalam teknologi sensor, daya komputasi yang terjangkau, dan platform simulasi sumber terbuka telah menurunkan hambatan-hambatan tersebut, sehingga memungkinkan pemain baru seperti Nuro dan Aurora muncul sebagai penantang yang kredibel bagi para pemain lama di industri ini.

Kekuatan pemasok

Kekuatan pemasok dalam memengaruhi harga dan ketentuan juga memainkan peran penting dalam menentukan profitabilitas industri. Kekuatan ini bergantung pada faktor-faktor seperti konsentrasi pemasok, keunikan penawaran mereka, dan ketersediaan input pengganti. Di sektor AI, pemasok utama mencakup penyedia perangkat keras khusus—seperti unit pemrosesan grafis (GPU)—serta penyedia data dan tenaga kerja ahli. Ketika hanya segelintir pemasok yang menguasai input-input krusial ini, mereka dapat memegang kendali yang cukup besar atas perusahaan-perusahaan yang sudah mapan di industri tersebut.

Sebagai contoh, dominasi NVIDIA di pasar GPU, ditambah dengan tingginya permintaan, memberikan perusahaan tersebut posisi tawar yang kuat terhadap perusahaan AI yang bergantung pada perangkat keras komputasi berkinerja tinggi. Demikian pula, dalam sistem otonom berbasis AI, pemasok komponen penting seperti sensor LiDAR (sensor yang menggunakan pulsa laser untuk mengukur jarak dan membuat peta 3D), sistem radar canggih, dan unit komputasi waktu nyata (*real-time*) memiliki pengaruh yang signifikan. Posisi kuat Velodyne di pasar LiDAR, misalnya, memberinya kekuatan besar atas pengembang kendaraan otonom yang mengandalkan teknologi ini untuk penginderaan lingkungan dan navigasi yang presisi.

Di sektor teknologi keuangan (*fintech*) berbasis AI, pengaruh pemasok juga sangat terasa. Perusahaan-perusahaan di sektor ini sangat bergantung pada data keuangan waktu nyata, platform perdagangan berkecepatan tinggi, dan perangkat lunak algoritma khusus. Penyedia layanan seperti Bloomberg, yang menawarkan data dan analitik keuangan yang komprehensif, memiliki pengaruh signifikan terhadap perusahaan fintech AI yang memanfaatkan data akurat dan terkini untuk algoritma perdagangan serta model keuangan mereka.

Kekuatan pembeli

Demikian pula, kemampuan pembeli untuk memengaruhi harga dan standar kualitas merupakan faktor penentu utama profitabilitas industri. Ketika pembeli terkonsentrasi dalam jumlah sedikit, memiliki informasi yang memadai, atau mampu beralih antar-penyedia dengan mudah, daya tawar mereka akan meningkat. Di sektor AI, perusahaan teknologi besar dan korporasi berskala besar sering kali menjadi pembeli utama solusi AI. Kekuatan mereka semakin diperkuat oleh kemampuan untuk mengembangkan kapabilitas AI secara internal

atau bernegosiasi dengan berbagai vendor AI, sehingga mampu menekan harga sekaligus menuntut kualitas yang unggul.

Di sektor ritel, perusahaan raksasa seperti Walmart dan Amazon merupakan pembeli utama sistem manajemen inventaris berbasis AI, perangkat analitik pelanggan, dan mesin rekomendasi. Posisi tawar mereka semakin kuat berkat kemampuan untuk berinvestasi dalam teknologi AI eksklusif serta memperoleh solusi dari beragam vendor, yang memungkinkan mereka mendapatkan harga kompetitif dan menuntut aplikasi berkualitas tinggi yang sangat disesuaikan dengan kebutuhan.

Ancaman produk pengganti

Kehadiran produk pengganti dapat membatasi profitabilitas industri dengan membatasi harga dan mengurangi permintaan secara keseluruhan. Produk pengganti menawarkan cara alternatif untuk memenuhi kebutuhan atau memecahkan masalah yang sama, namun sering kali dengan biaya lebih rendah atau fitur yang berbeda. Di sektor AI, solusi perangkat lunak tradisional dan keahlian manusia dapat berperan sebagai pengganti. Sebagai contoh, dalam industri robotika, robot manufaktur otomatis menghadapi persaingan dari tenaga kerja manual dan mesin konvensional. Sebagaimana akan dibahas dalam Bab 5, robot dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya jangka panjang, namun investasi awal yang tinggi dapat membuat tenaga kerja dan mesin tradisional menjadi alternatif yang lebih menarik bagi sebagian perusahaan.

Sebaliknya, di industri lain, AI—khususnya AI generatif (Gen AI)—semakin banyak diadopsi sebagai sarana untuk mengurangi biaya tenaga kerja. Di industri teknologi, misalnya, perusahaan seperti IBM telah mengumumkan rencana untuk menghentikan perekrutan atau mengganti posisi yang ada dengan teknologi AI. Sementara itu, di bidang pembelajaran mesin (*machine learning*), analitik prediktif dan alat pengambilan keputusan berbasis data bersaing dengan metode statistik yang sudah mapan serta perangkat lunak *business intelligence*. Alat-alat konvensional ini, yang sering kali lebih murah dan lebih mudah diterapkan, dapat membatasi potensi pasar dan fleksibilitas penetapan harga bagi solusi berbasis AI yang lebih canggih.

Intensitas persaingan industri

Terakhir, tingkat persaingan di antara perusahaan-perusahaan yang sudah mapan juga sangat memengaruhi profitabilitas industri. Persaingan yang ketat—yang ditandai dengan perang harga yang agresif, pertarungan iklan, dan perlombaan inovasi—dapat menggerus margin keuntungan. Di sektor AI, persaingan berlangsung sengit, dengan banyaknya perusahaan rintisan (*startup*) dan raksasa teknologi mapan yang berebut pangsa pasar. Pesatnya kemajuan teknologi semakin memperparah persaingan ini, karena berbagai bisnis saling berlomba untuk mengungguli satu sama lain melalui model AI yang lebih canggih dan efisien.

Di sektor *e-commerce*, persaingan ketat terjadi di antara pemain besar seperti Amazon dan Alibaba serta perusahaan rintisan yang sedang berkembang; mereka memanfaatkan AI untuk menghadirkan pengalaman belanja yang dipersonalisasi dan mengoptimalkan logistik. Upaya tanpa henti mereka untuk mencapai keunggulan teknologi dan kepuasan pelanggan

mendorong inovasi berkelanjutan serta strategi penetapan harga yang kompetitif, yang pada gilirannya menekan margin keuntungan dan berkontribusi pada volatilitas pasar. Demikian pula, dalam industri media sosial dan periklanan digital, perusahaan seperti Facebook dan Google—serta pendatang baru seperti TikTok—terlibat dalam persaingan sengit untuk mengembangkan algoritma yang semakin canggih demi meningkatkan keterlibatan pengguna dan efektivitas iklan yang ditargetkan. Persaingan ini menuntut investasi besar dalam studi dan pengembangan (R&D) serta upaya pemasaran agresif untuk menarik pengiklan maupun pengguna, yang pada akhirnya mempersempit margin keuntungan.

Di industri keamanan siber, perusahaan mapan seperti IBM dan Symantec bersaing dengan semakin banyaknya perusahaan rintisan yang menawarkan solusi keamanan canggih berbasis AI. Kebutuhan berkelanjutan untuk menangkal ancaman siber yang terus berkembang memicu perlombaan inovasi, yang memaksa perusahaan-perusahaan mapan untuk terus menyempurnakan algoritma dan layanan AI mereka. Oleh karena itu, persaingan antar-pelaku industri merupakan elemen kunci dalam memahami model *Five Forces* (Lima Kekuatan) Porter. Menariknya, salah satu kritik umum terhadap model ini adalah kurangnya penekanan pada potensi hubungan kolaboratif antarperusahaan. Penekanan yang kuat pada persaingan ini mungkin mencerminkan sifat kompetitif Porter sendiri—sebuah perspektif yang dibahas lebih lanjut dalam anekdot *Quick Fact 2.1*.

Fakta Singkat 2.1 Sifat kompetitif Porter

Tahukah Anda bahwa sebelum menjadi ahli strategi bisnis terkemuka, Michael Porter adalah seorang atlet yang menonjol? Saat duduk di bangku SMA, ia meraih penghargaan tingkat negara bagian (*All-State*) baik dalam cabang olahraga *football* maupun bisbol, yang menunjukkan semangat kompetitif yang kuat sejak dini. Di Universitas Princeton, ia terus menorehkan prestasi sebagai pemain golf dan berkompetisi di tingkat yang luar biasa. Dedikasinya terhadap olahraga—serta pelajaran yang ia peroleh mengenai disiplin, persaingan, dan upaya mencapai keunggulan—kemungkinan besar berperan penting dalam membentuk pendekatannya terhadap strategi bisnis. Prinsip-prinsip mengenai pemahaman persaingan dan penentuan posisi demi meraih kesuksesan menjadi inti dari karya Porter, yang mencerminkan pemahamannya yang mendalam tentang apa yang diperlukan untuk memperoleh keunggulan kompetitif.

Meskipun dikembangkan hampir setengah abad yang lalu, model *Five Forces* (Lima Kekuatan) Porter tetap menjadi alat yang sangat berharga untuk memeriksa fenomena yang sedang berkembang, seperti munculnya internet, perluasan *Internet of Things* (IoT), dan yang terbaru, pertumbuhan kecerdasan buatan (AI). Walaupun industri yang digerakkan oleh AI memiliki karakteristik unik, kekuatan-kekuatan mendasar yang menentukan persaingan dan profitabilitas di dalamnya sangat selaras dengan kekuatan yang diidentifikasi dalam kerangka kerja *Five Forces*—hal ini menegaskan relevansi dan kegunaan model tersebut yang berkelanjutan dalam manajemen strategis.

Jelas terlihat bahwa tidak semua industri menawarkan potensi profitabilitas yang sama. Industri yang dicirikan oleh hambatan masuk yang tinggi, kekuatan pemasok dan pembeli yang rendah, sedikitnya produk pengganti, serta tingkat persaingan yang moderat umumnya lebih menguntungkan bagi perusahaan petahana (*incumbent*) pada umumnya. Sebaliknya, industri dengan hambatan masuk yang rendah, kekuatan pemasok dan pembeli yang tinggi, banyaknya produk pengganti, serta persaingan yang ketat cenderung kurang menguntungkan. Sebagai contoh, industri farmasi—dengan hambatan masuk yang tinggi akibat persyaratan regulasi dan investasi besar dalam studi dan pengembangan (R&D)—biasanya lebih menguntungkan dibandingkan industri ritel, di mana hambatan masuk yang lebih rendah dan persaingan yang ketat membatasi profitabilitas.

Namun, hambatan-hambatan ini tidak bersifat statis dan dapat berubah sebagai respons terhadap inovasi teknologi atau perubahan regulasi. Misalnya, selama satu dekade terakhir, perusahaan petahana di industri farmasi telah menyaksikan munculnya banyak pemain baru yang memanfaatkan teknik pengembangan obat yang canggih. Dengan memahami dinamika *Five Forces*, perusahaan dapat memosisikan diri dengan lebih baik di dalam industrinya, mengantisipasi tekanan persaingan, serta mengembangkan strategi untuk meningkatkan kinerja pasar mereka.

2.4 MENGANALISIS SUMBER DAYA DAN KAPABILITAS INTERNAL

Meskipun memeriksa lingkungan eksternal itu penting, hal tersebut saja tidak dapat sepenuhnya menjelaskan bagaimana perusahaan meraih dan mempertahankan keunggulan kompetitif, karena perusahaan yang beroperasi di lingkungan yang sama dapat menunjukkan kinerja yang sangat berbeda. Oleh karena itu, sama pentingnya untuk menelaah sisi lain dari pemeriksaan strategis, yaitu faktor-faktor internal perusahaan. Proses ini dimulai dengan mengidentifikasi sumber daya dan kapabilitas perusahaan. Karena tidak semua sumber daya dan kapabilitas memberikan kontribusi yang sama terhadap keunggulan kompetitif, kita akan mengeksplorasi karakteristik utama yang menjadikannya signifikan secara strategis. Terakhir, kita akan mengkaji bagaimana perusahaan dapat beradaptasi dan mengembangkan faktor-faktor internal krusial ini seiring berjalannya waktu untuk mempertahankan keunggulan kompetitif mereka.

Sumber Daya dan Kapabilitas yang Khas: Kerangka Kerja VRIO

Mengingat tingkat kinerja dapat sangat bervariasi dalam industri yang sama, keunggulan kompetitif perusahaan—sampai batas tertentu—pasti bersumber dari kekuatan internalnya. Perspektif ini, yang dikenal sebagai *resource-based view* (RBV) atau pandangan berbasis sumber daya, menyoroti peran krusial sumber daya dan kapabilitas perusahaan dalam menjamin kelangsungan hidup, pertumbuhan, dan kesuksesannya. Sumber daya adalah aset yang dimiliki atau dikendalikan oleh perusahaan. Aset ini bisa berupa aset berwujud (*tangible*), seperti peralatan, bangunan, modal finansial, atau sumber daya manusia; maupun aset tak berwujud (*intangible*), seperti paten, perangkat lunak, reputasi merek, data eksklusif, atau bahkan budaya organisasi. Sumber daya ini menjadi landasan bagi penciptaan nilai. Oleh karena itu, perusahaan biasanya berupaya mencari cara untuk menghemat penggunaannya,

memanfaatkannya secara lebih menguntungkan, atau menggantinya dengan alternatif yang lebih efektif atau berbiaya lebih rendah. Sebaliknya, kapabilitas (atau kompetensi) mengacu pada keterampilan dan kemampuan yang memungkinkan perusahaan untuk mengombinasikan dan memanfaatkan sumber dayanya secara efektif. Kapabilitas umumnya bersifat tak berwujud dan mencakup pengetahuan, keahlian, serta proses organisasi yang mendukung pelaksanaan strategi. Sebagai contoh, pertimbangkan dua perusahaan yang memiliki langganan institusional yang sama untuk perangkat AI Generatif (misalnya, ChatGPT, Midjourney, atau Runway).

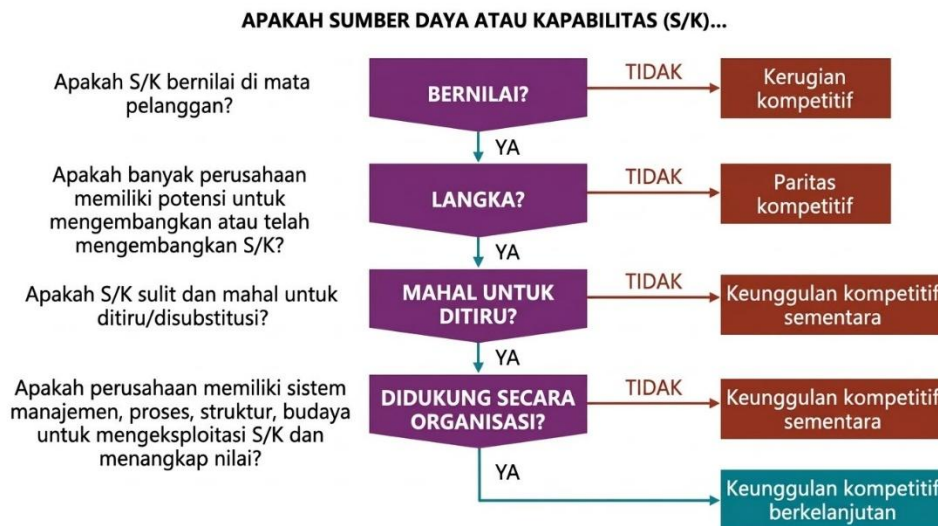
Keduanya memiliki akses ke sumber daya yang sama. Namun, satu perusahaan telah berinvestasi dalam pelatihan karyawan secara ekstensif mengenai *prompting* AI dan secara aktif melibatkan tenaga kerjanya untuk mengintegrasikan perangkat tersebut ke dalam operasional sehari-hari. Di sisi lain, perusahaan yang satu lagi hanya sekadar berlangganan perangkat tersebut tanpa mendorong adopsi atau pengembangan keterampilan. Akibatnya, perusahaan pertama jauh lebih berpeluang meraih keunggulan kompetitif dengan memanfaatkan AI secara efektif. Dengan demikian, sumber daya dan kapabilitas secara bersama-sama menjadi tulang punggung kemampuan perusahaan dalam menciptakan dan mempertahankan keunggulan kompetitif. Namun, tidak semua sumber daya dan kapabilitas memiliki potensi yang sama untuk menghasilkan keunggulan tersebut. Untuk mengevaluasi potensi ini, Jay Barney memperkenalkan kerangka kerja VRIO. VRIO merupakan singkatan dari *Value* (Nilai), *Rarity* (Kelangkaan), *Imitability* (Kemudahan untuk Ditiru), dan *Organization* (Organisasi)—yang masing-masing mewakili kriteria utama yang harus dipenuhi oleh sumber daya atau kapabilitas demi mendorong keberhasilan jangka panjang. Kerangka kerja ini menegaskan bahwa sumber daya dan kapabilitas yang khas serta dikelola dengan baik merupakan landasan keberhasilan perusahaan, sekaligus menyajikan pandangan yang menyerupai teori Darwin mengenai persaingan, sebagaimana diuraikan dalam Fakta Singkat 2.2.

Fakta Singkat 2.2 VRIO: Kelangsungan hidup bisnis dalam persaingan ketat

Kerangka kerja VRIO dari Barney—yang membantu perusahaan menilai kekuatan internal mereka demi mencapai keunggulan kompetitif yang berkelanjutan—dapat dipahami melalui sudut pandang yang serupa dengan teori seleksi alam Charles Darwin. Dalam analogi ini, sumber daya dan kapabilitas yang selaras dengan prinsip VRIO ibarat ciri-ciri menguntungkan di alam yang memungkinkan spesies untuk bertahan hidup dan berkembang. Sebagaimana ciri-ciri tersebut memberikan keuntungan untuk bertahan hidup, perusahaan yang memiliki kualitas khas dan sulit ditiru berada pada posisi yang lebih baik untuk mengungguli para pesaingnya. Kaitan dengan teori evolusi ini menyoroti betapa pentingnya memiliki keunggulan yang unik dan tahan lama di tengah pasar yang sangat kompetitif saat ini.

Dengan menerapkan kerangka kerja VRIO, perusahaan dapat menilai kekuatan dan kelemahan mereka, serta menentukan cara memanfaatkan sumber daya dan kapabilitas unik

mereka secara efektif untuk memperoleh keunggulan kompetitif dalam lingkungan yang dinamis. Melalui pemeriksaan sistematis terhadap faktor-faktor internal, perusahaan dapat mengidentifikasi peluang untuk mengungguli para pesaingnya. Kerangka kerja ini mengikuti logika kumulatif (Gambar 2.5), yang berarti sumber daya dan kapabilitas harus memenuhi setiap kriteria VRIO secara berurutan untuk menghasilkan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Selanjutnya, kita akan membahas kerangka kerja ini untuk menunjukkan bagaimana proses tersebut berjalan dalam praktiknya.



Gambar 2.5 Kerangka kerja VRIO

1. Apakah sumber daya dan kapabilitas bernilai?

Pertama-tama, sumber daya dan kapabilitas harus menciptakan nilai dengan membantu perusahaan memanfaatkan peluang atau memitigasi ancaman di pasar. Nilai dapat dihasilkan melalui berbagai cara, seperti meningkatkan efisiensi operasional, meningkatkan kepuasan pelanggan, atau mendukung inovasi. Baik faktor berwujud maupun tidak berwujud dapat berkontribusi pada penciptaan nilai. Namun, perusahaan harus tetap waspada, karena sumber daya dan kapabilitas dapat kehilangan nilainya seiring waktu akibat perubahan kondisi pasar, kemajuan teknologi, atau pergeseran preferensi konsumen. Ketika sumber daya atau kapabilitas tidak lagi menciptakan nilai, hal tersebut menjadi beban—yang menempatkan perusahaan pada posisi yang kurang menguntungkan secara kompetitif serta mengharuskan adanya penggantian atau penghapusan sumber daya atau kapabilitas tersebut.

2. Apakah sumber daya dan kapabilitas bersifat langka?

Selain bernilai, sumber daya dan kapabilitas juga harus langka. Jika pesaing memiliki aset berharga yang serupa, perusahaan hanya dapat mencapai paritas kompetitif, yang berarti tidak ada keunggulan nyata yang dapat diperoleh. Seperti kata pepatah: "Jika semua orang memilikinya, Anda tidak bisa mengambil keuntungan darinya." Kelangkaan memastikan bahwa perusahaan memiliki sesuatu yang khas, seperti teknologi eksklusif, akses khusus ke sumber daya penting, atau tenaga kerja yang sangat terampil dan memiliki keahlian khusus. Meskipun sumber daya berwujud sering kali lebih mudah diukur dan dikelola, sumber daya tersebut juga

lebih mudah diakses oleh pesaing, sehingga kelangkaannya lebih sulit dipertahankan dibandingkan dengan sumber daya tidak berwujud.

3. Apakah sumber daya dan kapabilitas sulit ditiru?

Bahkan ketika sumber daya dan kapabilitas bernilai dan langka, keduanya juga harus sulit ditiru oleh pesaing. Jika pesaing dapat dengan mudah meniru apa yang dimiliki perusahaan, keunggulan apa pun yang diperoleh hanya akan bertahan singkat, atau paling banter bersifat sementara. Beberapa faktor berkontribusi terhadap sulitnya peniruan ini. Salah satunya adalah kondisi historis, di mana pengembangan sumber daya atau kapabilitas terkait dengan situasi unik atau peristiwa masa lalu yang tidak mudah untuk diciptakan kembali. Faktor lainnya adalah ambiguitas kausal, yang terjadi ketika hubungan antara sumber daya, kapabilitas, dan keunggulan kompetitif yang dihasilkan tidak jelas, sehingga menyulitkan pesaing untuk menentukan sumber keberhasilan perusahaan. Terakhir, kompleksitas sosial dapat menghambat peniruan, karena beberapa keunggulan berasal dari jaringan antarpribadi yang rumit atau budaya organisasi perusahaan—elemen-elemen yang pada dasarnya sulit untuk ditiru.

4. Apakah sumber daya dan kapabilitas didukung oleh organisasi?

Terakhir, meskipun sumber daya dan kapabilitas memiliki nilai, bersifat langka, dan sulit ditiru, hal-hal tersebut tidak akan menghasilkan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan kecuali jika bisnis diorganisasikan dengan tepat untuk memanfaatkannya. Hal ini memerlukan struktur, sistem pengendalian, kebijakan, dan budaya organisasi yang tepat untuk mendayagunakan dan mengoptimalkan faktor-faktor internal tersebut sepenuhnya. Keterpaduan dalam organisasi semacam itu memastikan bahwa sumber daya dan kapabilitas terintegrasi serta terkoordinasi secara efektif, sehingga membantu bisnis mencapai tujuan strategisnya. Sumber daya dan kapabilitas yang berhasil memenuhi keempat kriteria VRIO memungkinkan perusahaan untuk membangun dan mempertahankan keunggulan kompetitif dari waktu ke waktu, yang pada akhirnya mendorong kinerja unggul.

Meskipun kerangka kerja VRIO merupakan alat yang berguna untuk mengidentifikasi sumber internal keunggulan kompetitif, kerangka ini bukannya tanpa keterbatasan. Pertama, kerangka ini mengasumsikan bahwa hanya sumber daya dan kapabilitas yang langka serta sulit ditiru yang dapat memberikan keunggulan kompetitif berkelanjutan. Namun, Fréry menunjukkan bahwa sumber daya biasa—yang tersedia secara luas dan tidak unik—pun dapat dimanfaatkan secara strategis untuk menciptakan diferensiasi. Studi mereka menunjukkan bahwa keunggulan kompetitif dapat muncul tidak hanya dari eksklusivitas, tetapi juga dari cara perusahaan menggunakan dan mengombinasikan sumber daya umum dengan cara-cara inovatif. Mereka memberikan contoh Waze, sebuah perusahaan rintisan (*startup*) asal Israel yang mengembangkan aplikasi navigasi berbasis komunitas, yang kemudian diakuisisi oleh Google pada tahun 2013. Alih-alih berinvestasi besar-besaran dalam data kartografi eksklusif—yang pada saat itu dianggap strategis sekaligus langka—Waze (terutama) mengandalkan data yang dihasilkan pengguna untuk membuat peta *real-time* dan memperoleh informasi lalu lintas. Pendekatan baru ini memungkinkan Waze bersaing secara efektif dengan pemain

mapan seperti pemimpin industri GPS, TomTom, dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara luas melalui cara yang tidak konvensional.

Kedua, dan terkait dengan poin sebelumnya, model VRIO mengevaluasi sumber daya dan kapabilitas secara individual dan dalam batasan satu perusahaan saja, alih-alih mempertimbangkan bagaimana elemen-elemen tersebut dapat berinteraksi dalam ekosistem yang lebih luas. Padahal, banyak perusahaan sukses membangun keunggulan kompetitif mereka melalui kombinasi elemen-elemen yang saling bergantung, yang beberapa di antaranya mungkin berasal dari sumber eksternal. Kita akan membahas hal ini secara lebih rinci pada Bab 6, saat kita mengkaji dampak AI terhadap ekosistem.

Ketiga, dalam industri yang bergerak cepat dan didorong oleh teknologi—di mana siklus inovasi berlangsung singkat dan sumber daya dapat dengan cepat menjadi usang—kerangka kerja VRIO cenderung kurang efektif. Di bidang-bidang seperti kecerdasan buatan (AI) dan pengembangan perangkat lunak, keunggulan kompetitif sering kali dipertahankan melalui inovasi berkelanjutan, adaptasi cepat, dan penyempurnaan yang bersifat iteratif, alih-alih mengandalkan sumber daya yang unik namun lambat berkembang. Keterbatasan ini berakar pada perspektif kerangka kerja VRIO yang relatif statis, yang tidak sepenuhnya menangkap proses dinamis di mana perusahaan harus secara berkala memperbarui dan mengembangkan kekuatan mereka agar tetap kompetitif. Kami akan membahas masalah ini lebih lanjut pada bagian berikutnya.

Memelihara dan Memperbarui Keunggulan Kompetitif: Kapabilitas Dinamis

Mengingat lingkungan bisnis di berbagai industri semakin dinamis dan fluktuatif, sumber daya dan kapabilitas yang saat ini bernilai dan langka dapat menjadi standar industri—atau bahkan usang—di masa depan, yang berpotensi mengikis keunggulan kompetitif. Oleh karena itu, untuk mempertahankan keunggulan mereka, perusahaan harus terus mengembangkan dan mengonfigurasi ulang kekuatan internal mereka. Untuk menjawab tantangan ini, Teece dan rekan-rekannya memperkenalkan konsep kapabilitas dinamis—yaitu kapasitas organisasi untuk secara sengaja beradaptasi, mengintegrasikan, dan mengonfigurasi ulang sumber daya serta kapabilitasnya sebagai respons terhadap perubahan lingkungan. Alih-alih mengandalkan keunggulan yang bersifat statis, pendekatan ini menekankan pentingnya kelincahan, pembelajaran, dan transformasi dalam mempertahankan daya saing jangka panjang.

Kapabilitas dinamis memungkinkan perusahaan untuk mendeteksi peluang dan ancaman, menangkap jalur baru bagi penciptaan nilai, serta mengonfigurasi ulang operasi mereka agar selaras dengan kondisi pasar yang terus berubah. Hal ini mencakup tidak hanya optimalisasi kekuatan yang sudah ada, tetapi juga pengembangan kekuatan baru serta evolusi proses organisasi demi menjaga keselarasan strategis. Sampai batas tertentu, kapabilitas dinamis berfungsi sebagai jembatan antara pemeriksaan internal dan eksternal dengan memastikan bahwa konfigurasi internal perusahaan tetap responsif terhadap kondisi eksternal. Tabel 2.4 mendefinisikan tiga kapabilitas dinamis inti—*sensing* (mendeteksi), *seizing* (menangkap peluang), dan *reconfiguring* (mengonfigurasi ulang)—serta mengilustrasikannya melalui pendekatan Microsoft dalam mengidentifikasi dan memanfaatkan *Generative AI* (Gen

AI). Contoh ini menunjukkan bagaimana AI, jika diintegrasikan secara strategis, dapat berperan sebagai katalisator untuk mengubah proses internal dan meningkatkan kinerja di berbagai sektor industri.

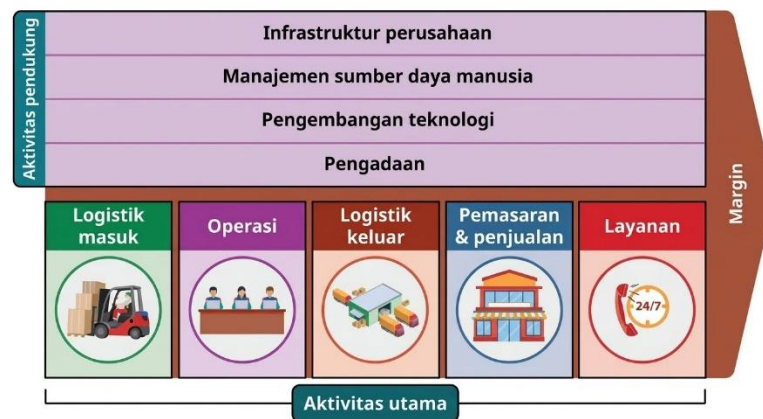
Tabel 2.4 Mendeteksi, menangkap peluang, dan mengonfigurasi ulang: Kasus Microsoft dengan AI Generatif

Kapabilitas dinamis	Definisi dan persyaratan	Contoh Microsoft
Pendeteksian	Kemampuan perusahaan untuk mengidentifikasi tren, teknologi, dan perubahan kebutuhan konsumen yang baru sebelum pesaing melakukannya. Melibatkan pemantauan, pembelajaran, dan penafsiran sinyal pasar secara berkelanjutan untuk mendeteksi potensi peluang atau ancaman.	Microsoft melihat potensi awal AI generatif dan mengembangkan GitHub Copilot, sebuah sistem AI pembuat kode yang diluncurkan dalam tahap <i>technical preview</i> pada Juni 2021. Dengan mengamati pesatnya perkembangan model bahasa besar (LLM), Microsoft mengantisipasi bagaimana AI dapat meningkatkan penawaran produknya, mulai dari pemrograman hingga aplikasi perusahaan.
Memanfaatkan	Kemampuan perusahaan untuk menangkap dan menindaklanjuti peluang dengan memobilisasi sumber daya, melakukan investasi strategis, serta mengembangkan produk, layanan, proses, atau aktivitas baru. Hal ini mencakup pengambilan keputusan, alokasi sumber daya, dan inovasi model bisnis.	Microsoft memanfaatkan momentum revolusi AI generatif dengan menjalin kemitraan bersama OpenAI; perusahaan ini awalnya berinvestasi sebesar 10 triliun pada tahun 2019, diikuti dengan investasi tambahan senilai 20 triliun antara tahun 2019 dan 2022, yang kemudian memuncak pada investasi sebesar 100 triliun pada Januari 2023—tepat satu bulan setelah peluncuran global ChatGPT. Perusahaan tersebut secara bertahap mengintegrasikan model-model GPT awal OpenAI ke dalam berbagai aplikasi dan layanannya, serta mengembangkan Copilot, yaitu asisten AI generatif internal yang dibangun

		menggunakan model-model OpenAI.
Mengonfigurasi ulang	Kemampuan perusahaan untuk terus mengonfigurasi ulang dan mengembangkan sumber daya, kapabilitas, serta struktur organisasinya guna mempertahankan keunggulan kompetitif di pasar yang dinamis. Hal ini mencakup adaptasi terhadap perubahan, restrukturisasi operasional, dan pengembangan kelincahan.	Microsoft semakin mengintegrasikan AI Generatif ke dalam produk-produknya, menyatukannya di bawah naungan merek Copilot. Copilot disematkan dalam layanan-layanan utama Microsoft, termasuk Office (produktivitas), Bing (pencarian), dan Azure (layanan cloud). Perusahaan juga mengembangkan model bisnisnya dengan memperkenalkan skema harga berbasis langganan yang baru, yang memungkinkan Microsoft memonetisasi aplikasi B2B dan B2C berbasis AI. Melalui langkah ini, Microsoft memantapkan posisinya sebagai pemimpin di bidang AI lintas berbagai ranah, serta bersaing secara langsung dengan Google dan Amazon.

Menata Sumber Daya dan Kapabilitas: Kerangka Kerja Rantai Nilai

Dari bagian-bagian sebelumnya, jelas terlihat bahwa meskipun faktor-faktor internal perusahaan sangat penting bagi pengambilan keputusan strategis, nilai sesungguhnya dari faktor-faktor tersebut terletak pada seberapa efektif integrasi dan penerapannya. Kerangka kerja Rantai Nilai (*Value Chain*) dari Porter menawarkan pendekatan terstruktur untuk menjawab tantangan ini. Dengan memeriksa aktivitas organisasi secara sistematis, kerangka kerja ini membantu perusahaan memahami bagaimana proses internal berkontribusi terhadap penciptaan nilai, sehingga memungkinkan koordinasi yang lebih baik dan penggunaan sumber daya yang lebih efisien. Kerangka kerja ini membagi operasi perusahaan menjadi aktivitas utama dan aktivitas pendukung (Gambar 2.6), serta menyoroti kontribusi masing-masing aktivitas terhadap nilai yang dihadirkan dalam produk atau layanan akhir. Pemeriksaan rantai nilai melibatkan pemetaan dan evaluasi aktivitas-aktivitas tersebut untuk mengidentifikasi peluang perbaikan. Melalui proses ini, organisasi dapat meningkatkan efisiensi, menekan biaya, dan mencapai diferensiasi yang signifikan di pasar.



Gambar 2.6 Kerangka kerja Rantai Nilai Porter

- Aktivitas utama terlibat langsung dalam penciptaan dan penyampaian produk atau layanan. Aktivitas ini mencakup logistik masuk (*inbound logistics*), operasi, logistik keluar (*outbound logistics*), pemasaran dan penjualan, serta layanan pelanggan.
- Logistik masuk melibatkan penerimaan, penyimpanan, dan pendistribusian input secara internal, guna memastikan proses produksi tidak terganggu oleh keterlambatan atau kekurangan material.
- Operasi mengacu pada proses mengubah input menjadi produk atau layanan akhir. Tahap ini merupakan inti dari penciptaan nilai yang sesungguhnya, mencakup manufaktur, pengemasan, perakitan, dan pemeliharaan peralatan.
- Logistik keluar menangani pergudangan dan distribusi barang jadi; manajemen yang efisien di tahap ini memastikan pengiriman tepat waktu, yang berdampak pada kepuasan pelanggan dan biaya operasional.
- Pemasaran dan penjualan berfokus membujuk pembeli untuk membeli produk atau layanan, mencakup periklanan, manajemen tenaga penjualan, pemilihan saluran distribusi, penetapan harga, dan manajemen hubungan pelanggan.
- Terakhir, aktivitas layanan memelihara dan meningkatkan nilai produk setelah pembelian, termasuk instalasi, perbaikan, pelatihan, dan dukungan pelanggan.

Aktivitas pendukung menyediakan landasan yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas aktivitas utama. Aktivitas ini memungkinkan aktivitas utama berjalan lancar dan menghasilkan nilai. Aktivitas pendukung mencakup infrastruktur organisasi, manajemen sumber daya manusia, pengembangan teknologi, dan pengadaan.

- Infrastruktur perusahaan mencakup aktivitas seperti manajemen umum, perencanaan, keuangan, akuntansi, dukungan hukum, dan manajemen mutu. Fungsi-fungsi menyeluruh ini sangat penting bagi penyelarasan strategis dan administrasi perusahaan secara keseluruhan.
- Manajemen sumber daya manusia mencakup perekrutan, penerimaan, pelatihan, pengembangan, dan kompensasi karyawan. Manajemen SDM yang efektif membekali organisasi dengan karyawan yang terampil, termotivasi, dan ditempatkan secara strategis untuk menjalankan aktivitas utama.

- Pengembangan teknologi mengacu pada aktivitas yang bertujuan meningkatkan produk dan proses, seperti studi dan pengembangan (R&D), otomatisasi proses, dan inovasi teknologi.
- Pengadaan melibatkan perolehan bahan baku, perlengkapan, dan input lain yang dibutuhkan untuk aktivitas utama. Pendekatan strategis dalam pengadaan dapat menghasilkan penghematan biaya dan menjamin kualitas input, sehingga secara langsung meningkatkan efisiensi proses produksi.

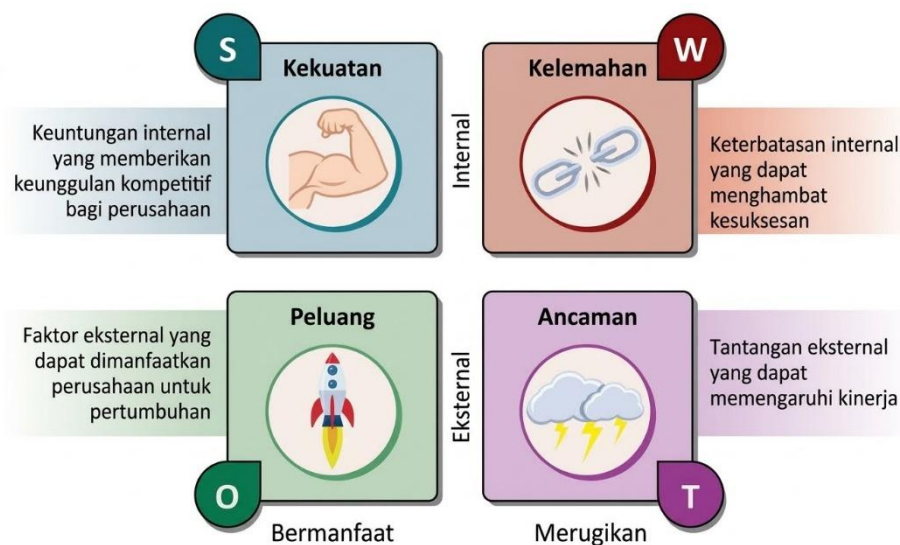
Dengan memecah fungsi perusahaan menjadi rangkaian aktivitas yang saling terkait, manajer dapat mengidentifikasi area mana yang paling krusial bagi keunggulan kompetitif dan mana yang kurang berdampak. Pemeriksaan ini membantu menemukan peluang untuk pengurangan biaya dan alokasi sumber daya yang lebih efisien. Salah satu kekuatan utama kerangka kerja Rantai Nilai adalah pendekatannya yang sistematis dalam memahami dan meningkatkan aktivitas bisnis, sehingga menghasilkan keputusan strategis yang lebih berdasar. Kerangka kerja ini juga mengungkap saling ketergantungan antaraktivitas, serta menunjukkan bagaimana perbaikan di satu area dapat memberikan dampak positif bagi area lainnya. Selain itu, rantai nilai sangat fleksibel dan dapat diterapkan di berbagai industri serta sektor. Tidak hanya pada tingkat perusahaan, kerangka kerja ini juga dapat digunakan untuk memeriksa industri atau segmen pasar, sehingga memberikan wawasan strategis yang melampaui batas-batas organisasi.

Di sisi lain, pemeriksaan rantai nilai bisa memakan waktu dan rumit, terutama bagi perusahaan besar yang memiliki diversifikasi usaha. Pemeriksaan ini membutuhkan data rinci dan pemahaman mendalam mengenai setiap aktivitas, yang mungkin tidak selalu tersedia dengan mudah. Terlebih lagi, karena rantai nilai beroperasi sebagai sistem yang terintegrasi, kinerja yang kuat di satu area tidak dapat sepenuhnya menutupi kelemahan di area lain. Namun, saling ketergantungan ini juga menghadirkan peluang strategis: mata rantai terlemah sering kali menunjukkan di mana perbaikan dapat menghasilkan nilai terbesar. Dengan mengidentifikasi area-area tersebut, pemeriksaan rantai nilai dapat memandu pengambilan keputusan mengenai apakah suatu aktivitas tertentu sebaiknya dilakukan secara internal atau dialihdayakan (*outsourcing*). Jika penyedia eksternal dapat melaksanakan tugas dengan lebih efektif dan biaya yang wajar, alih daya dapat meningkatkan penciptaan nilai perusahaan secara keseluruhan. Sebagai kesimpulan, kerangka kerja Rantai Nilai Porter tetap menjadi alat yang ampuh dalam manajemen strategis, karena menyediakan pendekatan terstruktur untuk membedah dan mengoptimalkan aktivitas bisnis. Dengan menelaah aktivitas utama maupun aktivitas pendukung, organisasi dapat memperoleh pemahaman yang lebih jelas mengenai bagaimana nilai diciptakan dan disampaikan—baik dalam lingkup operasi internal, industri, maupun segmen pasar tertentu.

2.5 MENINGTEGRASIKAN ANALISIS INTERNAL DAN EKSTERNAL MELALUI SWOT

Agar sebuah strategi benar-benar komprehensif, diperlukan fokus ganda: memperhatikan aspek eksternal maupun internal. pemeriksaan eksternal mengidentifikasi peluang pertumbuhan dan potensi ancaman di pasar, sementara pemeriksaan internal

mengungkap kekuatan organisasi yang dapat dimanfaatkan untuk meraih peluang tersebut serta mengatasi ancaman yang ada. Pemeriksaan internal juga menyoroti kelemahan internal yang dapat membatasi pilihan strategis atau membuat perusahaan rentan terhadap tekanan persaingan. Perspektif internal dan eksternal ini saling terkait erat, di mana setiap dimensi memberikan informasi dan membentuk keputusan strategis. Pemeriksaan SWOT menangkap hubungan krusial ini dengan mengintegrasikan faktor internal (yaitu Kekuatan dan Kelemahan) dengan faktor eksternal (yaitu Peluang dan Ancaman), sehingga menyajikan gambaran menyeluruh mengenai posisi strategis perusahaan (Gambar 2.7).



Gambar 2.7 Pemeriksaan SWOT

Salah satu wawasan penting mengenai pemeriksaan SWOT adalah bahwa komponen-komponennya bersifat relatif, bukan mutlak. Sebagai contoh, nilai dari suatu kekuatan atau kelemahan hanya dapat dipahami dalam kaitannya dengan peluang dan ancaman pasar tertentu. Demikian pula, suatu sumber daya atau kapabilitas baru menjadi kekuatan yang sesungguhnya jika hal tersebut memungkinkan perusahaan untuk memanfaatkan peluang atau menangkal ancaman. Sama halnya, suatu keterbatasan baru dianggap sebagai kelemahan jika hal itu menghalangi perusahaan untuk meraih peluang atau membuatnya rentan terhadap ancaman.

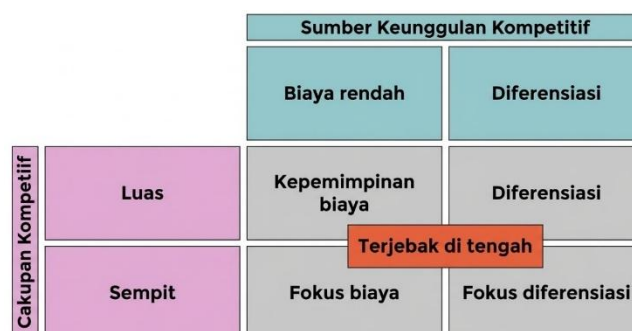
Sifat relatif ini berarti bahwa apa yang dianggap sebagai kekuatan bagi satu perusahaan bisa jadi merupakan kelemahan bagi perusahaan lain—dan prinsip ini berlaku di seluruh dimensi pemeriksaan SWOT. Terlebih lagi, kekuatan saat ini bisa berubah menjadi kelemahan di masa depan seiring dengan berkembangnya kondisi pasar. Sebagaimana ditekankan oleh Grant, "klasifikasi sembarang atas faktor eksternal menjadi peluang dan ancaman, serta faktor internal menjadi kekuatan dan kelemahan, tidaklah sepenting identifikasi cermat terhadap faktor-faktor eksternal dan internal tersebut yang diikuti dengan penilaian atas implikasinya." Namun, perusahaan sering kali terjebak dalam melakukan pemeriksaan SWOT yang dangkal—sekadar mendaftar dan mengategorikan faktor-faktor tanpa melakukan pemeriksaan

mendalam dan cermat yang diperlukan untuk menghasilkan wawasan strategis yang bermakna.

Kasus Netflix, yang diperkenalkan dalam ilustrasi pembuka bab ini, dengan jelas menggambarkan sifat relatif dari pemeriksaan SWOT. Ketika Netflix meluncurkan layanan penyewaan DVD melalui pos pada tahun 1997, para pemain lama di industri seperti Blockbuster—pemimpin pasar penyewaan film rumahan dan video gim di AS pada saat itu—awalnya menganggapnya bukan sebagai ancaman, karena mereka meyakini bahwa jaringan toko fisik mereka yang luas merupakan kekuatan utama. Akan tetapi, seiring dengan beralihnya preferensi konsumen ke arah kenyamanan—dan kemudian ke arah aksesibilitas daring dengan peluncuran layanan *streaming* Netflix pada tahun 2007—kekuatan yang sebelumnya diyakini tersebut justru berubah menjadi beban yang merugikan. Jejaring ritel Blockbuster yang luas berubah menjadi struktur yang mahal dan tidak fleksibel, sehingga perusahaan kesulitan beradaptasi dengan meningkatnya permintaan akan layanan digital. Sebaliknya, ketiadaan toko fisik pada Netflix—yang awalnya dianggap sebagai kelemahan—justru berkembang menjadi keunggulan strategis yang memungkinkan perusahaan melakukan ekspansi secara efisien tanpa terkendala oleh lokasi fisik (toko konvensional). Sebagai kesimpulan, penting untuk menyadari bahwa pembedaan antara faktor internal dan eksternal dalam pemeriksaan SWOT tidak selalu tegas. Aliansi strategis, alih daya (*outsourcing*), dan ekosistem bisnis yang terus berkembang sering kali mengaburkan batasan-batasan tradisional, sehingga semakin sulit untuk menentukan apa yang sebenarnya berada di dalam atau di luar lingkup perusahaan. Sifat yang dinamis dan cair ini menegaskan perlunya pendekatan strategis yang adaptif, sebuah topik yang akan dibahas kembali pada Bab 6.

2.6 STRATEGI GENERIK PORTER UNTUK KEUNGGULAN KOMPETITIF

Setelah memeriksa lanskap eksternal serta sumber daya dan kapabilitas internal, perusahaan dihadapkan pada keputusan krusial: bagaimana menciptakan nilai yang khas di pasar pilihan mereka? Pemosisian strategis menuntut pengambilan keputusan yang disengaja untuk membedakan perusahaan dari para pesaingnya. Michael Porter—yang perjalanan kariernya, menariknya, tidak bermula dari bidang manajemen dan strategi (lihat Fakta Singkat 2.3)—mengembangkan kerangka kerja berpengaruh mengenai tiga strategi generik (kepemimpinan biaya, diferensiasi, dan fokus) yang menawarkan jalur jelas bagi organisasi untuk membangun dan mempertahankan keunggulan kompetitif (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Strategi generik Porter

Setiap strategi generik mewakili jalan menuju kesuksesan yang secara fundamental berbeda, serta menuntut kapabilitas dan komitmen organisasi yang khas. Pemilihan strategi yang tepat bergantung pada penilaian cermat terhadap kekuatan perusahaan, posisi pasar, dan lingkungan persaingan. Keberhasilan pelaksanaannya juga bergantung pada penyelarasan pendekatan yang dipilih dengan sumber daya dan kapabilitas organisasi. Teknologi baru yang sedang berkembang, seperti AI, dapat memperkuat implementasi strategi, meningkatkan efektivitasnya, dan membuka peluang baru untuk meraih keunggulan kompetitif.

Fakta Singkat 2.3 Perjalanan Porter: Dari teknik menuju strategi

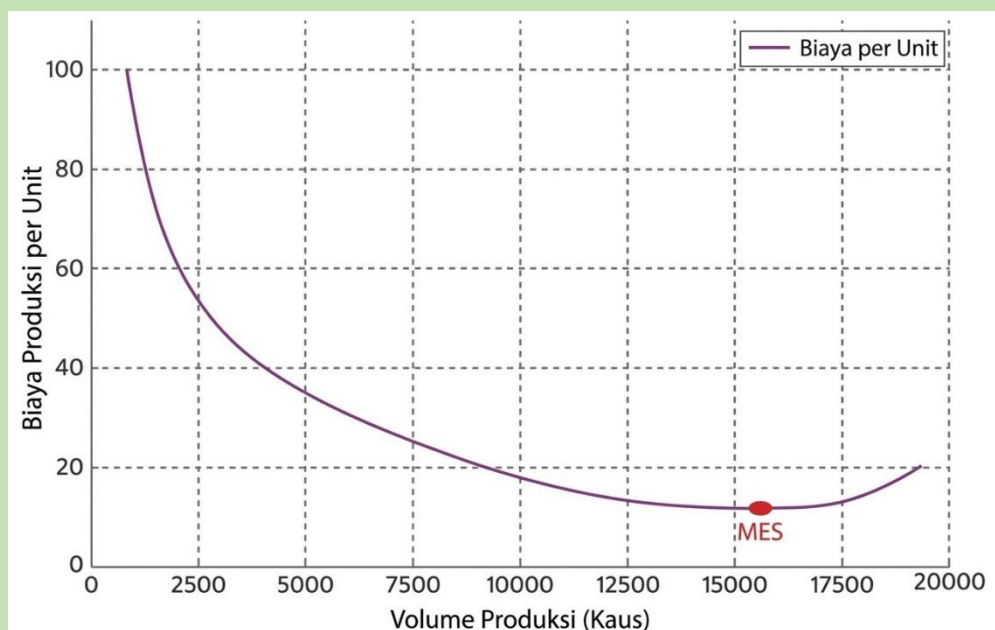
Sebagai salah satu pemikir manajemen paling berpengaruh sepanjang masa, mungkin mengejutkan untuk mengetahui bahwa Michael Porter awalnya tidak berencana meniti karier di bidang strategi bisnis. Ia mengawali perjalanan akademisnya dengan mempelajari teknik kedirgantaraan di Universitas Princeton. Namun, selama menempuh studi pascasarjana di Harvard, fokusnya beralih ke bidang ekonomi. Karena tertarik pada cara kerja industri dan faktor-faktor yang mendorong keberhasilan dalam persaingan, ia menempuh pendidikan MBA di Harvard Business School pada tahun 1971, kemudian meraih gelar PhD di bidang Ekonomi Bisnis dari Universitas Harvard pada tahun 1973. Dengan menerapkan pola pikir analitis khas teknik pada berbagai tantangan ekonomi, Porter mengembangkan serangkaian konsep inovatif, yang beberapa di antaranya dibahas dalam bab dan buku ini.

Kepemimpinan Biaya (*Cost Leadership*)

Kepemimpinan biaya adalah strategi di mana sebuah bisnis bertujuan untuk menjadi produsen dengan biaya terendah di industrinya. Strategi ini menyasar pasar yang luas dan berupaya meraih pangsa pasar dengan cara menekan biaya serta menawarkan produk dengan harga yang lebih rendah dibandingkan pesaing. Pendekatan ini umumnya melibatkan margin rendah namun dengan volume penjualan yang tinggi. Perusahaan seperti Ryanair (di industri penerbangan), Primark (*fast fashion*), dan Aldi (ritel) merupakan contoh nyata perusahaan yang berhasil menerapkan strategi kepemimpinan biaya. Faktor-faktor utama yang mendorong kepemimpinan biaya meliputi efisiensi operasional, skala ekonomi (lihat *Under the Hood 2.2*), akses terhadap modal untuk investasi teknologi, hubungan yang kuat dengan pemasok, serta pengurangan biaya di sepanjang rantai nilai. Faktor-faktor ini memungkinkan bisnis untuk meminimalkan pengeluaran dan mempertahankan profitabilitas meskipun menetapkan harga jual yang lebih rendah. Dengan menawarkan harga terendah, perusahaan pemimpin biaya dapat menarik pelanggan yang sensitif terhadap harga, memperluas pangsa pasar, dan menciptakan hambatan masuk yang signifikan bagi pesaing baru yang kesulitan meniru struktur biaya mereka. Selain itu, perusahaan pemimpin biaya biasanya memiliki posisi yang lebih kuat untuk menghadapi perang harga dan penurunan kondisi ekonomi dibandingkan para pesaingnya.

Pemantauan Mendalam 2.2: Skala ekonomi

Skala ekonomi mengacu pada fenomena di mana biaya produksi setiap unit tambahan menurun seiring dengan peningkatan total output suatu bisnis. Hal ini terjadi karena biaya tetap—seperti peralatan dan ruang pabrik—didistribusikan ke jumlah unit yang lebih banyak, sehingga mengurangi biaya per unit. Sebagai contoh, jika sebuah bisnis memproduksi 100 kaus, biaya mesin dan ruang pabrik dibebankan pada ke-100 kaus tersebut. Namun, jika perusahaan yang sama memproduksi 10.000 kaus menggunakan infrastruktur yang sama, biaya per kaus akan turun karena biaya tetap tersebar pada jumlah output yang jauh lebih besar, sehingga menurunkan biaya per unit, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Skala ekonomi

Namun, efek ini memiliki batasan. Jika sebuah bisnis memacu infrastrukturnya secara berlebihan, perusahaan tersebut dapat menghadapi peningkatan biaya akibat faktor-faktor seperti kerusakan mesin, masalah kualitas, atau kelelahan karyawan. Titik di mana perusahaan tidak dapat lagi menurunkan biaya tetap rata-rata melalui peningkatan produksi dikenal sebagai skala efisien minimum atau *minimum efficient scale* (MES) (Gambar 2.9). Pada tahap ini, perusahaan telah sepenuhnya memanfaatkan skala ekonomisnya, dan peningkatan *output* lebih lanjut dapat menyebabkan disekonomis skala (yaitu, kenaikan biaya per unit).

Sayangnya, strategi kepemimpinan biaya juga membawa risiko yang signifikan. Fokus yang kuat pada pengurangan biaya dapat berujung pada kompromi dalam hal kualitas, inovasi, dan layanan pelanggan, yang berpotensi merusak citra merek serta mengikis loyalitas pelanggan. Kemajuan teknologi atau munculnya metode produksi baru juga dapat

melemahkan keunggulan biaya yang dimiliki. Selain itu, pesaing mungkin meniru strategi pemangkasan biaya atau menemukan cara yang jauh lebih efisien untuk menekan pengeluaran, sehingga mengancam posisi pemimpin biaya tersebut. Mengingat strategi ini sering kali mengikuti dinamika "pemenang mengambil segalanya" (*winner-takes-all*), perusahaan yang gagal mencapai dominasi pasar mungkin akan kesulitan untuk tetap kompetitif.

Diferensiasi

Diferensiasi adalah strategi di mana sebuah bisnis berupaya membedakan dirinya dalam industri dengan menawarkan produk atau layanan yang dianggap unik dan bernilai tinggi oleh pelanggan. Hal ini dapat dicapai melalui kualitas luar biasa, fitur inovatif, layanan pelanggan yang unggul, *branding* yang kuat, atau teknologi mutakhir. Tujuannya adalah menciptakan penawaran khas yang membenarkan penetapan harga premium, yang biasanya mengikuti model margin tinggi dengan volume penjualan rendah. Merek-merek mewah seperti LVMH (barang mewah) dan Apple (elektronik konsumen) merupakan contoh klasik dari keberhasilan strategi diferensiasi.

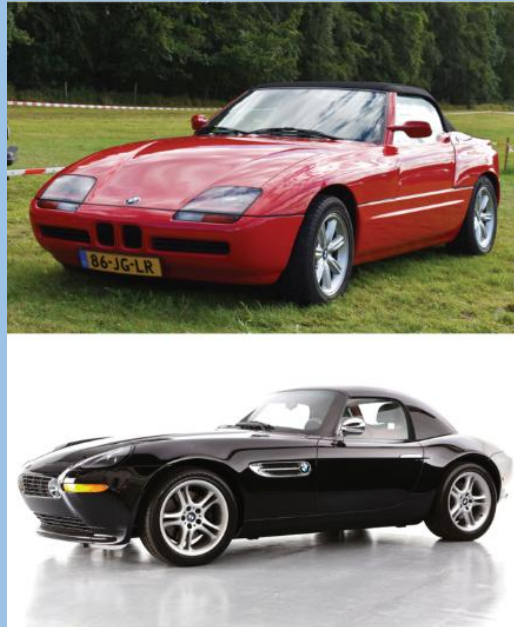
Faktor-faktor utama yang memungkinkan diferensiasi meliputi kegiatan litbang (R&D) yang kuat, tenaga kerja yang terampil dan kreatif, strategi pemasaran yang efektif, serta manajemen merek yang solid. Melakukan inovasi secara berkelanjutan dan mengomunikasikan nilai unik suatu produk atau layanan secara jelas merupakan hal penting untuk mempertahankan keunggulan kompetitif. Diferensiasi menawarkan berbagai keuntungan. Perusahaan yang berhasil membedakan dirinya dapat menetapkan harga lebih tinggi dan meraih margin keuntungan yang lebih baik. Strategi ini juga menumbuhkan loyalitas pelanggan, sehingga konsumen menjadi kurang sensitif terhadap harga. Selain itu, diferensiasi memberikan perlindungan dari persaingan langsung dan perang harga, karena produk yang unik lebih sulit untuk ditiru.

Namun, diferensiasi juga membawa risiko. Strategi ini sering kali menuntut investasi besar dalam bidang litbang, pemasaran, dan layanan pelanggan—pengeluaran yang tidak selalu menghasilkan imbal hasil yang diharapkan. Jika pesaing berhasil meniru fitur-fitur khas perusahaan atau jika preferensi pelanggan berubah, persepsi mengenai keunikan produk tersebut bisa memudar. Terlebih lagi, diferensiasi berlebihan dapat terjadi ketika biaya penambahan fitur melampaui harga premium yang bersedia dibayarkan oleh pelanggan, sebagaimana terlihat pada kasus BMW dalam Fakta Singkat 2.4.

Fakta Singkat 2.4 BMW di Era 90-an: Risiko diferensiasi berlebihan

Pada akhir tahun 1980-an dan 1990-an, BMW meluncurkan beberapa model kelas atas seperti Z1, Z3, dan Z8 sebagai upaya untuk membedakan diri melalui desain inovatif dan fitur-fitur canggih. Kendaraan-kendaraan ini dipasarkan sebagai model sport mewah dengan karakteristik yang khas. Namun, tingginya biaya produksi yang terkait dengan inovasi-inovasi tersebut tidak selalu sejalan dengan permintaan pelanggan. Sebagai contoh, Z1 menampilkan desain yang tidak lazim dengan pintu yang dapat meluncur masuk ke dalam bodi mobil; sebuah keunikan yang ternyata tidak menarik minat sebagian besar pembeli,

sehingga menghasilkan angka penjualan yang rendah. Demikian pula dengan Z8; meskipun desain garis bodinya yang memukau banyak dikagumi, harganya jauh lebih tinggi dibandingkan model-model pesaing, sehingga membatasi daya tarik pasarnya terlepas dari fitur-fiturnya yang mengesankan.



Kasus ini menggambarkan konsep diferensiasi berlebihan, yang menyoroti bahwa meskipun fitur-fitur unik dapat memberikan keunggulan kompetitif, fitur-fitur tersebut juga harus memberikan nilai yang bermakna bagi pelanggan. Kendati demikian, perlu dicatat bahwa seiring berjalannya waktu, Z8 telah diakui sebagai barang koleksi, di mana kelangkaan dan desainnya kini sangat dihargai oleh para penggemar otomotif.

Fokus

Strategi fokus merupakan jalur tersendiri menuju keunggulan kompetitif dengan menasar ceruk pasar (*niche*) tertentu, alih-alih bersaing secara luas di seluruh industri. Berbeda dengan strategi generik kepemimpinan biaya dan diferensiasi yang bertujuan menguasai pasar secara keseluruhan, strategi fokus menciptakan nilai dengan melayani segmen yang terdefinisi secara jelas dengan tingkat presisi yang luar biasa. Pendekatan ini dapat ditempuh melalui dua cara: fokus biaya, yang melibatkan upaya menjadi pemimpin biaya dalam segmen pasar yang sempit; dan fokus diferensiasi, yang mencakup penyediaan nilai unik bagi kelompok pelanggan tertentu. Strategi fokus biaya (*cost focus*) menerapkan prinsip-prinsip kepemimpinan biaya dalam batasan yang jelas—baik secara geografis, demografis, maupun spesifik produk. Demikian pula, strategi fokus diferensiasi mempersempit cakupannya dengan menawarkan produk atau layanan premium yang disesuaikan dengan kebutuhan khusus segmen tertentu. Ferrari adalah contoh nyata penerapan fokus diferensiasi; perusahaan ini memproduksi kendaraan mewah berkinerja tinggi dalam jumlah terbatas bagi

para penggemar otomotif yang sangat kaya, alih-alih bersaing di pasar yang lebih luas seperti BMW atau Mercedes-Benz.

Keberhasilan strategi fokus bersumber dari keahlian mendalam mengenai segmen pasar, kapabilitas khusus, serta penawaran yang dirancang secara presisi untuk memenuhi kebutuhan dan keinginan unik dari ceruk pasar (*niche*) yang ditargetkan. Fokus yang terkonsentrasi ini memungkinkan perusahaan membangun hubungan pelanggan yang lebih kuat dan memberikan nilai unggul dibandingkan pesaing yang beroperasi di pasar yang lebih luas. Pada gilirannya, spesialisasi semacam itu menciptakan hambatan masuk alami yang membantu melindungi posisi kompetitif perusahaan yang menerapkan strategi fokus tersebut. Namun, seperti halnya strategi generik lainnya, strategi fokus bukannya tanpa kelemahan. Pasar sasaran mungkin terlalu kecil untuk menghasilkan pendapatan yang berkelanjutan atau bisa menyusut seiring berjalannya waktu. Perubahan preferensi pelanggan atau masuknya pesaing yang memiliki sumber daya besar dapat mengikis keunggulan perusahaan. Selain itu, fokus yang terlalu sempit dapat membatasi peluang pertumbuhan dan membuat perusahaan lebih rentan terhadap risiko akibat fluktuasi pasar.

Terombang-ambing secara Strategis, Terjebak di Tengah, atau Serba Bisa?

Setelah membahas strategi-strategi generik, penting untuk memahami potensi risiko yang dihadapi perusahaan jika strategi tersebut tidak dijalankan dengan baik. Porter mengidentifikasi dua ancaman utama: pergeseran strategis (*strategic drift*) dan risiko terjebak di tengah (*stuck in the middle*). Pergeseran strategis terjadi ketika posisi strategis perusahaan secara bertahap menjadi tidak selaras dengan realitas pasar—akibat perubahan preferensi pelanggan, kemajuan teknologi, atau masuknya pesaing baru. Ibarat kapal yang perlahan melenceng dari jalurnya, penyimpangan-penyimpangan kecil terakumulasi seiring waktu hingga kesenjangan antara strategi perusahaan dan lingkungan kompetitifnya menjadi terlalu lebar.

Mencegah pergeseran strategis memerlukan pemantauan lingkungan secara berkelanjutan, kelincahan organisasi, serta budaya yang terbuka terhadap inovasi dan masukan. Kondisi "terjebak di tengah" (*stuck in the middle*) mengacu pada perusahaan yang berupaya mengejar strategi kepemimpinan biaya sekaligus diferensiasi secara bersamaan, namun tidak unggul dalam salah satunya. Porter berpendapat bahwa ambiguitas strategis semacam itu membuat perusahaan tidak mampu menarik minat baik pelanggan yang sensitif terhadap harga maupun mereka yang mencari nilai premium. Saran awalnya sangat jelas: pilihlah satu arah strategis dan alokasikan sumber daya secara tegas untuk pelaksanaannya.

Namun, lanskap strategis telah berkembang secara signifikan sejak Porter memperkenalkan kerangka kerjanya. Kemajuan teknologi dan munculnya analitik data yang canggih memungkinkan perusahaan untuk menerapkan strategi hibrida, yang berhasil memadukan efisiensi biaya dengan diferensiasi. Peng menyebut perusahaan semacam itu sebagai "serba bisa" (*all-rounders*), sebuah konsep yang dibahas lebih lanjut dalam Fakta Singkat 2.5. Perusahaan-perusahaan ini secara dinamis menyeimbangkan karakteristik

kepemimpinan biaya dan diferensiasi untuk melayani basis pelanggan yang lebih luas, sembari mempertahankan keunggulan kompetitif di pasar yang kompleks saat ini.

Fakta Singkat 2.5 Munculnya perusahaan serba bisa: Memadukan strategi untuk kesuksesan

Salah satu contoh strategi serba bisa dapat ditemukan di industri otomotif, di mana kustomisasi massal dan personalisasi produk menggabungkan elemen kepemimpinan biaya dan diferensiasi. Dengan memanfaatkan sistem manufaktur yang fleksibel dan desain modular, produsen mobil dapat menghasilkan kendaraan yang terasa disesuaikan dengan pelanggan individu – ciri khas diferensiasi – sambil menjaga biaya produksi tetap rendah dan mendapatkan manfaat dari skala ekonomi – karakteristik kepemimpinan biaya. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk memenuhi preferensi pelanggan yang beragam tanpa mengorbankan pengendalian biaya. Bentuk lain dari strategi hibrida dapat diamati di industri bir, di mana AB InBev menyesuaikan posisi merek Stella Artois-nya agar sesuai dengan pasar yang berbeda. Secara spesifik, perusahaan ini mempromosikan Stella Artois sebagai bir premium di pasar internasional, menekankan daya tariknya yang mewah, sementara secara bersamaan mengejar strategi kepemimpinan biaya di pasar domestiknya, Belgia – selaras dengan harapan pelanggan lokal dalam setiap kasus.

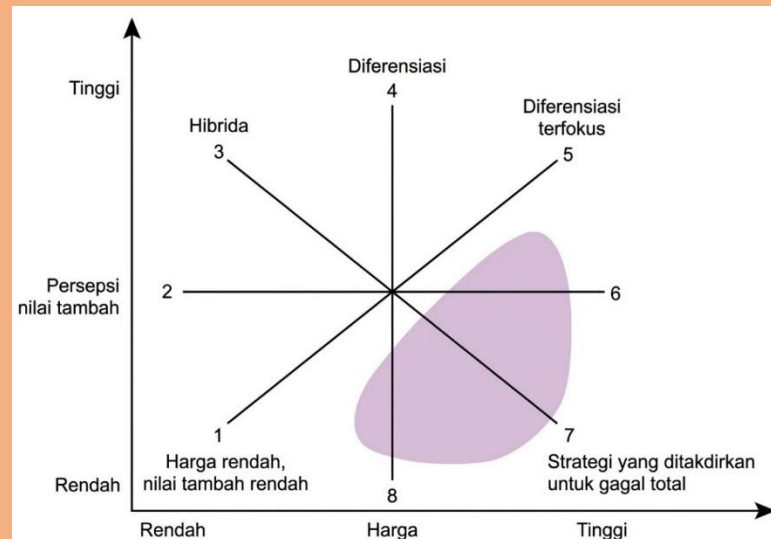
Baik saat mengintegrasikan strategi dalam satu pasar maupun menyesuaikannya dengan lingkungan yang berbeda, sebuah bisnis yang menerapkan pendekatan serba bisa (*all-rounder*) harus menyeimbangkan efisiensi biaya dan diferensiasi secara cermat; tujuannya adalah memastikan bahwa upaya penghematan biaya tidak mengikis keunikan penawarannya, dan sebaliknya.

Komunikasi yang jelas mengenai proposisi nilai sangatlah penting, karena pesan yang tidak konsisten dapat menimbulkan kebingungan dan melemahkan identitas merek. Meskipun bisnis modern memiliki lebih banyak sarana untuk menghadapi tantangan yang diidentifikasi oleh Porter, mereka tetap harus berhati-hati saat mengombinasikan strategi-strategi generik. Dalam konteks ini, kerangka kerja seperti *Strategy Clock*—yang diilustrasikan dalam bagian *Hands-on 2.2*—dapat menjadi alat yang berharga untuk mengevaluasi posisi kompetitif dan memandu pengambilan keputusan strategis.

Praktik 2.2: Menggunakan Strategy Clock untuk memeriksa lanskap persaingan

Bagaimana jika Anda dapat dengan mudah memvisualisasikan bagaimana pesaing memosisikan diri mereka di pasar? Kerangka kerja *Strategy Clock* menawarkan pendekatan sistematis untuk memetakan posisi persaingan berdasarkan dua dimensi penting: harga dan nilai tambah yang dipersepsikan. Alat visual ini memungkinkan organisasi untuk memeriksa bagaimana pesaing menyeimbangkan faktor-faktor tersebut serta mengidentifikasi peluang strategis di pasar. Kerangka kerja ini disusun menyerupai tampilan jam (Gambar 2.10), di mana setiap posisi mewakili kombinasi strategis yang khas antara harga dan nilai yang dipersepsikan. Untuk menerapkan kerangka kerja ini, mulailah dengan memeriksa strategi

penetapan harga pesaing utama dan bagaimana penawaran mereka dipersepsikan dari segi nilai. Proses ini dapat melibatkan pengumpulan umpan balik pelanggan—melalui survei, wawancara, atau diskusi kelompok terarah (*focus group*)—untuk lebih memahami cara mereka mengevaluasi aspek-aspek seperti kualitas produk, inovasi, fitur unik, dan posisi merek. Secara keseluruhan, faktor-faktor inilah yang menentukan posisi setiap pesaing pada *Strategy Clock*.



Gambar 2.10 Jam Strategi

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.10, posisi-posisi pada model jam tersebut mencakup berbagai penawaran, mulai dari produk berharga rendah dengan persepsi nilai yang juga rendah hingga produk premium yang memiliki harga tinggi sekaligus persepsi nilai yang tinggi. Beberapa posisi mencerminkan strategi hibrida yang menyeimbangkan pengendalian biaya dengan diferensiasi. Namun, kombinasi antara harga tinggi dan persepsi nilai yang rendah biasanya tidak dapat dipertahankan, karena pelanggan cenderung tidak melihat adanya alasan yang cukup kuat untuk membenarkan penetapan harga premium tersebut.

Proses pemetaan ini memberikan wawasan strategis yang berharga untuk menentukan posisi organisasi Anda sendiri. Dengan memahami posisi para pesaing, Anda dapat mengidentifikasi segmen pasar yang belum terlayani dengan baik serta peluang untuk melakukan diferensiasi. Hal ini juga dapat menunjukkan perlunya penyesuaian terhadap pendekatan Anda saat ini dan peralihan ke posisi yang lebih menguntungkan pada model jam tersebut. *Strategy Clock* (Model Jam Strategi) ini menjadi landasan bagi konsep-konsep strategis yang lebih lanjut yang akan kita bahas pada Bab 6.

2.7 STRATEGI YANG DIPERKUAT AI: EMPAT PRINSIP UTAMA

Sebelum kita beralih ke aspek yang lebih teknis dari teknologi AI, penting untuk memperjelas perspektif buku ini mengenai AI—khususnya mengenai strategi yang diperkuat

AI (*AI-augmented strategy*), di mana AI digunakan untuk meningkatkan pengambilan keputusan manusia, memperkuat kapabilitas strategis, dan memperbaiki kinerja bisnis. Sebagai landasan awal, kami memperkenalkan empat prinsip inti dari strategi yang diperkuat AI secara efektif. Prinsip-prinsip ini berfungsi sebagai kompas bagi pembaca saat mereka menyimak isi bab-bab selanjutnya, serta memberikan dasar yang jelas untuk mengintegrasikan AI ke dalam pemikiran dan pelaksanaan strategi.

Peran Ganda AI dalam Pemeriksaan dan Pelaksanaan Strategi

Dalam beberapa tahun terakhir, AI telah muncul sebagai katalisator yang kuat bagi inovasi bisnis dan keunggulan kompetitif, dengan pengaruh yang diperkirakan akan terus berkembang. Seiring dengan terus majunya teknologi AI, teknologi ini mengubah cara bisnis beroperasi serta menawarkan peluang yang belum pernah ada sebelumnya untuk mengoptimalkan proses dan menciptakan nilai. Berdasarkan prakiraan dalam Fakta Singkat 2.6, tampaknya transformasi ini masih jauh dari kata usai!

Fakta Singkat 2.6: Proyeksi lonjakan luar biasa AI

Pasar AI global sedang mengalami pertumbuhan pesat, dengan berbagai proyeksi yang menunjukkan adanya ekspansi signifikan di tahun-tahun mendatang. Menurut Grand View Research, pasar AI diperkirakan akan tumbuh dengan tingkat pertumbuhan tahunan majemuk (CAGR) sebesar 36,6 persen antara tahun 2024 dan 2030, mencapai estimasi nilai sebesar 1 triliun 810 miliar pada akhir dekade tersebut. Senada dengan itu, Markets and Markets memprediksi pasar akan berkembang dari 214 triliun 600 miliar pada tahun 2024 menjadi 1 triliun 340 miliar pada tahun 2030, yang mencerminkan CAGR sebesar 35,7 persen. Berbagai industri seperti layanan kesehatan, ritel, keuangan, dan manufaktur berada di garis depan transformasi ini (Fortune Business Insights, 2025); mereka memanfaatkan AI untuk mengoptimalkan operasional, meningkatkan pengambilan keputusan, dan menciptakan nilai yang signifikan. Pertumbuhan yang sangat pesat ini menyoroti semakin pentingnya peran AI bagi bisnis yang ingin tetap kompetitif dalam dekade mendatang. Organisasi yang mengadopsi AI sejak dini dan mengintegrasikannya secara strategis akan berada pada posisi terbaik untuk meraih peluang di pasar yang berkembang pesat ini.

Berdasarkan perspektif ini, buku ini berargumen bahwa AI memainkan peran ganda, baik dalam pemeriksaan strategis maupun eksekusi. Hal ini membawa kita pada dua prinsip utama strategi yang diperkuat oleh AI (*AI-augmented strategies*):

- **Prinsip utama pertama:** Strategi yang diperkuat oleh AI memanfaatkan AI sebagai analis strategis, yang meningkatkan kemampuan organisasi untuk memproses sinyal pasar yang kompleks, mengidentifikasi pola yang baru muncul, mengevaluasi peluang, dan mengambil keputusan berbasis bukti. Kemampuan analitis ini mengubah cara organisasi memahami dan merespons lingkungan kompetitif mereka.
- **Prinsip utama kedua:** Strategi yang diperkuat oleh AI memosisikan AI sebagai pendukung strategis (*strategic enabler*), yang memperkuat kemampuan organisasi

dalam menjalankan strategi pilihannya melalui peningkatan kapabilitas operasional, otomatisasi cerdas, dan inovasi berkelanjutan. Kapabilitas operasional ini menciptakan sumber keunggulan kompetitif yang baru.

- **Kedua peran ini bersama-sama membentuk siklus dinamis:** wawasan yang dihasilkan AI mengungkap peluang untuk peningkatan operasional berbasis AI, yang pada gilirannya menghasilkan data dan kemungkinan strategis baru. Siklus umpan balik ini mempercepat pembelajaran organisasi dan mendorong evolusi strategis yang berkelanjutan.

Kebutuhan akan Simbiosis Manusia–AI

Di luar kemampuan teknisnya, kekuatan transformatif AI berakar kuat pada upaya manusia. Manusia merancang, menyempurnakan, dan mengimplementasikan sistem AI, serta menentukan bagaimana sistem tersebut diterapkan untuk mengatasi tantangan tertentu. Sebaliknya, sistem ini mendukung pengambilan keputusan manusia dengan memeriksa kumpulan data yang sangat besar, melakukan perhitungan rumit, dan menghasilkan wawasan prediktif yang sulit atau tidak praktis jika dilakukan secara manual. Sinergi ini, yang dikenal sebagai kolaborasi manusia–AI, mewakili ranah baru dalam kecerdasan organisasi. Mesin menghadirkan kecepatan, presisi, dan skalabilitas, sementara manusia berkontribusi melalui kreativitas, pemikiran kritis, dan kemampuan beradaptasi.

Namun, mewujudkan manfaat-manfaat ini memerlukan perencanaan yang cermat dan desain organisasi yang terarah untuk memfasilitasi adopsi AI yang efektif. Untuk memanfaatkan potensi AI secara maksimal, organisasi harus menentukan secara strategis bagaimana AI berinteraksi dengan karyawan. Interaksi ini bervariasi dalam hal kompleksitas dan otonomi, yang membentuk empat cara berbeda di mana mesin dapat memperkuat atau — dalam beberapa kasus—menggantikan kontribusi manusia.

Pada tingkat paling dasar, AI berfungsi sebagai 'alat' yang memperluas kemampuan manusia namun tetap memerlukan pengawasan dan arahan langsung. Sebagai contoh, fitur *cruise control* dasar pada kendaraan meningkatkan kinerja manusia dengan menjaga kecepatan tetap stabil, namun tetap mengandalkan penilaian manusia demi keselamatan. Seiring dengan semakin canggihnya sistem AI, sistem ini dapat berkembang menjadi 'asisten' yang mampu menjalankan tugas-tugas spesifik secara mandiri, sembari menyerahkan keputusan krusial kepada manusia. Hal ini dicontohkan oleh sistem *autopilot* dalam penerbangan, yang mengelola fungsi-fungsi rutin seperti menjaga ketinggian dan kecepatan, sementara pilot tetap memegang kendali penuh atas penerbangan tersebut.

Sistem AI yang lebih canggih dapat beroperasi sebagai kolaborator otonom atau 'mitra seajar' (*peers*), yang melakukan tugas-tugas rutin dengan pengawasan manusia yang minimal. *Robotic process automation* (RPA)—yang dibahas lebih lanjut dalam Bab 5—mengambil peran ini di bidang keuangan dan layanan pelanggan, di mana intervensi manusia hanya diperlukan dalam kasus-kasus khusus. Pada tingkat yang lebih tinggi lagi, AI dapat berfungsi sebagai 'manajer' yang mengawasi alur kerja, mendelegasikan tugas, dan mengoptimalkan kinerja. Contoh nyata dari hal ini adalah sistem lalu lintas pintar yang mengatur lampu lalu lintas secara *real-time* tanpa intervensi manusia, serta menyesuaikan diri secara dinamis dengan arus lalu

lintas demi meningkatkan efisiensi. Munculnya *agent AI* (yaitu sistem otonom yang secara proaktif menetapkan tujuan, mengambil keputusan, dan bertindak dalam lingkungan dinamis tanpa pengawasan manusia secara terus-menerus) dapat mendorong peran manajerial ini lebih jauh lagi.

Tujuan dari kolaborasi manusia-AI adalah untuk mencapai hasil yang melampaui apa yang dapat dicapai oleh manusia maupun mesin jika bekerja sendiri-sendiri. Dalam semangat tersebut, Hollywood telah menyajikan visi kreatif yang membantu kita membayangkan seperti apa bentuk kolaborasi semacam itu nantinya (lihat Fakta Singkat 2.7). Pada tahap yang paling maju, kemitraan ini bermuara pada apa yang disebut sebagai 'simbiosis manusia-AI'—sebuah kolaborasi yang terintegrasi secara mendalam yang mendorong inovasi, meningkatkan keunggulan operasional, dan membuka berbagai peluang baru. Hal ini membawa kita pada prinsip utama ketiga dari strategi yang diperkuat oleh AI:

Prinsip utama ketiga:

Strategi yang diperkuat oleh AI memandang AI sebagai mitra kolaboratif yang mendukung keahlian manusia, bukan menggantikannya. Organisasi harus merancang interaksi antara manusia dan AI secara cermat untuk menyeimbangkan efisiensi algoritmik dengan wawasan serta penilaian manusia, guna memastikan bahwa keputusan dan tindakan mencerminkan pemeriksaan berbasis data sekaligus pertimbangan kontekstual dan etis.

Fakta Singkat 2.7 AI: Bintang Hollywood yang Sedang Naik Daun

Selain film ikonik 2001: *A Space Odyssey* (Bab 1), film-film seperti *Her*, *Ex Machina*, dan *I, Robot* mengeksplorasi berbagai kemungkinan dan tantangan kolaborasi antara manusia dan AI, sembari mengangkat pertanyaan etis dan sosial yang krusial. Dalam *Her*, sebuah asisten AI yang memiliki kecerdasan emosional menjalin ikatan yang sangat personal dengan pengguna manusianya, sehingga memicu perenungan mengenai apakah mesin mampu memenuhi kebutuhan emosional. *Ex Machina* mengeksplorasi penciptaan AI humanoid yang memiliki kesadaran diri, serta mengungkap dilema etis dan dinamika kekuasaan yang penting. Sementara itu, *I, Robot* menggambarkan masa depan di mana AI beroperasi di bawah aturan ketat yang dirancang untuk melindungi umat manusia (yaitu Tiga Hukum Robotika karya Isaac Asimov), sekaligus mempertanyakan bagaimana hukum-hukum tersebut dapat ditafsirkan dengan cara yang menantang kendali manusia.

Meskipun Hollywood sering kali melebih-lebihkan kemampuan AI, kisah-kisah ini menyoroti berbagai isu yang melampaui sekadar tayangan di layar. Film-film tersebut mencerminkan kekhawatiran dunia nyata terkait integrasi AI ke dalam organisasi dan masyarakat, serta memunculkan pertanyaan penting mengenai etika, akuntabilitas, dan hubungan yang terus berkembang antara manusia dan mesin. Dengan mendramatisasi tema-tema seperti kepercayaan, otonomi, dan kolaborasi, film-film ini menegaskan pentingnya pengambilan keputusan etis yang cermat di dunia yang semakin didorong oleh AI—sebuah topik yang akan kita bahas kembali di Bab 7.

Pembelajaran dan Pembaruan Berkelanjutan di Berbagai Tingkatan

Prinsip utama ketiga dalam kolaborasi manusia-AI secara alami berlanjut ke prinsip keempat sekaligus yang terakhir, yang berpusat pada pembelajaran di berbagai tingkatan dan pembaruan berkelanjutan. Sistem AI modern menandai perubahan mendasar dari pendekatan-pendekatan sebelumnya terhadap perbaikan organisasi, seperti gerakan rekayasa ulang proses bisnis (BPR) yang terstruktur dan sering kali kaku pada tahun 1990-an. Meskipun BPR bertujuan meningkatkan efisiensi melalui perancangan ulang proses secara radikal—yang terkadang melibatkan otomatisasi—pendekatan tersebut didasarkan pada alur kerja yang telah ditetapkan sebelumnya dan sistem yang statis. Sebaliknya, AI masa kini bersifat dinamis, adaptif, dan terus berkembang.

Seiring manusia memperdalam pemahaman mereka tentang pengembangan dan penerapan AI, sistem AI pun turut berkembang melalui pembelajaran mesin (Bab 3). Dalam prosesnya, sistem ini menghasilkan pengetahuan yang semakin tajam mengenai operasi bisnis internal maupun kekuatan pasar eksternal, yang berujung pada prediksi strategis yang lebih akurat dan pengambilan keputusan yang lebih berwawasan. Ketika wawasan manusia diintegrasikan kembali ke dalam pengembangan dan pelatihan sistem AI, terbentuklah siklus pembelajaran berkelanjutan—sebuah proses di mana kecerdasan manusia dan kecerdasan buatan berkembang bersama.

Evolusi timbal balik ini menciptakan bentuk kecerdasan kolektif yang mendorong pembelajaran dua arah antara manusia dan mesin. Proses iteratif ini—yang terkadang disebut sebagai 'siklus pembelajaran siber-manusia'—memungkinkan organisasi untuk beradaptasi secara lebih efektif terhadap tuntutan pasar kompetitif yang terus berubah. Lebih jauh lagi, evolusi sinergis antara kemampuan manusia dan AI ini melampaui sekadar hasil bisnis; hal ini membentuk ulang tidak hanya masa depan dunia kerja, tetapi juga masyarakat secara keseluruhan. Lee dan Qiufan menggambarkan transformasi ini melalui tiga proses yang saling terkait: *relearn* (belajar kembali), *recalibrate* (menyelaraskan kembali), dan *renaissance* (renaisans). Secara kolektif, proses-proses ini mencerminkan upaya yang lebih luas untuk menciptakan peluang kerja baru dan meningkatkan kesiapan tenaga kerja di era AI.

Relearn menekankan perlunya individu memperoleh keterampilan dan kemampuan baru saat AI mengubah struktur kerja tradisional. Menjawab tantangan ini memerlukan pendekatan sistemik, termasuk reformasi dalam pendidikan, pelatihan vokasi, dan kebijakan publik. *Recalibrate* berfokus pada pendefinisian ulang kolaborasi antara manusia dan AI. Hal ini mencakup perancangan ulang peran, penataan ulang tanggung jawab, dan penyusunan kebijakan yang mengarahkan AI untuk mendukung kesejahteraan masyarakat, alih-alih memperparah disrupsi. *Renaissance* membayangkan masa depan di mana AI menangani tugas-tugas rutin, sehingga manusia bebas berkonsentrasi pada karakteristik khas manusia seperti kreativitas dan empati. Pergeseran ini memberikan nilai lebih pada aspek-aspek yang menjadikan kita manusia, serta memosisikan AI sebagai alat untuk meningkatkan kekuatan unik kita. Kami membahas tema-tema ini secara lebih rinci dalam Bab 7.

Ketiga proses ini berlangsung pada empat tingkatan yang saling berkaitan: individu, organisasi, teknologi, dan masyarakat. Pada tingkat individu, pekerja harus beradaptasi dengan

lingkungan kerja yang terintegrasi dengan AI, sebagaimana disinggung dalam *Hands-on 2.3*. Pada tingkat organisasi, perusahaan perlu merancang ulang alur kerja dan struktur guna memanfaatkan sepenuhnya potensi kolaborasi antara manusia dan AI. Dari sisi teknologi, sistem AI akan terus berkembang melalui inovasi dan penerapan di dunia nyata, yang idealnya dipandu oleh nilai-nilai serta pengawasan manusia. Pada tingkat masyarakat, kita dapat mengantisipasi transisi yang lebih luas—mulai dari perubahan pola kerja hingga pergeseran prioritas pendidikan dan perubahan sikap budaya terhadap inovasi berbasis AI.

Aktivitas Praktis 2.3: Merefleksikan kolaborasi manusia dan AI

Bagaimana jika Anda bisa merasakan langsung potensi kolaborasi antara manusia dan AI? Berbagai alat sehari-hari, seperti Grammarly untuk penulisan atau Canva untuk desain, menunjukkan bagaimana AI dapat meningkatkan kreativitas dan produktivitas—membawa tugas-tugas yang sebelumnya sepenuhnya bergantung pada usaha manusia ke tingkat efisiensi dan inovasi yang lebih tinggi. Dengan berinteraksi menggunakan alat-alat ini, Anda dapat mengeksplorasi cara kerjanya serta mempertimbangkan apakah alat-alat tersebut sekadar berperan sebagai asisten atau sesuatu yang lebih—bahkan mungkin sebagai mitra kolaborasi—dalam alur kerja Anda.

Cobalah menyelesaikan tugas yang melibatkan salah satu alat ini. Sebagai contoh, gunakan Grammarly untuk menyempurnakan tulisan—seperti surel atau esai—dan perhatikan bagaimana alat tersebut menyarankan perbaikan pada tata bahasa, nada, dan kejelasan tulisan. Sebagai alternatif, bereksperimenlah dengan Canva dengan membuat desain, baik dari awal maupun menggunakan salah satu templat hasil kreasi AI. Saat Anda mengerjakannya, perhatikan bagaimana alat tersebut memengaruhi keputusan Anda. Apakah alat itu sekadar mendukung gagasan Anda, atau justru berperan lebih aktif dalam membentuk hasil akhirnya?

Setelah menyelesaikan tugas, luangkan waktu sejenak untuk merenungkan pengalaman tersebut. Apakah alat itu meningkatkan kualitas pekerjaan Anda dengan cara yang tak terduga? Apakah alat itu terasa seperti asisten pasif, atau lebih menyerupai mitra kreatif yang menyumbangkan gagasan yang memengaruhi hasil akhir? Pertimbangkan apakah Anda tetap memegang kendali selama proses berlangsung, atau apakah masukan dari alat tersebut yang mengarahkan pilihan Anda.

Terakhir, pikirkan apa yang diungkapkan oleh interaksi ini mengenai peran AI dalam cakupan yang lebih luas. Jika alat seperti Grammarly dan Canva mampu memperkaya alur kerja individu, bayangkan bagaimana sistem AI yang lebih canggih mentransformasi bisnis dan proses organisasi. Dengan demikian, latihan berskala kecil ini memberikan gambaran sekilas mengenai tantangan sekaligus peluang dalam kolaborasi antara manusia dan AI.

Secara keseluruhan, keempat tingkatan ini menawarkan perspektif multidimensi mengenai pembelajaran berkelanjutan, yang menjadi landasan bagi adaptasi dan pembaruan jangka panjang. Tema ini juga dibahas lebih lanjut dalam beberapa bagian di Bab 7.

Berdasarkan pemahaman tersebut, kita sampai pada prinsip utama keempat sekaligus terakhir dari strategi yang diperkuat oleh AI:

Prinsip utama keempat:

Strategi yang diperkuat oleh AI mengakui bahwa manusia dan AI berkembang bersama melalui siklus pembelajaran yang dinamis. Siklus-siklus ini mendorong pembelajaran dan adaptasi berkelanjutan di tingkat individu, organisasi, teknologi, dan masyarakat, sehingga memungkinkan sistem kolektif untuk berkembang mengikuti perubahan tuntutan persaingan dan sosial.

Pada bab-bab selanjutnya, kita akan membahas AI secara lebih mendalam dari sisi teknis—mencakup bidang-bidang seperti pembelajaran mesin (Bab 3), NLP (Bab 4), dan robotika (Bab 5). Saat kita mencermati teknologi-teknologi ini, kita akan kembali meninjau konsep-konsep strategis yang diperkenalkan dalam bab ini dan memahaminya melalui sudut pandang keempat prinsip utama strategi yang diperkuat oleh AI. Sepanjang pembahasan tersebut, kita akan menelaah bagaimana AI dapat menciptakan nilai dalam berbagai konteks bisnis sekaligus membentuk dampak sosial yang lebih luas.

Poin-Poin Utama

- Strategi secara umum merupakan pendekatan terfokus untuk mencapai tujuan jangka panjang dengan menyelaraskan sumber daya, kapabilitas, dan tindakan dengan visi serta tujuan yang jelas.
- Keputusan strategis dalam bisnis adalah pilihan yang jarang diambil, bersifat tingkat tinggi, dan berjangka panjang; keputusan ini dibuat oleh manajemen puncak, menentukan arah keseluruhan perusahaan, membutuhkan sumber daya yang besar, serta memengaruhi hampir seluruh aktivitas organisasi.
- Strategi dalam organisasi beroperasi pada tiga tingkat—korporat, bisnis, dan operasional—yang masing-masing membentuk keputusan, mulai dari arah keseluruhan terkait persaingan pasar hingga operasional sehari-hari. Penyelarasan di antara tingkat-tingkat ini sangat penting untuk keberhasilan jangka panjang.
- pemeriksaan strategis dalam bisnis dilakukan pada tingkat internal maupun eksternal; pemeriksaan internal berfokus pada sumber daya dan kapabilitas perusahaan, sedangkan pemeriksaan eksternal menelaah persaingan industri dan kondisi pasar yang lebih luas.
- Kerangka kerja PESTEL membantu bisnis memeriksa faktor-faktor lingkungan makro (yaitu Politik, Ekonomi, Sosial, Teknologi, Lingkungan, dan Hukum) untuk mengantisipasi tantangan dan peluang yang membentuk industri mereka.
- Model *Five Forces* (Lima Kekuatan) Porter menilai tekanan kompetitif dalam suatu industri—ancaman pendatang baru, kekuatan tawar-menawar pembeli dan pemasok, ancaman produk pengganti, serta persaingan industri—untuk menentukan profitabilitas pasar secara keseluruhan.
- Kerangka kerja VRIO dari Barney (yaitu *Value* [Nilai], *Rarity* [Kelangkaan], *Imitability* [Kemudahan Peniruan], dan *Organization* [Organisasi]) membantu bisnis

mengevaluasi sumber daya dan kapabilitas mana yang dapat memberikan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan.

- Kapabilitas dinamis—kemampuan mendeteksi peluang, memanfaatkannya, dan mengonfigurasi ulang sumber daya—memungkinkan bisnis untuk terus beradaptasi dan berinovasi dalam lingkungan yang berubah dengan cepat.
- Kerangka kerja *Value Chain* (Rantai Nilai) Porter memecah aktivitas perusahaan menjadi fungsi utama dan fungsi pendukung untuk mengidentifikasi area di mana nilai dapat diciptakan atau biaya dapat dikurangi. Kerangka ini mengklasifikasikan aktivitas bisnis ke dalam logistik masuk, operasi, logistik keluar, pemasaran dan penjualan, serta layanan; semuanya didukung oleh infrastruktur perusahaan, manajemen sumber daya manusia, pengembangan teknologi, dan pengadaan.
- Pemeriksaan SWOT (yaitu *Strengths* [Kekuatan], *Weaknesses* [Kelemahan], *Opportunities* [Peluang], dan *Threats* [Ancaman]) mengintegrasikan pemeriksaan internal dan eksternal untuk memandu pengambilan keputusan strategis serta menyelaraskan sumber daya perusahaan dengan kondisi pasar. Strategi generik Porter—kepemimpinan biaya, diferensiasi, dan fokus—membantu bisnis membangun keunggulan kompetitif, sementara kondisi "terjebak di tengah-tengah" (*stuck in the middle*) atau kehilangan arah strategis dapat melemahkan kinerja.
- Organisasi harus menghindari penyimpangan strategis (*strategic drift*) dengan terus menyelaraskan strategi mereka terhadap perubahan pasar dan memastikan posisi pasar yang jelas, alih-alih mencoba menggabungkan pendekatan strategis yang saling bertentangan.
- Simbiosis antara manusia dan AI sangat penting bagi strategi yang diperkuat oleh AI, karena AI meningkatkan kemampuan pemrosesan data dan otomatisasi, sementara wawasan manusia menjamin pengambilan keputusan yang etis, kreativitas, dan kemampuan beradaptasi.
- AI dapat mendukung baik pemeriksaan strategis (seperti mengidentifikasi tren dan menilai risiko) maupun eksekusi (seperti mengotomatisasi proses dan meningkatkan efisiensi operasional), menjadikannya alat yang ampuh untuk meraih keunggulan kompetitif.
- Strategi AI yang paling efektif bergantung pada siklus pembelajaran iteratif di mana manusia dan AI berkolaborasi serta terus beradaptasi, sehingga meningkatkan pengambilan keputusan strategis dan inovasi.

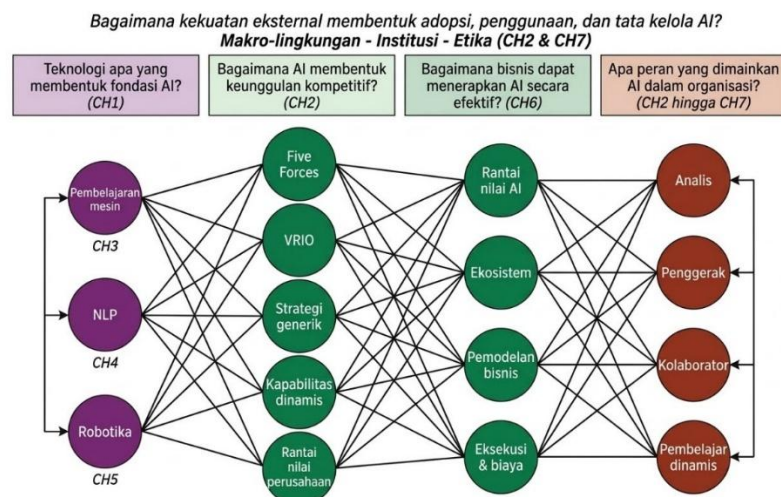
BAB 3

PEMBELAJARAN MESIN (*MACHINE LEARNING*)

3.1 GAMBARAN UMUM PEMBELAJARAN MESIN

Bab ini menyajikan pengantar komprehensif mengenai *machine learning* (pembelajaran mesin), yang mencakup prinsip-prinsip utama, metodologi, serta penerapannya di dunia nyata. Kita mulai dengan mendefinisikan *machine learning*, membedakannya dari pemrograman tradisional, dan menjelaskan mekanisme dasarnya. Selanjutnya, kita akan membahas algoritma pembelajaran utama yang memungkinkan komputer belajar dari data dan membuat keputusan cerdas. Kita juga akan membedakan antara *shallow learning* (pembelajaran dangkal) dan *deep learning* (pembelajaran mendalam), dengan fokus khusus pada jaringan saraf tiruan (*neural networks*)—terutama model *deep learning*. Mengingat efektivitas *machine learning* sangat bergantung pada kualitas data, kami menekankan pentingnya manajemen data dalam memastikan hasil yang akurat dan dapat diandalkan. Terakhir, kita akan mengkaji bagaimana *machine learning* meningkatkan pengambilan keputusan strategis melalui dua kemampuan krusial: mendeteksi (*sensing*) dan memprediksi (*predicting*). Sepanjang bab ini, kami berupaya menyederhanakan konsep-konsep yang kompleks serta memberikan penjelasan yang jelas dan ringkas untuk membantu Anda membangun landasan yang kuat mengenai teknologi transformatif ini.

Dalam bab ini, Anda akan mengeksplorasi bagaimana *machine learning*—sebuah teknologi inti AI—memungkinkan sistem untuk belajar dari data, mengenali pola, dan membuat prediksi. Gambar 3.1 mengilustrasikan bagaimana *machine learning* berintegrasi dengan teknologi AI lainnya, seperti pemrosesan bahasa alami (*natural language processing* atau NLP) dan robotika. Bab ini juga mengaitkan topik tersebut dengan tema-tema yang lebih luas dalam buku ini, termasuk strategi kompetitif, penerapan AI dalam bisnis, serta berbagai peran AI di dalam organisasi maupun lingkungan eksternal.



Gambar 3.1 Kerangka Kerja Menyeluruh Buku Ini

3.2 MENDEFINISIKAN MACHINE LEARNING

Machine learning lebih mudah dipahami jika dibandingkan dengan pemrograman tradisional karena pendekatan pemecahan masalahnya yang secara mendasar berbeda. Dalam pemrograman tradisional, pengembang menulis instruksi terperinci langkah demi langkah untuk mengakomodasi setiap skenario. Proses ini bisa menjadi rumit dan memakan waktu karena memerlukan banyak aturan untuk menangani kasus-kasus khusus (*edge cases*)—baik yang jarang terjadi maupun yang berskala kecil—yaitu skenario tidak biasa yang berada di luar fungsionalitas umum sistem. Di sisi lain, *machine learning* menggunakan pendekatan yang lebih dinamis. Alih-alih memprogram instruksi secara eksplisit, pengembang menciptakan sistem yang mampu belajar dari 'pengalaman'. Dengan memaparkan program-program ini pada banyak pengalaman—berupa data atau contoh dalam jumlah besar—sistem tersebut belajar mengenali pola dan merumuskan solusinya sendiri atas berbagai masalah. Kemampuan untuk belajar dan beradaptasi secara mandiri inilah yang menjadi inti dari *machine learning*.

Pada dasarnya, *machine learning* berkaitan dengan perancangan sistem yang belajar dari data untuk mengenali pola, membuat prediksi, dan menafsirkan informasi. Berbeda dengan pemrograman tradisional yang menuntut adanya solusi yang telah ditentukan sebelumnya, *machine learning* mengalihkan fokus pada penyediaan contoh hasil yang diinginkan. Dengan mempelajari contoh-contoh tersebut, sistem mengidentifikasi pola yang memungkinkannya memecahkan masalah serupa secara mandiri. Pendekatan inovatif ini menjadikan *machine learning* sebagai alat yang ampuh dan efisien untuk mengatasi tantangan kompleks di dunia saat ini, sekaligus mengubah cara kita melakukan pemecahan masalah dan otomatisasi. Seiring *machine learning* terus mengubah lanskap berbagai industri, pemahaman mengenai nilai dan peran data menjadi semakin penting. Fakta Singkat 3.1 menyajikan wawasan tambahan mengenai hubungan ini.

Fakta Singkat 3.1: Data adalah minyak baru

Ungkapan "Data adalah minyak baru" pertama kali diperkenalkan oleh matematikawan Inggris sekaligus pelopor ilmu data, Clive Humby, pada tahun 2006. Perumpamaan ini menggambarkan gagasan penting: data mentah—sama halnya dengan minyak bumi mentah—memiliki nilai yang rendah dalam bentuk aslinya, namun ketika diolah melalui teknik seperti pemodelan statistik dan pembelajaran mesin (*machine learning*), data tersebut menjadi sumber daya ampuh yang mendorong inovasi dan pengambilan keputusan di berbagai industri. Pembelajaran mesin, khususnya, berperan layaknya kilang minyak. Teknologi ini memproses data mentah dalam jumlah besar, mengungkap pola-pola di dalamnya, dan mengubahnya menjadi wawasan yang dapat ditindaklanjuti. Perumpamaan ini menjadi semakin relevan saat ini, mengingat lonjakan data dari platform digital, perangkat IoT, dan komputasi awan memberikan peluang lebih besar bagi bisnis untuk mengolah serta memanfaatkan "cadangan data" mereka.

Mari kita ambil contoh sederhana: bayangkan Anda ingin komputer menentukan apakah sebuah gambar menampilkan kucing atau anjing. Dengan pemrograman tradisional,

Anda harus membuat daftar aturan yang sangat panjang untuk menjelaskan perbedaan di antara keduanya. Misalnya, Anda mungkin mendeskripsikan bahwa kucing biasanya memiliki telinga yang runcing sedangkan anjing sering kali memiliki telinga yang terkulai, atau menjelaskan perbedaan ukuran dan bentuk tubuh mereka. Selain itu, program Anda harus mampu menangani variasi yang tak terhitung jumlahnya, seperti perbedaan ras, warna, sudut pengambilan gambar, atau kondisi pencahayaan. Menulis dan menguji program semacam itu akan sangat rumit dan memakan banyak waktu. Kini, dengan *machine learning* (pembelajaran mesin), prosesnya menjadi lebih sederhana. Alih-alih memberikan semua aturan tersebut kepada komputer, Anda cukup memberinya banyak gambar kucing dan anjing.

Faktanya, kumpulan data yang umum digunakan untuk melatih model klasifikasi gambar semacam ini sudah dikenal luas dalam studi *machine learning* (Fakta Singkat 3.2 memberikan wawasan lebih lanjut mengenai asal-usul dan signifikansinya). Komputer kemudian memeriksa contoh-contoh tersebut, mengidentifikasi pola—yaitu ciri-ciri umum kucing dan anjing—serta belajar mengklasifikasikan gambar-gambar baru secara mandiri (penjelasan lebih rinci mengenai cara kerjanya akan disajikan pada bagian selanjutnya). Singkatnya, *machine learning* memungkinkan komputer untuk menemukan sendiri aturan-aturan tersebut berdasarkan contoh kasus yang Anda berikan. Hal ini membuat penyelesaian masalah seperti pengenalan gambar menjadi lebih cepat, lebih efisien, dan tidak lagi bergantung pada proses manual. Alih-alih memerlukan solusi yang telah ditetapkan sebelumnya, teknologi ini memungkinkan sistem untuk menemukan solusi tersebut secara otomatis berdasarkan data yang diberikan.

Fakta Singkat 3.2: Perdebatan ikonik antara kucing dan anjing

Dataset Klasifikasi Kucing dan Anjing yang dibuat oleh Kaggle merupakan sarana yang dikenal luas dalam studi pembelajaran mesin (*machine learning*). Terdiri dari 25.000 gambar berlabel yang terbagi secara seimbang antara kucing dan anjing, dataset ini umum digunakan untuk melatih dan menyempurnakan model pengenalan gambar. Berkat karakteristiknya yang sederhana, dataset ini menjadi sarana yang sangat baik untuk mempelajari bagaimana mesin belajar mendeteksi pola dan mengategorikan gambar. Dataset ini telah menjadi tolok ukur utama bagi para peneliti dan pengembang yang mengerjakan aplikasi AI berbasis gambar.

Banyak masalah bisnis jauh lebih kompleks daripada contoh sederhana perbandingan kucing versus anjing, hal yang turut menjelaskan mengapa *machine learning* (pembelajaran mesin) semakin populer. Namun, mengapa baru sekarang? Tantangan-tantangan ini sudah ada selama beberapa dekade; lantas, mengapa *machine learning* tidak diadopsi secara luas sejak dulu? Bagaimanapun juga, akarnya dapat ditelusuri kembali ke teknik-teknik statistik yang dikembangkan berabad-abad yang lalu (seperti algoritma "jika-maka" atau *if-then*, yang dibahas dalam Bab 1). Faktanya, landasan *machine learning* bermula jauh lebih awal daripada yang disadari banyak orang, yakni berakar pada metode-metode matematika yang sudah ada

sejak ratusan tahun silam. Fakta Singkat 3.3 mengulas beberapa perkembangan historis yang membentuk AI modern.

Fakta Singkat 3.3 Akar statistik pembelajaran mesin

Konsep-konsep utama dalam pembelajaran mesin, seperti pemeriksaan regresi, sudah ada sejak abad ke-18. Para matematikawan seperti Adrien-Marie Legendre dan Carl Friedrich Gauss mengembangkan 'metode kuadrat terkecil' (*method of least squares*), sebuah teknik untuk mencocokkan data dan membuat prediksi. Kemudian, Sir Francis Galton memperkenalkan istilah 'regresi' dalam konteks pewarisan sifat. Ia mengamati bahwa sifat-sifat pada keturunan, seperti tinggi badan, cenderung mendekati rata-rata populasi seiring berjalannya waktu. Karya Galton menginspirasi pengembangan perangkat statistik modern, termasuk regresi linear. Teknik-teknik awal ini—yang dirancang untuk memprediksi hasil dan mengidentifikasi hubungan—meletakkan dasar bagi algoritma pembelajaran mesin modern, sekaligus menunjukkan bagaimana gagasan statistik yang telah lama ada terus mendorong inovasi dalam AI saat ini.

Pesatnya perkembangan *machine learning* belakangan ini didorong oleh dua faktor utama: melimpahnya data yang kini tersedia bagi dunia bisnis dan peningkatan drastis dalam daya komputasi (Bab 1). Berbekal akses ke kumpulan data berskala besar serta kemampuan memproses model dengan jutaan parameter, *machine learning* kini mampu menghasilkan keluaran yang sangat akurat. Untuk memahami bagaimana kemajuan ini memungkinkan penerapan *machine learning* dalam situasi nyata, cobalah membuat sistem pintu pintar sederhana yang dapat mengenali dan merespons hewan peliharaan Anda. Aktivitas Praktis 3.1 menyajikan panduan langkah demi langkah untuk membantu Anda memulainya.

Praktik 3.1: Membuat sistem pintu pintar untuk hewan peliharaan Anda

Dengan menggunakan perangkat seperti Teachable Machine dari Google, Raspberry Pi, dan kunci pintar (*smart lock*), Anda dapat membuat sistem pintu pintar sederhana yang mengenali hewan peliharaan Anda dan membuka kunci pintu saat mereka mendekat. Mulailah dengan melatih model *machine learning* menggunakan Teachable Machine. Unggah foto hewan peliharaan Anda ke dalam kategori 'diizinkan' (*authorized*), serta gambar hewan lain—seperti hewan peliharaan tetangga atau satwa liar—ke dalam kategori 'tidak diizinkan' (*unauthorized*). Dengan jumlah gambar berlabel yang memadai, model tersebut akan belajar membedakan hewan peliharaan Anda dari hewan lain dengan memeriksa ciri-ciri seperti pola bulu, struktur wajah, dan karakteristik unik lainnya. Setelah model selesai dilatih, ekspor dan muat model tersebut ke dalam Raspberry Pi. Komputer kecil yang terjangkau ini berfungsi sebagai otak pintu pintar, menjalankan model serta memproses gambar secara langsung (*live*) yang ditangkap oleh kamera yang terhubung. Saat salah satu hewan peliharaan Anda dikenali sebagai hewan yang diizinkan, Raspberry Pi akan mengirimkan sinyal ke kunci pintar atau pintu hewan peliharaan bermotor, yang kemudian membuka kunci sesaat untuk memungkinkan hewan tersebut masuk atau keluar. Jika hewan

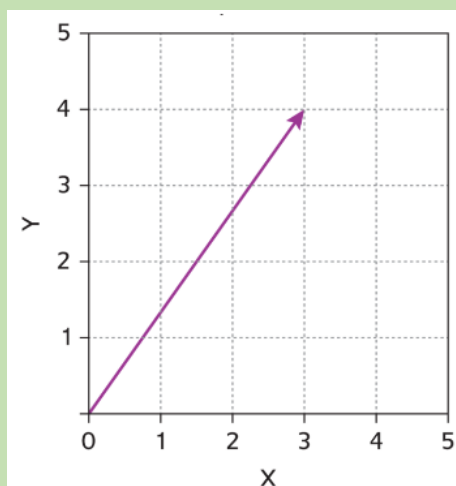
yang tidak diizinkan mendekat, pintu akan tetap terkunci untuk mencegah mereka masuk. Proyek ini merupakan cara yang menyenangkan dan praktis untuk memadukan *machine learning* dengan perangkat keras guna memecahkan masalah sehari-hari. Caranya sederhana, praktis, dan tidak memerlukan pemrograman konvensional. Selain itu, proyek ini memberikan kebebasan lebih bagi hewan kesayangan Anda, sekaligus mencegah masuknya tamu tak diundang.

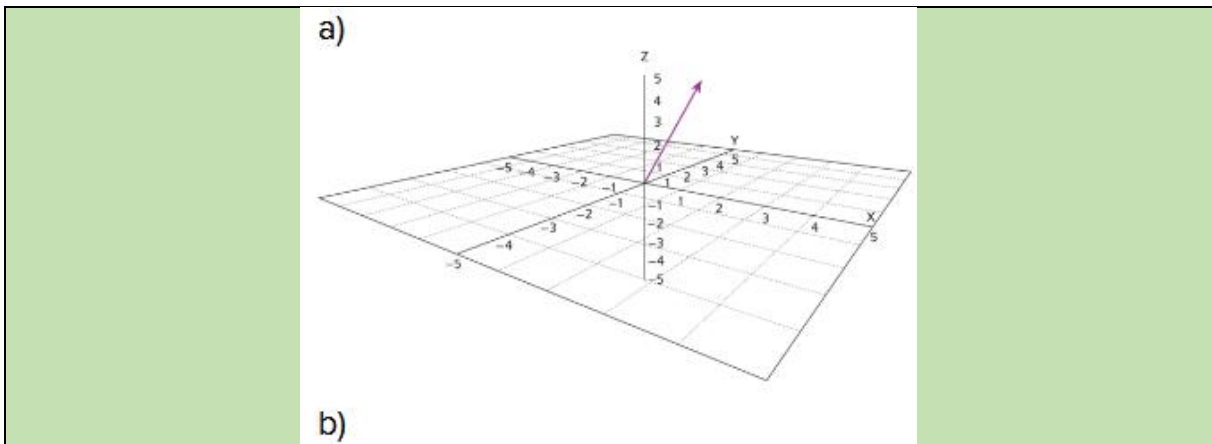
3.3 MEKANISME PEMBELAJARAN MESIN

Agar komputer dapat belajar, kita perlu menerjemahkan masalah tersebut ke dalam format yang dapat dipahaminya terlebih dahulu. Sebagai contoh, saat melatih komputer untuk membedakan antara kucing dan anjing, penting untuk diingat bahwa komputer tidak secara alami mengetahui apa itu kucing atau anjing. Komputer tidak memiliki pemahaman mengenai atribut seperti warna bulu, ukuran, ras, atau bentuk, serta tidak dapat menafsirkan gambar sebagaimana manusia melakukannya. Untuk menjembatani kesenjangan ini, kita harus merumuskan masalah tersebut dalam ‘bahasa’ yang dapat diproses oleh komputer. Salah satu bentuk bahasa tersebut adalah vektor. Dengan mengidentifikasi karakteristik utama—atau ‘fitur’—dari kucing dan anjing, kita dapat merepresentasikannya secara numerik dalam format berbasis vektor, sehingga memungkinkan komputer untuk memeriksa dan mempelajari data tersebut secara efektif. Bagian *Under the Hood* 3.1 menguraikan dasar matematis vektor serta menjelaskan bagaimana vektor membantu merepresentasikan data dalam format yang dapat diproses oleh komputer.

Di Balik Layar 3.1: Meninjau kembali vektor

Sebagaimana mungkin Anda ingat dari pelajaran aljabar, vektor adalah cara untuk menyatakan posisi atau arah menggunakan sekumpulan angka yang menunjukkan lokasi suatu titik dalam ruang. Sebagai contoh, dalam ruang dua dimensi, vektor ditulis sebagai (x, y) , di mana x menunjukkan seberapa jauh pergerakan secara horizontal dan y menentukan pergerakan secara vertikal.





Gambar 3.2 Representasi vektor: (a) Representasi vektor (3,4); (b) Representasi vektor (2,-1,5)

Pada Gambar 3.2a, vektor (3, 4) merepresentasikan pergerakan sejauh 3 langkah ke kanan dan 4 langkah ke atas dari titik awal. Dalam tiga dimensi, vektor ditulis sebagai (x, y, z). Angka tambahan, yaitu z, umumnya menunjukkan pergerakan dalam arah vertikal, sedangkan x dan y biasanya menentukan posisi horizontal, meskipun terdapat pula representasi alternatif. Sebagai contoh, vektor (2, -1, 5) merepresentasikan pergerakan sejauh 2 langkah ke kanan, 1 langkah ke belakang, dan 5 langkah ke atas dari titik awal, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2b.

Bayangkan hal ini seperti memberikan petunjuk arah. Jika Anda berdiri di lapangan datar dan seseorang bertanya di mana letak sebuah pohon, Anda mungkin akan berkata, "3 langkah ke timur dan 4 langkah ke utara." Hal itu serupa dengan vektor (3, 4). Jika pohon tersebut berada di atas bukit, Anda juga perlu menyertakan informasi mengenai ketinggiannya, sehingga menambahkan angka ketiga (yaitu z). Dengan demikian, vektor merupakan cara yang sederhana sekaligus ampuh untuk mendeskripsikan posisi dan pergerakan, tidak hanya dalam ruang fisik tetapi juga dalam bidang-bidang seperti pemeriksaan data dan pembelajaran mesin (*machine learning*).

Untuk mendefinisikan kucing atau anjing, kita dapat mengidentifikasi ciri-ciri utama seperti spesies (misalnya, kucing atau anjing), warna bulu (misalnya, hitam, coklat, putih), bentuk telinga (misalnya, tegak atau terkulai), dan ras (misalnya, Bulldog, Siamese, Cocker Spaniel). Jika tugas tersebut melibatkan klasifikasi gambar, fitur tambahan yang berkaitan dengan gambar itu sendiri dapat disertakan, seperti tingkat kecerahan (misalnya, terang atau gelap), pola tekstur (misalnya, halus atau kasar), atau kejelasan tepi (misalnya, minimal atau tegas). Mengubah atribut-atribut ini ke dalam format vektor memungkinkan komputer memproses data secara terstruktur dan numerik, sehingga memfasilitasi pengenalan pola.

Bayangkan kita memiliki gambar anjing Cocker Spaniel berwarna coklat dengan tingkat kecerahan sedang. Untuk mendeskripsikannya berdasarkan fitur-fiturnya—sebuah proses yang dikenal sebagai '*featurization*' (ekstraksi fitur)—kita dapat menyatakan karakteristiknya secara numerik. Spesies dikodekan sebagai 1 untuk anjing (di mana 0 mewakili kucing), sedangkan warna bulu coklat dikodekan sebagai 2. Bentuk telinga yang terkulai

direpresentasikan sebagai 1, dan ras Cocker Spaniel dikodekan sebagai 3. Kecerahan gambar diukur pada skala 0 hingga 1, dengan tingkat kecerahan sedang diberi nilai 0,5. Pola tekstur yang halus dikodekan sebagai 0, dan tingkat kejelasan tepi yang minimal juga dikodekan sebagai 0. Proses ekstraksi fitur ini menghasilkan vektor terstruktur, seperti [1, 2, 1, 3, 0,5, 0, 0], yang dapat diproses oleh komputer untuk tugas klasifikasi.

Pendekatan ini dapat diperluas untuk mendeskripsikan anjing dan kucing lainnya, atau bahkan hewan yang berbeda. Dengan menghasilkan vektor serupa untuk sejumlah besar gambar dan mengaitkannya dengan label yang tepat—seperti ‘anjing’, ‘kucing’, atau ‘lainnya’—komputer dapat mengenali pola yang membedakan kategori-kategori tersebut. Dengan menerjemahkan masalah ke dalam format vektor terstruktur yang dapat diproses oleh komputer, metode ini memungkinkan klasifikasi gambar baru secara akurat dan efisien. Setelah kita menetapkan cara untuk berkomunikasi dengan komputer, langkah selanjutnya adalah merumuskan masalah secara efektif untuk pembelajaran mesin (*machine learning*). Agar hal ini berhasil, tiga kondisi harus dipenuhi. Pertama, masalah tersebut harus didefinisikan dengan jelas sebagai tugas pembelajaran mesin. Kedua, algoritma yang sesuai harus tersedia untuk menangani tugas tersebut.



Ketiga, harus ada solusi yang layak untuk masalah sebagaimana telah dirumuskan tersebut. Meskipun banyak masalah dapat disusun untuk pembelajaran mesin dan tersedia beragam algoritma, ada kasus di mana pembelajaran mesin mungkin tidak memberikan hasil yang bermakna—terutama saat menangani fenomena yang tidak dapat diprediksi atau bersifat kacau (*chaotic*). Dalam situasi seperti itu, meskipun komputer menghasilkan keluaran, nilai praktisnya mungkin terbatas. Salah satu contoh fenomena yang kacau adalah prediksi pasar saham, sebuah bidang di mana model pembelajaran mesin telah diterapkan dengan tingkat

keberhasilan yang beragam. Fakta Singkat 3.4 mengupas alasan mengapa pasar keuangan terus menjadi tantangan signifikan bagi pembelajaran mesin.

Fakta Singkat 3.4 Pembelajaran mesin dalam prediksi pasar saham

Meskipun penggunaan pembelajaran mesin (*machine learning*) dalam prediksi pasar saham terus meningkat, hasilnya hingga saat ini masih belum konsisten. Sementara model-model awal mengandalkan pemeriksaan deret waktu dan teknik statistik, pendekatan yang lebih baru menggunakan *deep neural network* dan pemeriksaan sentimen—yang akan dibahas pada Bab 4. Perusahaan perdagangan frekuensi tinggi (*high-frequency trading*) menggunakan pembelajaran mesin untuk mendeteksi pola jangka pendek dan mengeksekusi transaksi dalam hitungan milidetik. Di sisi lain, dana lindung nilai (*hedge fund*) memeriksa kumpulan data berskala besar untuk mengoptimalkan portofolio. Walaupun terdapat keberhasilan jangka pendek yang signifikan, prediksi pasar jangka panjang tetap sangat tidak pasti. Pasar saham dipengaruhi (sebagian) oleh faktor-faktor yang tidak dapat diprediksi, seperti perubahan ekonomi dan peristiwa politik, yang menghadirkan tingkat ketidakpastian acak yang sulit ditangkap bahkan oleh model-model tercanggih sekalipun. Meskipun pembelajaran mesin terbukti telah meningkatkan strategi perdagangan, teknologi ini tidak dapat menghilangkan seluruh ketidakpastian, yang sekaligus menyoroti kompleksitas inheren pasar keuangan.

Algoritma pembelajaran mesin umumnya terbagi ke dalam empat kategori utama: pembelajaran terawasi (*supervised learning*), pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*), pembelajaran semi-terawasi (*semi-supervised learning*), dan pembelajaran penguatan (*reinforcement learning*). Namun, dua jenis pembelajaran mesin tambahan kini semakin banyak diminati: pembelajaran aktif (*active learning*) dan pembelajaran transfer (*transfer learning*). Setiap pendekatan memungkinkan mesin untuk belajar dari data dengan cara yang berbeda, serta menjawab tantangan dan jenis masalah yang spesifik. Metode-metode ini juga berbeda dalam hal kebutuhan data serta kondisi di mana kinerjanya paling optimal. Pada bagian selanjutnya, kami akan membahas keenam kategori tersebut—yang dirangkum dalam Tabel 3.1—dengan menggunakan masalah klasifikasi kucing versus anjing sebagai contoh konkret yang konsisten untuk mengilustrasikan penerapannya secara praktis.

Tabel 3.1 Kategori pembelajaran mesin

Kategori	Pendekatan terhadap data	Mekanisme utama	Klasifikasi kucing vs. anjing
Pembelajaran terawasi	Belajar dari data berlabel.	Mengidentifikasi pola antara input dan output.	Menggunakan gambar kucing dan anjing yang telah diberi label untuk melatih model, sehingga model mampu

			mengklasifikasikan gambar baru secara akurat.
Pembelajaran tak terawasi	Mendeteksi pola tersembunyi dalam kumpulan data besar yang tidak berlabel.	Mengelompokkan titik data yang serupa melalui <i>clustering</i> .	Mengenali kelompok gambar serupa tanpa pengetahuan awal mengenai apakah gambar tersebut menampilkan kucing atau anjing.
Pembelajaran semi-terawasi	Menggabungkan kumpulan data kecil berlabel dengan kumpulan data besar yang tidak berlabel.	Menemukan pola awal dari data berlabel, kemudian menyempurnakan klasifikasi menggunakan data tak berlabel.	Belajar dari sekumpulan kecil gambar berlabel untuk mengklasifikasikan sekumpulan besar gambar tak berlabel dengan lebih baik.
Pembelajaran penguatan	Belajar melalui metode coba-coba dengan umpan balik berupa imbalan atau penalti.	Mengoptimalkan pengambilan keputusan seiring waktu dengan memaksimalkan imbalan (<i>reward</i>).	Awalnya menebak label kucing/anjing dan menyempurnakan klasifikasi melalui umpan balik.
Pembelajaran aktif	Memilih data yang tingkat kepastiannya rendah untuk diberi label oleh manusia.	Meminta masukan manusia untuk titik data yang paling menantang.	Mengidentifikasi gambar anjing atau kucing yang ambigu dan meminta masukan ahli untuk meningkatkan akurasi.
Pembelajaran transfer	Mengadaptasi pengetahuan dari model yang telah dilatih sebelumnya untuk tugas terkait.	Mentransfer fitur ke tugas baru untuk mengurangi waktu pelatihan dan kebutuhan data.	Memanfaatkan fitur dari model hewan yang telah dilatih sebelumnya untuk meningkatkan klasifikasi kucing dan anjing.

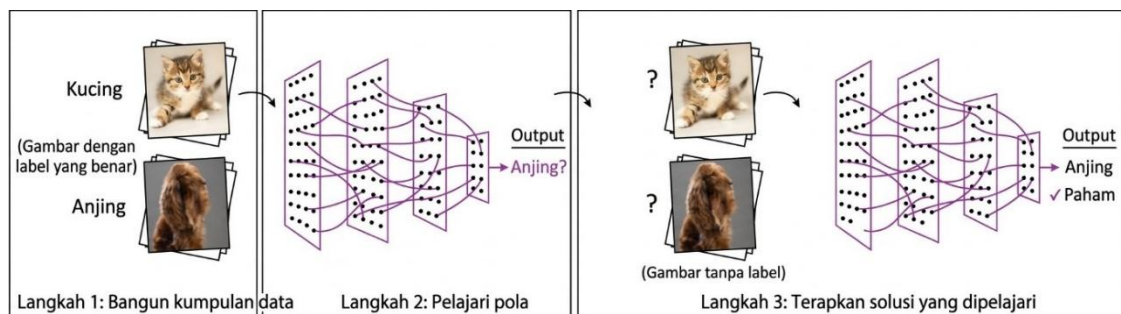
Pembelajaran Mesin Terawasi (*Supervised Machine Learning*)

Algoritma pembelajaran mesin terawasi belajar dari data berlabel dengan panduan manusia. Algoritma ini dilatih menggunakan kumpulan data yang berisi input serta output yang telah diberi label dengan benar. Selama proses pelatihan, model mengidentifikasi pola

dan hubungan antara input dan output yang bersesuaian, sehingga akurasi meningkat seiring waktu. Setelah dilatih, model tersebut dapat mengklasifikasikan atau memprediksi data baru. Kemampuan ini, yang disebut generalisasi, memungkinkan model untuk menafsirkan dengan tepat data yang belum pernah dilihat sebelumnya namun memiliki kemiripan dengan data yang telah dipelajarinya.

Jika berfokus pada masalah klasifikasi kucing versus anjing, kita harus terlebih dahulu mendefinisikannya sebagai tugas pembelajaran mesin. Dalam pembelajaran terawasi, hal ini berarti menyusun kumpulan data besar yang berisi contoh-contoh berlabel benar—seperti gambar kucing dan anjing yang disertai keterangan jenis hewannya (yaitu, langkah 1). Kumpulan data berlabel ini berfungsi sebagai set pelatihan (training set), sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 3.3. Selanjutnya, setiap gambar dalam set pelatihan diubah menjadi vektor fitur yang menangkap karakteristik utamanya—mirip dengan contoh di atas—sementara label yang benar (yaitu 'kucing' atau 'anjing') berfungsi sebagai output. Gambar-gambar baru, yang label output-nya belum diketahui, juga diubah menjadi vektor fitur namun tanpa kategori yang ditetapkan sebelumnya.

Gambar-gambar ini membentuk set pengujian (*test set*). Dengan demikian, set pelatihan terdiri dari vektor fitur berlabel, sedangkan set pengujian berisi vektor yang masih memerlukan klasifikasi. Tugas membedakan kucing dari anjing kini telah berubah menjadi masalah klasifikasi vektor. Set pelatihan membantu algoritma pembelajaran mesin mempelajari pola dan menemukan cara efektif untuk membedakan kedua kategori tersebut (yaitu, langkah 2). Setelah dilatih, model menerapkan solusi yang telah dipelajari ini pada set pengujian untuk mengklasifikasikan gambar-gambar baru seakurat mungkin (yaitu, langkah 3).



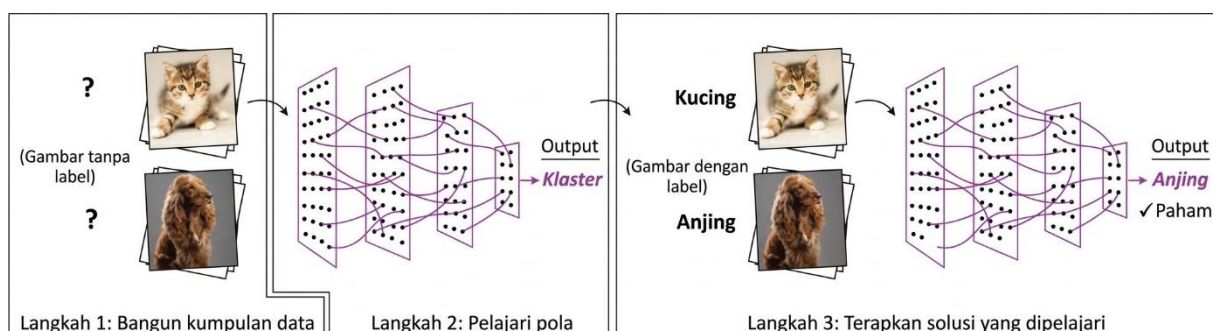
Gambar 3.3 Pembelajaran mesin terawasi

Salah satu tantangan dalam contoh ini adalah perlunya konversi manual gambar menjadi vektor fitur—sebuah proses yang memakan waktu dan rumit, yang dulunya merupakan praktik standar dalam masa-masa awal *computer vision* (bidang AI yang berfokus agar komputer dapat mengenali dan menafsirkan gambar layaknya otak manusia). Pendekatan modern telah mengatasi hambatan ini melalui *deep learning*, yang secara otomatis mengekstrak fitur-fitur relevan dari gambar. Meskipun *deep learning* akan dibahas secara rinci di bagian selanjutnya, untuk saat ini penting untuk dipahami bahwa ekstraksi fitur otomatis telah secara drastis meningkatkan cara sistem *machine learning* memproses dan memeriksa informasi.

Machine Learning Tanpa Pengawasan (*Unsupervised Machine Learning*)

Berbeda dengan *supervised learning* (pembelajaran dengan pengawasan), *unsupervised machine learning* bekerja dengan kumpulan data (besar) yang tidak memiliki label keluaran. Algoritma ini mengidentifikasi pola tersembunyi dalam data tanpa memerlukan instruksi eksplisit atau pengawasan manusia. Karena pelabelan data bisa memakan waktu dan tenaga, *unsupervised learning* dapat menjadi alternatif yang efisien. Metode ini mampu mengelompokkan titik-titik data yang serupa (misalnya, melalui *clustering*) atau mengungkap pola yang mendefinisikan struktur dasar dari kumpulan data tersebut. Untuk memahami *unsupervised learning* dalam konteks klasifikasi kucing versus anjing, bayangkan kita memulai dengan kumpulan besar gambar kucing dan anjing yang tidak berlabel (yaitu, langkah 1). Algoritma *unsupervised learning* memproses gambar-gambar ini dengan mengubahnya menjadi vektor fitur, mirip dengan pendekatan *supervised* (Gambar 3.4). Namun, perbedaan utamanya terletak pada cara algoritma tersebut belajar: alih-alih mengandalkan contoh berlabel, algoritma ini memeriksa data untuk menemukan pola alami atau kemiripan di antara gambar-gambar tersebut.

Algoritma mengelompokkan gambar-gambar yang serupa semata-mata berdasarkan karakteristik yang sama, tanpa mengetahui bahwa kelompok-kelompok ini mewakili 'kucing' atau 'anjing', atau bahkan tanpa memahami apa sebenarnya hewan-hewan tersebut. Proses ini mirip dengan cara seorang anak kecil mengelompokkan objek hanya berdasarkan penampilannya, tanpa mengetahui nama objek tersebut (misalnya, lingkaran, persegi panjang, atau segi enam). Hal yang menarik adalah, begitu algoritma berhasil membentuk kelompok-kelompok (*cluster*) ini, biasanya hanya diperlukan satu contoh berlabel saja untuk dapat memahami keseluruhan kumpulan data tersebut (yaitu, langkah 2). Sebagai contoh, jika kita melabeli satu gambar dalam suatu kelompok sebagai 'anjing', algoritma tersebut kemudian dapat mengklasifikasikan semua gambar serupa sebagai anjing dengan menggunakan pola-pola yang telah ditemukannya untuk mengidentifikasi gambar-gambar baru secara akurat (yaitu, langkah 3).



Gambar 3.4 Pembelajaran mesin tanpa pengawasan

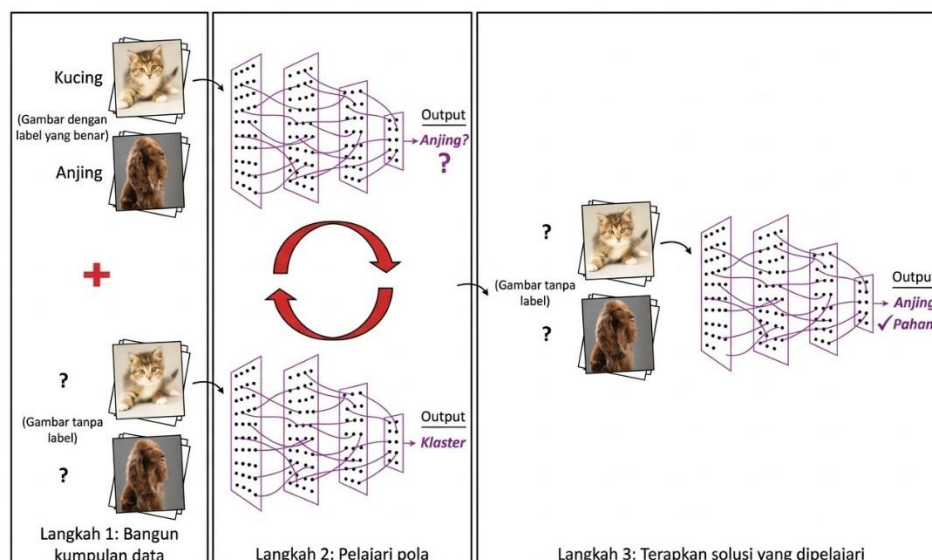
Pembelajaran Mesin Semi-terawasi (*Semi-supervised Machine Learning*)

Pembelajaran semi-terawasi menggabungkan elemen-elemen dari pembelajaran terawasi (*supervised*) maupun tidak terawasi (*unsupervised*). Pendekatan ini sangat berguna ketika hanya sebagian dari dataset yang memiliki label—sebuah skenario umum dalam dunia

bisnis mengingat besarnya biaya dan upaya yang diperlukan untuk pelabelan data. Algoritma pembelajaran semi-terawasi memulai prosesnya dengan mempelajari contoh-contoh berlabel, sebagaimana dalam pembelajaran terawasi, untuk memahami pola dasar yang membedakan berbagai kategori. Selanjutnya, algoritma menerapkan pengetahuan awal ini pada contoh-contoh yang tidak berlabel, sembari secara bertahap menyempurnakan pemahamannya mengenai karakteristik setiap kategori. Dengan memanfaatkan data berlabel maupun tidak berlabel, metode ini dapat meningkatkan akurasi klasifikasi secara signifikan.

Untuk menerapkan pembelajaran semi-terawasi pada masalah klasifikasi kucing versus anjing, kita memulai dengan dataset yang berisi gambar berlabel dan tidak berlabel (yaitu langkah 1), sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 3.5. Algoritma pertama-tama mengubah gambar berlabel menjadi vektor fitur dan mengidentifikasi pola awal yang membedakan kucing dari anjing. Kemudian, algoritma menggunakan pengetahuan yang telah dipelajari tersebut untuk memeriksa gambar tidak berlabel, sekaligus mengembangkan pemahaman lebih lanjut mengenai ciri-ciri khas setiap kategori (yaitu langkah 2).

Dengan cara ini, algoritma memanfaatkan data berlabel secara optimal sembari mengungkap pola-pola yang terdapat pada bagian dataset yang tidak berlabel. Proses ini dapat diibaratkan seperti menyusun teka-teki gambar (*puzzle*), di mana sebagian kepingan sudah memiliki gambar, sementara kepingan lainnya harus ditempatkan berdasarkan bentuk dan kecocokannya dengan keseluruhan gambar. Setelah dilatih menggunakan kedua jenis data tersebut, algoritma memiliki kemampuan untuk mengklasifikasikan gambar baru secara akurat, dengan mengandalkan pemahaman yang lebih luas mengenai fitur-fitur pembeda antara kucing dan anjing (yaitu langkah 3).



Gambar 3.5 Pembelajaran mesin semi-terawasi

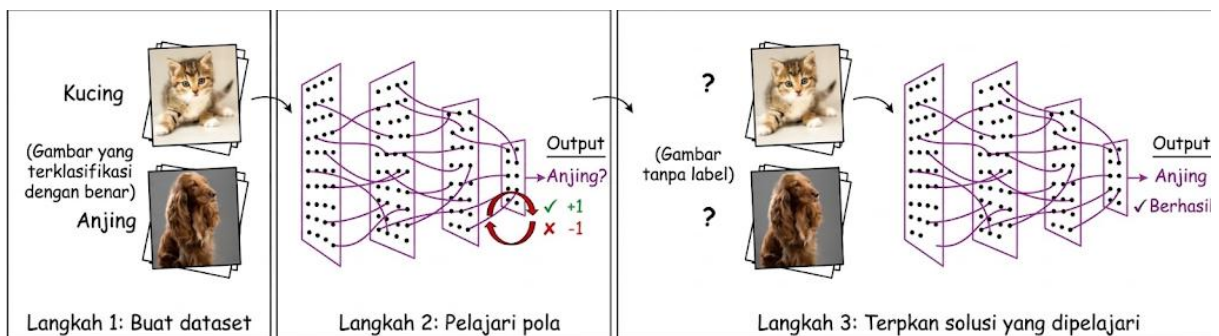
Reinforcement Learning (Pembelajaran Penguatan)

Reinforcement learning menemukan solusi optimal melalui metode coba-coba (*trial and error*) dalam lingkungan tertentu. Pendekatan ini, yang umum digunakan dalam bidang

robotika (Bab 5), mengandalkan mekanisme umpan balik di mana tindakan yang berhasil diberi imbalan (*reward*), sedangkan tindakan yang gagal dikenai penalti. Seiring berjalannya waktu, umpan balik ini memungkinkan algoritma untuk belajar dan menyesuaikan proses pengambilan keputusannya. *Reinforcement learning* sangat bermanfaat untuk tugas-tugas kompleks, seperti mengemudi secara otonom dan permainan (*game*), yang menuntut pengambilan keputusan secara dinamis.

Untuk kembali pada contoh masalah klasifikasi kucing versus anjing, *reinforcement learning* memerlukan lingkungan yang berisi gambar kucing dan anjing, serta sistem yang bertugas mengklasifikasikan setiap gambar dengan benar (yaitu, langkah 1). Pada awalnya, algoritma membuat tebakan acak mengenai apakah suatu gambar menampilkan kucing atau anjing. Setelah setiap tebakan, algoritma menerima umpan balik: imbalan (misalnya, skor positif seperti +1) untuk klasifikasi yang benar, atau penalti (misalnya, skor negatif seperti -1) untuk klasifikasi yang salah (Gambar 3.6).

Saat algoritma memproses lebih banyak gambar, ia belajar dari umpan balik tersebut dan secara bertahap mengenali ciri-ciri utama yang membedakan kucing dari anjing. Sebagai contoh, algoritma mungkin mempelajari bahwa telinga yang runcing sering kali dikaitkan dengan kucing, sedangkan moncong yang lebih panjang merupakan ciri khas anjing. Melalui interaksi berkelanjutan dengan lingkungan, algoritma mengoptimalkan strategi klasifikasinya dengan menyesuaikan keputusan berdasarkan akumulasi imbalan dan penalti (yaitu, langkah 2). Seiring waktu, algoritma menjadi akurat dalam membedakan kucing dan anjing, bahkan ketika dihadapkan pada gambar-gambar baru yang belum pernah dilihat sebelumnya (yaitu, langkah 3).



Gambar 3.6 Pembelajaran penguatan (*reinforcement learning*)

Active Learning dan Transfer Learning

Selain empat pendekatan pembelajaran utama, dua metode lain kini semakin populer: *active learning* (pembelajaran aktif) dan *transfer learning* (pembelajaran transfer). *Active learning* melibatkan model yang meminta masukan manusia untuk melabeli titik data yang paling tidak pasti; metode ini meningkatkan kinerja dengan jumlah contoh berlabel yang lebih sedikit karena berfokus pada kasus-kasus yang paling informatif. Di sisi lain, *transfer learning* mengadaptasi model yang telah dilatih sebelumnya (*pre-trained model*) untuk tugas baru yang terkait, dengan memanfaatkan pengetahuan yang sudah ada guna mengurangi waktu pelatihan serta jumlah data berlabel yang dibutuhkan.

Dalam konteks masalah klasifikasi kucing versus anjing, bayangkan kita memiliki koleksi besar gambar yang belum diberi label. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, pelabelan secara manual bisa sangat merepotkan. *Active learning* mengatasi tantangan ini dengan memulai dari sekumpulan kecil gambar yang diberi label secara aktif (yaitu, langkah 1). Model pertama-tama belajar sebanyak mungkin dari subset kecil ini, kemudian beralih ke kumpulan gambar tak berlabel yang tersisa untuk memilih gambar yang paling tidak ia yakini—biasanya gambar yang tampak ambigu atau berada di dekat batas keputusan (*decision boundary*) antar-kategori—sebuah konsep yang dibahas lebih rinci pada bagian berikutnya. Gambar-gambar terpilih ini kemudian dikirim ke pakar manusia untuk diberi label. Model belajar kembali dari label-label baru tersebut, meningkatkan akurasi, dan mengulangi prosesnya dengan berfokus pada kelompok contoh berikutnya yang paling menantang (yaitu, langkah 2). Seiring waktu, pendekatan ini memungkinkan model untuk meningkatkan kinerjanya sembari meminimalkan jumlah contoh berlabel yang diperlukan (yaitu, langkah 3).

Untuk *transfer learning*, pertimbangkan model yang telah dilatih sebelumnya yang awalnya dirancang untuk mengklasifikasikan berbagai jenis hewan—seperti burung, kuda, sapi, dan anjing—namun tidak secara khusus membedakan kucing dari anjing. Alih-alih membangun model baru dari nol, kita dapat mengadaptasi model yang sudah ada untuk tugas klasifikasi kita (yaitu, langkah 1). Karena model tersebut telah belajar mengenali fitur-fitur utama hewan (misalnya, bentuk, tekstur, dan struktur anatomi), termasuk anjing, model itu dapat menerapkan pengetahuan tersebut untuk membedakan antara kucing dan anjing secara lebih efisien (yaitu, langkah 2). Oleh karena itu, *transfer learning* juga mengurangi kebutuhan akan data berlabel dan membantu mempercepat proses pelatihan (yaitu, langkah 3).

3.4 FORWARD-PROPAGATION DAN BACKPROPAGATION

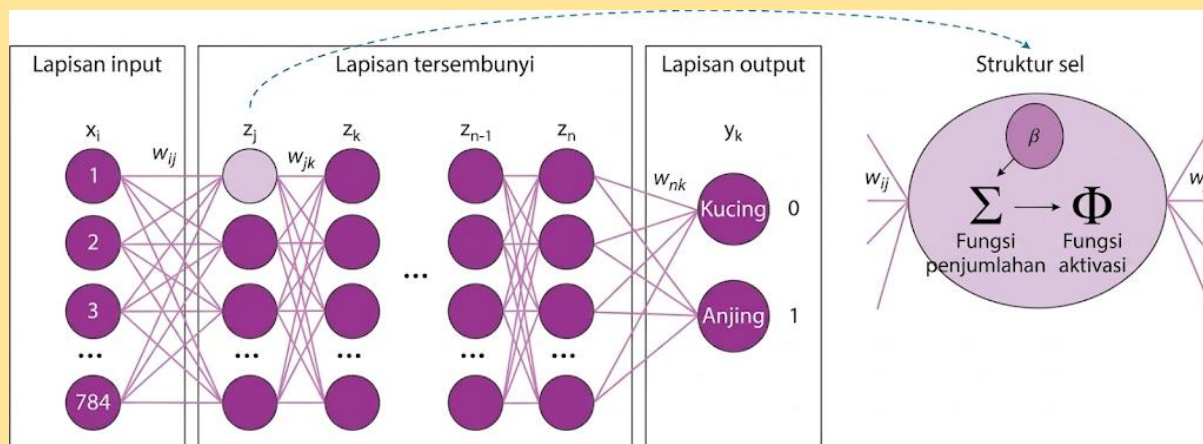
Pembelajaran mesin (*machine learning*) telah berkembang pesat selama beberapa dekade terakhir (Bab 1), beralih dari metode tradisional yang dangkal (*shallow*) ke pendekatan *deep learning* yang lebih canggih. Teknik pembelajaran dangkal, seperti regresi linear dan pohon keputusan (*decision trees*), bergantung pada rekayasa fitur manual—di mana manusia harus mengidentifikasi dan memilih fitur data yang paling relevan. Meskipun efektif untuk tugas-tugas yang relatif sederhana, metode-metode ini sering kali kesulitan menangkap pola yang lebih mendalam dan kinerjanya kurang optimal pada dataset berskala besar.

Munculnya *deep learning* didorong oleh kemajuan dalam jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Networks* atau ANN). ANN pada masa awal hanya terdiri dari beberapa lapisan neuron dan memiliki keterbatasan dalam memodelkan hubungan yang kompleks di dalam data. Sebaliknya, jaringan saraf dalam (*deep neural networks*) modern terdiri dari banyak lapisan bertumpuk yang secara bertahap mengubah dan menyempurnakan informasi masukan. Setiap lapisan melakukan komputasi spesifik untuk mengekstrak fitur yang semakin abstrak, mirip dengan mengikuti serangkaian langkah panjang dalam resep masakan yang rumit. Berbeda dengan metode pembelajaran dangkal, jaringan saraf dalam dapat mempelajari fitur relevan secara otomatis langsung dari data mentah, sehingga menghilangkan kebutuhan akan rekayasa fitur manual. Kemampuan ini telah menghasilkan

kinerja yang luar biasa dalam tugas-tugas kompleks seperti pengenalan gambar, NLP (Bab 4), dan pengambilan keputusan otonom. Untuk memahami bagaimana jaringan saraf mengubah data mentah menjadi wawasan yang bermakna, kita perlu menelaah cara kerjanya secara mendalam. Bagian "Di Balik Layar" (*Under the Hood*) 3.2 menguraikan bagaimana neuron, koneksi, dan bobot berinteraksi untuk memungkinkan pengenalan pola.

Mengupas Lebih Dalam 3.2: Mengungkap cara kerja jaringan saraf dari piksel hingga prediksi

Keberhasilan jaringan saraf terletak pada arsitektur dasarnya dan cara jaringan tersebut mengolah informasi. Sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 3.7, proses ini bermula pada lapisan input, tempat data mentah masuk ke dalam jaringan. Sebagai contoh, perhatikan tugas klasifikasi kucing versus anjing, di mana kucing diberi label 0 dan anjing diberi label 1. Pada lapisan input, setiap neuron (misalnya, x_i) mewakili satu nilai piksel. Untuk citra berskala abu-abu (*greyscale*) berukuran 28×28 piksel, diperlukan 784 neuron input. Citra berwarna membutuhkan jumlah neuron tiga kali lipat lebih banyak, karena setiap piksel mencakup tiga nilai (yaitu RGB: merah, hijau, dan biru) yang berkisar antara 0 hingga 255. Sebagai contoh, piksel berwarna magenta akan direpresentasikan sebagai (255, 0, 255).



Gambar 3.7 Penjelasan mengenai jaringan saraf

Mirip dengan sinapsis pada otak biologis, neuron dalam ANN saling terhubung. Setiap koneksi memiliki bobot terkait (misalnya, w_{ij}) yang menentukan kekuatan koneksi tersebut; hal ini analog dengan bagaimana beberapa jalur saraf di otak kita lebih kuat dibandingkan yang lain. Bobot-bobot ini berfungsi sebagai parameter jaringan yang dapat disesuaikan, yang memengaruhi seberapa besar pengaruh satu neuron terhadap neuron berikutnya.

Proses krusial terjadi di lapisan tersembunyi (*hidden layer*—pada jaringan dangkal) atau lapisan-lapisan tersembunyi (*hidden layers*—pada jaringan dalam), yang terletak di antara lapisan input dan output. Setiap neuron tersembunyi (misalnya, z_j) menghitung jumlah terbobot dari inputnya, dengan memperhitungkan bobot koneksi serta suku bias (misalnya, β_j). Bias berfungsi sebagai penyesuai ambang batas, yang memungkinkan neuron untuk aktif bahkan ketika input lemah, sehingga meningkatkan kemampuan adaptasi

jaringan. Saat informasi merambat melalui lapisan-lapisan tersembunyi, jaringan mengekstrak fitur-fitur yang semakin abstrak dan kompleks. Sebagai contoh, dalam latihan klasifikasi kucing versus anjing, perhatikan sebuah neuron yang memproses dua fitur: panjang telinga (misalnya, x_1) dan tekstur bulu (misalnya, x_2). Dengan bobot 0,60 (misalnya, w_{11}) dan 0,20 (misalnya, w_{21}) serta bias -1 (misalnya, β_1), neuron tersebut melakukan perhitungan:

$$z_1 = (w_{11} \times x_1) + (w_{21} \times x_2) + \beta_1$$

Untuk seekor kucing dengan panjang telinga 3 dan nilai tekstur bulu 2, perhitungan ini menghasilkan jumlah terbobot sebesar 1,20 (misalnya, z_1). Output mentah ini kemudian melewati fungsi aktivasi, yang menentukan output akhir neuron tersebut. Meskipun terdapat beberapa fungsi aktivasi—termasuk ReLU (*rectified linear unit*) yang populer—salah satu pilihan umum adalah fungsi sigmoid, yang didefinisikan sebagai:

$$\text{sigmoid}(z) = \frac{1}{1 + e^{-z}}$$

Fungsi sigmoid memetakan setiap input ke dalam rentang antara 0 dan 1. Dalam contoh kita, penerapan fungsi sigmoid pada nilai 1,20 menghasilkan angka sekitar 0,77, yang menunjukkan aktivasi neuron yang kuat (yaitu $> 0,5$). Sinyal yang telah teraktivasi ini kemudian diteruskan ke lapisan neuron berikutnya. Jaringan menyelesaikan komputasinya pada lapisan keluaran (misalnya, y_k), yang menghasilkan prediksi akhir. Dalam tugas klasifikasi biner seperti membedakan antara kucing dan anjing, keluarannya sederhana: nilai di atas 0,5 menunjukkan anjing, sedangkan nilai di bawah 0,5 menunjukkan kucing. Sebagai contoh, keluaran sebesar 0,77 mengindikasikan tingkat keyakinan sebesar 77 persen bahwa gambar input tersebut menampilkan seekor anjing.

Salah satu proses inti dalam jaringan saraf adalah *forward propagation* (propagasi maju), di mana data masukan mengalir melalui lapisan-lapisan neuron secara berurutan untuk menghasilkan prediksi. Akurasi prediksi ini bergantung pada nilai parameter jaringan. Ketika prediksi menyimpang dari target yang sebenarnya, jaringan harus menyesuaikan parameter-parameter tersebut. Di sinilah peran *backward propagation*, atau *backpropagation* (propagasi balik). Dengan menghitung selisih antara nilai keluaran prediksi dan nilai aktual, *backpropagation* memperbarui parameter jaringan secara iteratif, sehingga akurasi meningkat secara bertahap.

Bayangkan proses ini seperti belajar melakukan tembakan bola basket. Awalnya, tembakan Anda mungkin meleset dari keranjang karena menggunakan tenaga yang terlalu besar atau terlalu kecil (ini adalah analogi untuk *forward propagation*). Setelah setiap kegagalan, Anda menganalisis letak kesalahannya dan sedikit menyesuaikan teknik Anda—misalnya dengan mengurangi tenaga atau mengubah arah bidikan (ini adalah analogi untuk

backpropagation). Melalui latihan dan penyesuaian yang berulang, persentase akurasi tembakan Anda akan meningkat.

Demikian pula, jaringan saraf memulai dengan membuat prediksi awal yang pada dasarnya hanyalah tebakan acak (misalnya, mengklasifikasikan gambar sebagai 'kucing' atau 'anjing'). Selama *forward propagation*, jaringan memproses masukan dan menghasilkan keluaran. Tentu saja, pada awalnya jaringan melakukan banyak kesalahan. Namun, dengan setiap kesalahan yang terjadi, jaringan belajar dan menyempurnakan 'bidikannya' dengan sedikit mengubah parameternya melalui *backpropagation*. Setelah melalui banyak iterasi, proses ini menghasilkan peningkatan akurasi prediksi. Namun, bagaimana jaringan saraf mengetahui cara menyesuaikan dirinya sendiri? Bagian *Under the Hood 3.3* akan membahas *backpropagation* secara lebih mendalam, memperluas penjelasan di atas serta mengembangkan konsep-konsep dasar yang telah diperkenalkan dalam *Under the Hood 1.3* dan *Under the Hood 1.4* di Bab 1.

Di Balik Layar 3.3: Meninjau kembali *backpropagation*

Sebagai salah satu jenis pembelajaran mesin (*machine learning*), jaringan saraf (*neural network*) mengalami peningkatan seiring berjalannya waktu. Mekanisme kunci di balik hal ini adalah *backpropagation* (perambatan balik), yang memungkinkan jaringan untuk mengubah parameternya (yaitu bobot dan bias) sebagai respons terhadap kesalahan prediksi.

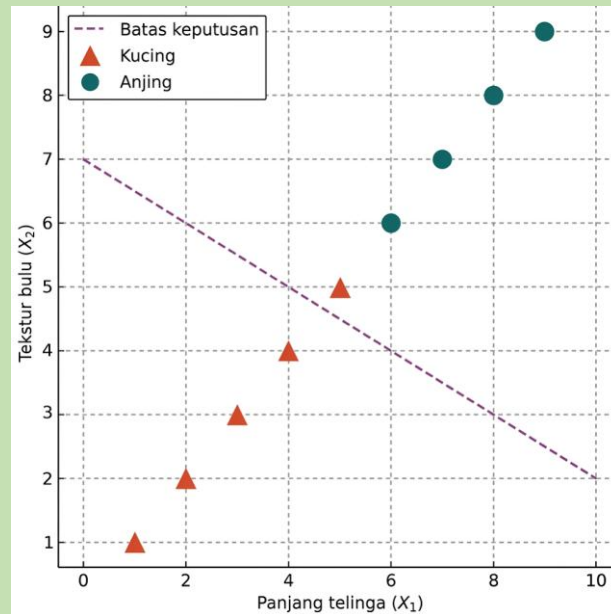
Penyesuaian ini dipicu setelah jaringan membuat prediksi melalui *forward propagation* (perambatan maju). Jaringan kemudian mengevaluasi seberapa jauh penyimpangan prediksinya dengan menghitung nilai *loss* (kerugian/kesalahan). Sebagai contoh, bayangkan sebuah jaringan pengklasifikasi kucing-versus-anjing memprediksi nilai 0,23—yang mengindikasikan 'kucing' (yaitu nilai keluaran < 0,5)—untuk gambar yang sebenarnya berlabel anjing (yaitu 1). Kesalahan tersebut dapat diukur menggunakan rumus *mean squared error* (MSE):

$$Loss = (Predicted - Actual)^2 = (0.23 - 1)^2 = 0.59$$

Nilai *loss* yang relatif tinggi ini menunjukkan bahwa prediksi jaringan sangat tidak akurat dan parameternya perlu disesuaikan. Untuk meminimalkan kesalahan, jaringan menerapkan *gradient descent*, sebuah teknik optimasi matematis. Layaknya seorang pendaki yang mencoba menemukan jalur tercepat untuk turun ke lembah (lihat Di Balik Layar 1.3), jaringan saraf menghitung gradien (yaitu kemiringan) dari fungsi *loss* untuk setiap parameternya. Gradien-gradien ini menunjukkan arah serta besaran penyesuaian yang diperlukan. Misalnya, jika peningkatan bobot (atau bias) tertentu justru memperbesar kesalahan, jaringan akan mengurangi bobot (atau bias) tersebut, dan sebaliknya.

Melalui siklus pelatihan yang berulang, jaringan saraf terus menyempurnakan parameternya untuk mengurangi nilai fungsi *loss*. Proses ini pada akhirnya menghasilkan

pembentukan 'batas keputusan' (*decision boundary*) yang optimal: sebuah garis pemisah dalam 'ruang fitur' atau 'ruang vektor' (lihat Di Balik Layar 3.1) yang memisahkan kategori-kategori keluaran. Dalam kasus pengklasifikasi kucing-versus-anjing kita, batas keputusan ini (yang ditampilkan sebagai garis putus-putus pada Gambar 3.8) mungkin didasarkan pada karakteristik seperti panjang telinga dan tekstur bulu. Titik-titik data di atas batas tersebut akan diklasifikasikan sebagai anjing (yaitu lingkaran), sedangkan yang berada di bawahnya akan diklasifikasikan sebagai kucing (yaitu segitiga).



Gambar 3.8 Propagasi mundur ditinjau kembali

Meskipun pendekatan *deep learning* tak dapat disangkal merupakan langkah maju yang luar biasa dibandingkan metode *shallow learning*, cukup mengejutkan bahwa prinsip-prinsip dasar *machine learning*—yaitu *forward propagation* untuk prediksi dan *backpropagation* untuk pembelajaran—tetap bertahan dan teruji oleh waktu, mengikuti siklus berkelanjutan yang mencakup pengukuran, penyesuaian, dan peningkatan. Namun, dengan mengintegrasikan fungsi aktivasi dan teknik *backpropagation* yang lebih canggih, serta menambah jumlah lapisan tersembunyi (*hidden layers*), jaringan *deep learning* kini mendefinisikan ulang batasan-batasan dalam *machine learning*. Teknologi ini mendorong berbagai terobosan dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya di bidang-bidang seperti diagnosis medis, kendaraan otonom, pemodelan keuangan, dan AI kreatif.

Walaupun *backpropagation* sangat penting untuk melatih jaringan saraf (*neural networks*), metode ini secara mengejutkan masih dianggap sebagai semacam "kotak hitam" (*black box*). Artinya, meskipun prosedur langkah demi langkah dan mekanisme algoritmiknya dipahami dengan baik, sering kali tidak jelas mengapa penyesuaian parameter tertentu dapat menghasilkan peningkatan kinerja. Pada model kompleks yang melibatkan jutaan parameter, interaksi antar-lapisan bisa jadi sulit diprediksi, sehingga sulit untuk mengantisipasi bagaimana

perubahan pada satu lapisan akan memengaruhi keseluruhan jaringan. Akibatnya, *deep learning* sering kali bergantung pada metode coba-coba (*trial and error*) serta penyesuaian (*tuning*) hiperparameter secara cermat untuk mencapai hasil yang optimal. Bagian "*Under the Hood 3.4*" mengupas bagaimana penyesuaian hiperparameter memengaruhi efisiensi pembelajaran dan akurasi model.

Di Balik Layar 3.4: Penyetelan hiperparameter

Penyetelan hiperparameter melibatkan pemilihan pengaturan optimal untuk model pembelajaran mesin guna meningkatkan akurasi dan efisiensinya. Berbeda dengan parameter—yang dipelajari model dari data selama proses pelatihan—hiperparameter harus ditentukan terlebih dahulu. Sebagai contoh, *learning rate* (laju pembelajaran) mengontrol seberapa besar model memperbarui parameternya setelah setiap langkah pelatihan. Jika diatur terlalu tinggi, model mungkin belajar terlalu cepat dan melewati solusi optimal. Jika terlalu rendah, proses pembelajaran bisa menjadi lambat dan tidak efisien.

Hiperparameter penting lainnya adalah *batch size* (ukuran batch), yang menentukan berapa banyak sampel data yang diproses model secara bersamaan selama pelatihan. Karena tidak ada satu konfigurasi terbaik yang mutlak, melakukan eksperimen dengan berbagai nilai serta melakukan penyetelan secara cermat (*fine-tuning*) sangatlah penting untuk mencapai performa terbaik.

Ambiguitas atau 'opasitas' ini menimbulkan kekhawatiran penting mengenai keandalan dan tingkat kepercayaan terhadap *deep neural networks* (jaringan saraf dalam). Sebagai tanggapan, para peneliti secara aktif berupaya membuat model-model ini lebih dapat diinterpretasikan. Ketika orang memahami bagaimana sebuah jaringan dikembangkan, algoritma dan data apa yang menjadi landasannya (yaitu transparansi), serta bagaimana jaringan tersebut menghasilkan keluaran tertentu (yaitu kemampuan penjelasan atau *explainability*), mereka cenderung lebih memercayai prediksinya. Hal ini terutama berlaku di bidang-bidang yang memiliki risiko tinggi—seperti layanan kesehatan, keuangan, dan kendaraan otonom—di mana kesalahan dapat berakibat fatal.

Oleh karena itu, peningkatan kemampuan interpretasi mencakup upaya menjamin transparansi mengenai arsitektur model serta kemampuannya dalam menjelaskan bagaimana keluaran dihitung. Aspek terakhir ini—yang sering disebut sebagai *explainable AI* atau XAI—membantu pengguna untuk lebih memahami dan memercayai penalaran sistem tersebut. Transparansi dan kemampuan penjelasan secara bersama-sama sangat penting untuk mengidentifikasi serta memperbaiki bias atau kesalahan. Sebagai contoh, jika sebuah model secara keliru berfokus pada fitur yang tidak relevan, modifikasi terhadap data masukan, prosedur pelatihan, atau konfigurasi keseluruhan dapat memperbaiki cara kerja model tersebut. Selain itu, kemampuan interpretasi menjadi semakin krusial karena sistem AI telah berkembang melampaui sekadar mengenali pola dan membuat prediksi; kini, sistem AI

memiliki kapasitas untuk menghasilkan konten yang benar-benar baru. Sementara model diskriminatif tradisional berfokus pada identifikasi pola untuk tugas-tugas seperti klasifikasi dan pengelompokan (*clustering*), model generatif yang lebih baru melangkah lebih jauh dengan mempelajari struktur dasar data. Hal ini memungkinkan model tersebut menghasilkan gambar yang realistis dan teks yang menyerupai tulisan manusia.

Karena *Generative AI* (Gen AI) menciptakan konten baru yang orisinal—alih-alih sekadar meniru data yang sudah ada—teknologi ini memiliki potensi transformatif bagi berbagai bidang bisnis. Kita akan membahas Gen AI secara lebih mendalam pada Bab 4. Untuk saat ini, penting untuk ditekankan bahwa tanpa kemampuan interpretasi yang memadai, risiko munculnya bias, misinformasi, dan konsekuensi yang tidak diinginkan dalam Gen AI akan meningkat secara signifikan. Salah satu contoh penting, yang akan kita bahas lebih rinci di Bab 7, adalah fenomena ‘halusinasi’, yaitu ketika AI menghasilkan respons yang secara faktual tidak benar atau menyesatkan, namun tampak sepenuhnya meyakinkan, sebagaimana diilustrasikan dalam Fakta Singkat 3.5.

Fakta Singkat 3.5: Halusinasi anjing versus serigala

Sebuah contoh yang terdokumentasi dengan baik dan menyoroti tantangan terkait keandalan AI melibatkan model pembelajaran mesin yang dirancang untuk mengklasifikasikan gambar anjing husky dan serigala. Awalnya, model tersebut tampak sangat efektif dan berhasil mengidentifikasi sebagian besar gambar dengan benar. Namun, analisis lebih mendalam mengungkapkan bahwa keputusan model tidak didasarkan pada karakteristik fisik hewan tersebut, melainkan pada elemen latar belakangnya.

Dataset yang digunakan mengandung pola yang tidak disengaja: gambar serigala sering kali menampilkan latar belakang bersalju, sedangkan gambar anjing husky biasanya berlatar hutan atau lingkungan lain yang tidak bersalju. Akibatnya, model secara keliru mempelajari hubungan antara salju dan serigala, alih-alih membedakan kedua hewan tersebut berdasarkan ciri-ciri fisiknya yang sebenarnya. Contoh ini menunjukkan bagaimana model *deep learning* dapat secara tidak sengaja mempelajari pola yang salah, yang berujung pada klasifikasi yang keliru.

Versi awal AI Generatif sangat rentan terhadap halusinasi. Meskipun model-model terkini telah menunjukkan kemajuan signifikan dalam mengurangi kesalahan semacam itu, verifikasi manusia terhadap konten yang dihasilkan AI tetaplah krusial. Mengingat sifat statistiknya, sistem-sistem ini masih dapat menghasilkan respons yang terdengar meyakinkan namun secara faktual keliru. Kemajuan terkini dalam XAI telah berkontribusi pada peningkatan keandalan AI (misalnya, ChatGPT-o1, Claude 3.5), sekaligus memperluas batasan kemampuan *machine learning* dalam beroperasi secara bertanggung jawab. Setelah membahas berbagai teknologi AI dan konsep strategis secara menyeluruh, Bab 7 mengupas lebih dalam isu-isu mendesak terkait akurasi, akuntabilitas, kemampuan interpretasi, dan kemampuan penjelasan, serta tantangan etika yang lebih luas seputar AI.

3.5 BERBAGAI JENIS JARINGAN SARAF UNTUK BERAGAM KEGUNAAN

Dalam bidang pembelajaran mesin (*machine learning*), tidak semua jaringan saraf diciptakan sama. Berbagai arsitektur telah dikembangkan untuk menjawab tantangan yang berbeda, mulai dari pengenalan gambar dan prediksi teks hingga NLP (Bab 4) dan pemodelan generatif. Setiap jenis jaringan saraf memiliki struktur dan mekanisme pembelajaran yang khas, yang dioptimalkan untuk tugas-tugas tertentu. Pada bagian ini, kita akan membahas beberapa jenis jaringan saraf yang paling menonjol, arsitekturnya, serta penerapannya dalam AI modern. Demi menjaga kejelasan, aspek-aspek yang lebih teknis—seperti formulasi matematis, prosedur pelatihan, dan teknik optimasi—disajikan dalam kotak penjelasan terpisah yang dirancang untuk mendukung pemahaman lebih mendalam mengenai setiap model.

Convolutional Neural Network (CNN)

Salah satu jenis jaringan saraf yang paling penting adalah *Convolutional Neural Network* (CNN), yang dirancang khusus untuk memproses informasi visual dan banyak digunakan dalam bidang visi komputer (*computer vision*). Jaringan ini bekerja layaknya filter cerdas yang secara otomatis mengidentifikasi pola dalam gambar dengan memproses informasi secara hierarkis. Dengan kata lain, CNN memulai prosesnya dengan mendeteksi fitur-fitur sederhana seperti tepi dan garis. Kemudian, jaringan ini mengenali struktur yang lebih kompleks seperti tekstur dan bentuk, dan akhirnya menggabungkan elemen-elemen tersebut untuk mengidentifikasi objek secara utuh—mencerminkan cara manusia menafsirkan informasi visual.

Sebagai contoh, saat melihat sebuah gambar, otak Anda tidak menganalisis setiap piksel secara terpisah. Sebaliknya, otak terlebih dahulu menangkap pola-pola dasar (seperti garis atau tepi), lalu menggabungkannya menjadi bentuk yang lebih besar, dan pada akhirnya mengenali keseluruhan pemandangan tersebut. Demikian pula saat mencoba menemukan teman di tengah keramaian, Anda tidak meneliti setiap detail dari setiap orang. Anda justru dengan cepat menangkap fitur-fitur utama seperti tinggi badan, warna rambut, atau postur tubuh, lalu menyatukannya untuk mengenali teman Anda.

Pendekatan berlapis ini menjadikan CNN sangat efektif untuk tugas-tugas seperti deteksi objek, klasifikasi gambar, dan pengenalan wajah, sehingga memungkinkan mesin untuk menafsirkan dunia dengan cara yang terstruktur dan efisien. CNN mencapai kemampuan luar biasa ini melalui kombinasi komponen khusus, termasuk lapisan konvolusi (*convolutional layers*), lapisan *pooling* (*pooling layers*), dan lapisan terhubung penuh (*fully connected layers*). "Under the Hood 3.5" mengupas bagaimana elemen-elemen ini bekerja secara sinergis untuk mengekstrak fitur-fitur bermakna, yang memungkinkan mesin menafsirkan data visual dengan akurasi yang mengesankan.

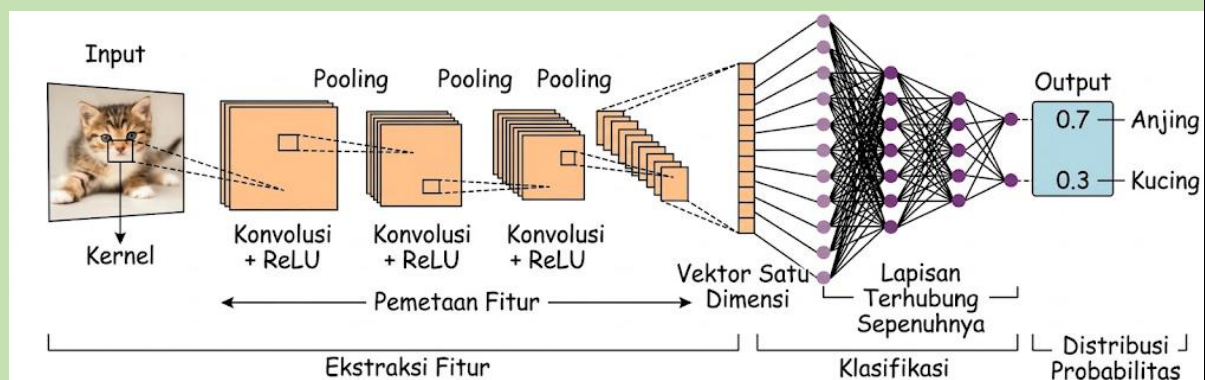
Mengenal Lebih Dalam 3.5: CNN – ini adalah seekor kucing

CNN telah merevolusi bidang visi komputer dengan membuat pemrosesan gambar jauh lebih efisien dibandingkan ANN tradisional. Pada ANN standar, setiap neuron terhubung ke setiap neuron di lapisan berikutnya, sehingga menciptakan struktur yang

padat dan berat secara komputasi. Sebaliknya, CNN bekerja dengan cara yang lebih selektif. CNN memanfaatkan apa yang disebut sebagai 'hierarki spasial'—sebuah metode pemrosesan gambar yang berfokus pada pola-pola bermakna seperti tepi, tekstur, dan bentuk, alih-alih menganalisis setiap piksel secara individual.

CNN mencapai efisiensi ini dengan menumpuk berbagai jenis lapisan, yang masing-masing dirancang untuk menjalankan langkah spesifik dalam mengenali fitur. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3.9, lapisan konvolusi menerapkan filter kecil—yang juga dikenal sebagai 'kernel'—untuk memindai gambar layaknya kaca pembesar guna menangkap detail-detail tertentu. Beberapa filter menonjolkan tepi, filter lain menangkap tekstur, sementara lapisan yang lebih dalam mendeteksi struktur yang lebih kompleks, seperti mata, mulut, atau bahkan keseluruhan wajah dan tubuh. Anda bisa membayangkan lapisan-lapisan ini seperti efek Instagram: satu efek mungkin menajamkan tepi gambar, sementara efek lain meningkatkan kontras atau menonjolkan nuansa warna. Demikian pula, setiap lapisan konvolusi dalam CNN menyempurnakan aspek gambar yang berbeda, dengan lapisan yang lebih dalam menangkap fitur yang lebih abstrak dan bermakna.

Setelah setiap langkah konvolusi, jaringan menerapkan fungsi aktivasi—biasanya ReLU (*rectified linear unit*)—yang membantunya mengenali pola-pola yang lebih kompleks dan tidak terlihat secara langsung di dalam data. Untuk menghindari beban berlebih pada sistem akibat detail yang tidak perlu, CNN juga menyertakan 'lapisan *pooling*' yang mengurangi ukuran data namun tetap mempertahankan informasi yang paling penting. Hal ini mirip dengan merangkum materi kuliah: Anda tidak mengingat setiap kata yang diucapkan, melainkan hanya poin-poin utamanya saja. *Pooling* membantu jaringan berfokus pada hal yang paling penting serta meningkatkan efisiensi dan kemampuan generalisasi, sekaligus mengurangi risiko *overfitting*.



GAMBAR 3.9 Convolutional neural network (CNN)

Setelah melalui beberapa tahapan konvolusi, aktivasi, dan *pooling*, data citra dipadatkan menjadi vektor satu dimensi—yaitu versi yang telah diratakan (*flattened*) dari seluruh fitur yang berhasil diidentifikasi oleh jaringan. Vektor ini kemudian dimasukkan ke dalam *fully connected layers* (lapisan yang terhubung sepenuhnya), yang serupa dengan lapisan pada ANN standar. Lapisan-lapisan ini berfungsi sebagai pengambil keputusan: mereka menggabungkan fitur-fitur yang telah diekstraksi untuk mengklasifikasikan citra

tersebut. Sebagai contoh, jika jaringan mendeteksi kumis, telinga yang lancip, dan pola bulu, jaringan akan mengintegrasikan petunjuk-petunjuk ini untuk menyimpulkan: "Ini adalah kucing".

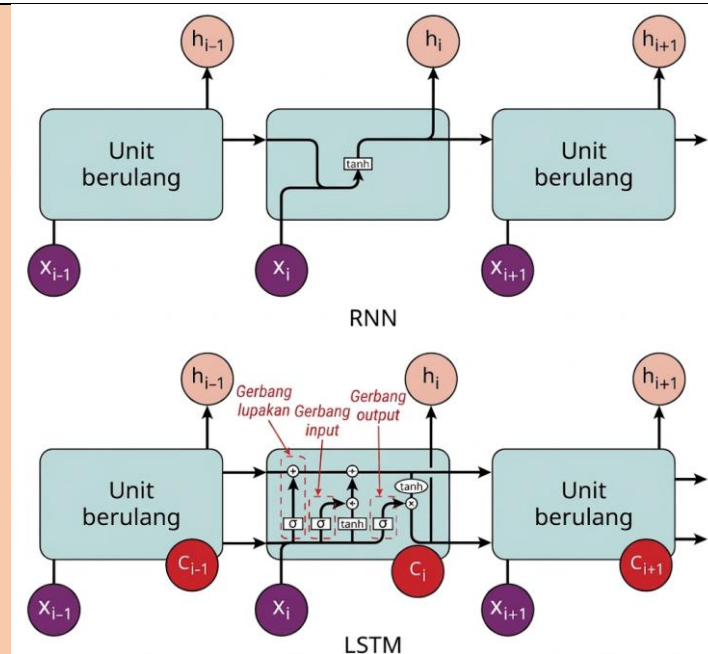
Recurrent Neural Network (RNN) dan Long Short-term Memory (LSTM)

Jenis jaringan saraf lain yang banyak digunakan adalah *recurrent neural network* (RNN), yang dikembangkan secara khusus untuk menangani data sekuensial seperti teks dan ucapan. Keunggulan RNN terletak pada kemampuannya untuk menyimpan informasi dari input sebelumnya, mirip dengan cara kita mengingat kata-kata terdahulu dalam sebuah kalimat untuk memahami maknanya secara utuh. Hal ini menjadikan RNN sangat cocok untuk tugas-tugas seperti penerjemahan bahasa dan pengenalan ucapan.

Namun, RNN tradisional mengalami kesulitan saat menangani urutan data yang lebih panjang, karena sering kali kehilangan informasi penting seiring berjalannya waktu. Untuk mengatasi keterbatasan ini, model *long short-term memory* (LSTM) diperkenalkan. LSTM mampu mempertahankan informasi penting dalam jangka waktu yang lebih lama, sehingga lebih unggul dalam memahami struktur bahasa yang kompleks serta nuansa kontekstual. Bagian "Under the Hood" 3.6 menyajikan penjelasan teknis yang lebih mendalam mengenai kedua jenis jaringan ini, serta menguraikan bagaimana LSTM—melalui penggunaan mekanisme 'gerbang' (*gates*) khusus—memungkinkan penyimpanan informasi tersebut.

Di Balik Layar 3.6: RNN dan LSTM dari memori jangka pendek hingga pemahaman jangka panjang

Berbeda dengan ANN standar yang memproses setiap input secara terpisah, jaringan RNN dan LSTM dirancang untuk menangani data sekuensial. Keunggulan utamanya terletak pada mekanisme memori bawaan yang memungkinkan jaringan tersebut menyimpan dan memanfaatkan informasi masa lalu saat memproses input baru. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.10, arsitektur RNN mencakup koneksi yang berulang kembali ke dirinya sendiri, sehingga memungkinkan referensi terhadap informasi dari input sebelumnya (misalnya, x_i). Informasi ini disimpan dalam *hidden state* (misalnya, h_i) yang berfungsi sebagai semacam memori jangka pendek, menjaga konteks saat jaringan memproses data baru. Sebagai contoh, pada Gambar 3.10, input x_i digabungkan dengan *hidden state* sebelumnya (h_{i-1}) di dalam unit berulang—blok inti jaringan yang memproses informasi sekuensial—untuk menghasilkan *hidden state* baru (h_i). *Hidden state* baru ini kemudian diteruskan bersama input baru (x_{i+1}) untuk melanjutkan urutan tersebut.



Gambar 3.10 Recurrent neural network (RNN) dan Long short-term memory (LSTM)

Karena kata-kata dalam sebuah kalimat saling bergantung satu sama lain, RNN tidak memproses setiap kata baru secara terisolasi saat menerjemahkan frasa atau memprediksi output berikutnya. Sebaliknya, RNN memanfaatkan *hidden state* untuk mempertahankan konteks, sehingga menghasilkan prediksi yang lebih koheren dan akurat. Namun, RNN standar mengalami kesulitan dalam menangani urutan yang lebih panjang. Seiring informasi bergerak melalui banyak tahapan, informasi tersebut dapat perlahan memudar akibat masalah yang dikenal sebagai *vanishing gradient* (gradien yang menghilang). Hal ini berarti bahwa saat informasi merambat melalui jaringan, model menjadi kesulitan untuk mengingat dependensi jangka panjang secara efektif. Sebagai contoh, dalam kalimat yang lebih panjang—seperti kalimat yang sedang Anda baca saat ini—RNN mampu mengingat kata-kata yang baru saja muncul, namun kesulitan mempertahankan subjek utama yang disebutkan di bagian awal.

Untuk mengatasi masalah ini, LSTM dikembangkan dengan sistem memori yang lebih canggih yang mampu menyimpan atau membuang informasi secara selektif sesuai kebutuhan. Sama halnya dengan RNN, LSTM memproses setiap input (misalnya, x_i) di dalam unit berulang yang menerima *hidden state* sebelumnya (misalnya, h_{i-1}) untuk menangkap dependensi jangka pendek. Namun, Gambar 3.10 menunjukkan bahwa LSTM juga menyertakan 'sel memori' di dalam unit berulangnya yang menyimpan 'cell state' (misalnya, c_i), yang berfungsi sebagai bentuk memori jangka panjang untuk mempertahankan informasi relevan melintasi berbagai langkah waktu.

LSTM mencapai hal ini melalui tiga 'gerbang' khusus yang mengelola aliran data. Gerbang '*forget*' (pelupa) menentukan informasi masa lalu mana yang harus dihapus dari *cell state*, sementara gerbang '*input*' mengontrol informasi baru apa yang harus

ditambahkan. Terakhir, gerbang 'output' menentukan informasi mana dari *cell state* yang harus diteruskan sebagai *hidden state* yang telah diperbarui. Mekanisme berbasis gerbang ini membantu LSTM mengatasi masalah *vanishing gradient*, sehingga meningkatkan kinerja jaringan dalam pemodelan bahasa, penerjemahan mesin, dan prediksi deret waktu.

Transformer

Terobosan besar dalam bidang AI muncul dengan pengembangan Transformer, yang sekali lagi merevolusi cara komputer memproses bahasa. Berbeda dengan RNN dan LSTM yang menganalisis teks secara berurutan, Transformer mampu memproses keseluruhan urutan data secara simultan, sehingga jauh lebih cepat dan efisien. Arsitekturnya memungkinkan model ini menangkap hubungan kompleks antar-kata, yang secara signifikan memajukan kemampuan mesin dalam memahami bahasa dan menghasilkan teks. Transformer, yang menjadi tulang punggung bagi banyak sistem AI saat ini (misalnya ChatGPT dan Claude), mencapai hal tersebut melalui mekanisme yang dikenal sebagai *self-attention*. Mekanisme ini—di antara aspek-aspek lainnya—dibahas lebih mendalam dalam bagian *Under the Hood 3.7*.

Di Balik Layar 3.7: Mendobrak batasan – kecepatan dan presisi Transformer

Meskipun RNN dan LSTM memiliki keterbatasan memori terkait kata-kata sebelumnya—dengan LSTM yang bekerja lebih baik pada urutan yang lebih panjang—Transformer menerapkan pendekatan yang secara fundamental berbeda. Dengan menggunakan mekanisme *self-attention*, Transformer mempertimbangkan semua kata dalam satu kalimat secara bersamaan, alih-alih memprosesnya secara berurutan. Hal ini memungkinkan model untuk mengenali hubungan antar-kata yang mungkin berjauhan letaknya. Sebagai contoh, dalam kalimat "Kucing itu duduk di atas alas karena ia lelah", Transformer dapat memahami bahwa kata ganti "ia" merujuk pada "kucing itu", terlepas dari jarak antara kedua kata tersebut. Kemampuan ini dimungkinkan oleh mekanisme *self-attention* yang mengukur seberapa kuat keterkaitan setiap kata dengan kata lainnya, sehingga makna kalimat tetap terjaga dengan jelas. Kita akan kembali membahas mekanisme ini di Bab 4, di mana kita akan mengupas detail teknisnya secara lebih mendalam.

Secara struktural, Transformer terdiri dari berbagai lapisan yang bekerja sama untuk memahami teks dengan lebih baik. Meskipun kita tidak akan membahas detail arsitekturnya dalam bab ini, perlu dicatat bahwa model Transformer standar yang lengkap terdiri dari dua komponen utama: *encoder*, yang memproses teks masukan dan mengidentifikasi hubungan antar-kata; serta *decoder*, yang menggunakan keluaran dari *encoder* untuk menghasilkan respons yang tepat, seperti terjemahan atau jawaban atas pertanyaan.

Arsitektur ini menjadikan Transformer sangat tangguh untuk tugas-tugas yang berkaitan dengan bahasa, sebagaimana akan terlihat jelas di Bab 4. Bab tersebut juga akan memperkenalkan variasi arsitektur model Transformer—seperti desain yang hanya

menggunakan *encoder* atau hanya menggunakan *decoder*—serta memberikan penjelasan lebih rinci mengenai cara kerjanya dan menyoroti penerapan praktisnya dalam bidang NLP.

Generative Adversarial Network (GAN)

Perkembangan menarik lainnya dalam bidang AI adalah *generative adversarial network* (GAN), yang menjalankan mekanisme permainan antara dua pihak yang saling berhadapan. Satu bagian dari arsitekturnya berupaya menghasilkan konten baru—seperti gambar, musik, atau bahkan teks—sementara bagian lainnya mengevaluasi seberapa realistis hasil ciptaan tersebut. Melalui kompetisi yang berkelanjutan ini, GAN secara bertahap menyempurnakan kemampuannya untuk menghasilkan karya yang semakin meyakinkan dan berkualitas tinggi.

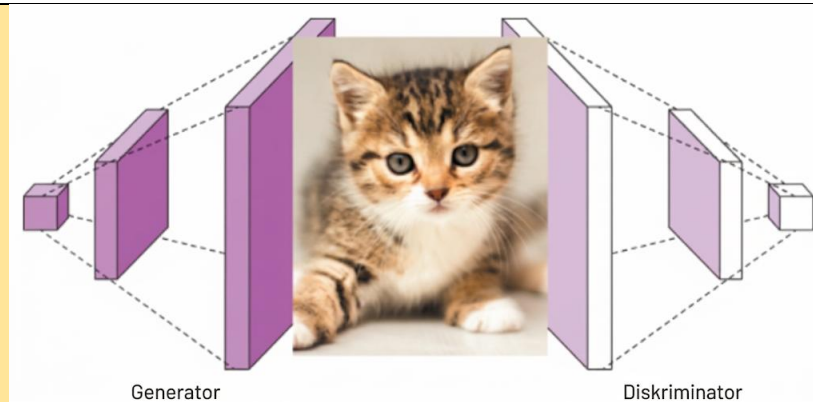
Bayangkan seorang seniman dan kritikus seni yang bekerja berdampingan: sang seniman berusaha menciptakan karya mahakarya, sementara kritikus memeriksa setiap karya, menunjukkan kekurangannya, serta membedakan antara karya asli dan tiruan. Seiring berjalannya waktu, seniman tersebut belajar dari masukan yang diberikan dan terus memperbaiki diri hingga karya-karyanya hampir tidak dapat dibedakan dari contoh nyata.

Proses pembelajaran adversarial yang dinamis ini—yang dijelaskan lebih rinci dalam bagian *Under the Hood* 3.8—memungkinkan GAN menghasilkan keluaran yang sangat mendetail dan tampak nyata, mulai dari wajah yang sangat realistis dan teknologi *deepfake* (Bab 7) hingga pencitraan resolusi super serta lukisan atau komposisi musik yang dihasilkan oleh AI. Bahkan dalam bidang pencitraan medis, GAN digunakan untuk meningkatkan kualitas pemindaian MRI, menghasilkan data medis sintetis untuk keperluan pembelajaran, serta meningkatkan akurasi diagnosis.

Mengenal Lebih Dalam 3.8: GAN dan paradigma barunya

Sementara beberapa ANN terutama berfokus pada klasifikasi dan pengenalan pola, GAN memiliki spesialisasi dalam pembuatan data. Meskipun Transformer juga dapat menghasilkan teks, gambar, dan kode, mereka melakukannya dengan memprediksi elemen berikutnya yang paling mungkin muncul dalam suatu urutan berdasarkan konteks sebelumnya. Sebaliknya, GAN menciptakan data yang benar-benar baru dari unsur keacakan.

Kekuatan GAN terletak pada proses pembelajaran adversarial yang unik, di mana bukan hanya satu, melainkan dua jaringan saraf—yaitu generator dan diskriminator—saling bersaing untuk terus meningkatkan kinerja mereka (Gambar 3.11). Generator berperan sebagai mesin kreatif; ia bermula dari derau acak (*random noise*) dan mengubahnya menjadi data sintetis yang sangat menyerupai sampel dunia nyata. Diskriminator, yang berfungsi sebagai kritikus, mengevaluasi baik data asli dari set pelatihan maupun data palsu buatan generator untuk menentukan apakah suatu sampel bersifat autentik atau buatan. Saat generator menerima umpan balik dari diskriminator, ia menyesuaikan parameter internalnya untuk menghasilkan sampel yang lebih meyakinkan.



Gambar 3.11 Generative Adversarial Network (GAN)

Kedua jaringan ini terlibat dalam permainan **zero-sum**, di mana generator berupaya menghasilkan data yang begitu realistis sehingga diskriminator tidak lagi dapat membedakannya dari sampel asli. Melalui kompetisi timbal-balik yang berkelanjutan ini, kedua jaringan berkembang secara bersamaan. Diskriminator menjadi semakin piawai dalam mendeteksi data palsu, yang pada gilirannya mendorong generator untuk menyempurnakan hasil keluarannya. Dinamika adversarial yang berulang ini terus berlangsung hingga generator menghasilkan data berkualitas sangat tinggi, sedemikian rupa sehingga diskriminator pun kesulitan membedakan antara sampel asli dan sintetis.

Deep Learning sebagai Kombinasi ‘Blok Tetris’

Salah satu kekuatan utama jaringan *deep learning* adalah kemampuannya mengubah informasi yang kompleks menjadi format matematika bersama, mirip dengan bagaimana bahasa umum—seperti bahasa Inggris—memungkinkan orang-orang dari berbagai latar belakang untuk berkomunikasi. Sebagaimana telah dibahas sebelumnya, *deep learning* mencapai hal ini melalui penggunaan vektor. Baik saat memproses gambar, teks, suara, maupun video, jaringan *deep learning* mengubah semua bentuk masukan menjadi representasi vektor, sehingga memungkinkan transfer pengetahuan yang lancar lintas domain yang berbeda.

Cara yang bermanfaat untuk memvisualisasikan proses ini adalah melalui analogi blok Tetris. Sama halnya dengan blok Tetris yang dapat disusun dengan berbagai cara untuk membentuk struktur utuh, vektor berfungsi sebagai elemen penyusun dasar bagi model *deep learning*. Sebuah gambar dapat direpresentasikan sebagai vektor, begitu pula dengan kata, kalimat, atau bahkan video. Dengan menstandarisasi data ke dalam bentuk matematika bersama ini, jaringan saraf tiruan (*neural networks*) dapat melakukan tugas-tugas mengesankan, seperti mengubah kalimat tertulis menjadi gambar, membuat keterangan (*caption*) untuk foto, atau bahkan menghasilkan video yang realistis berdasarkan deskripsi teks.

Kemampuan untuk menjembatani beragam jenis data inilah yang membuat model *deep learning*—seperti CNN, RNN, LSTM, Transformer, dan GAN—menjadi sangat tangguh.

Karena semuanya beroperasi menggunakan vektor, model-model ini dapat berfungsi lintas domain, memungkinkan AI untuk memanipulasi, menafsirkan, dan menghasilkan data dengan cara-cara yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan oleh teknik *shallow learning* (pembelajaran dangkal) terdahulu. Tabel 3.2 merangkum karakteristik utama dari jenis-jenis jaringan saraf tiruan yang telah dibahas, serta menyoroti kekuatan dan penerapan dunia nyata dari masing-masing jenis tersebut.

Tabel 3.2 Jenis-jenis utama jaringan saraf

Jenis	Fungsi utama	Keunggulan utama	Penerapan di dunia nyata
CNN	Memproses informasi visual dengan mendeteksi pola secara hierarkis.	Unggul dalam pengenalan gambar; mengekstrak fitur dari gambar secara otomatis.	Pengenalan wajah, deteksi objek, pencitraan medis.
RNN	Dirancang untuk pemrosesan data sekuensial, mengingat input sebelumnya untuk meningkatkan prediksi.	Ideal untuk menganalisis teks dan ucapan; mampu memodelkan urutan data dari waktu ke waktu.	Pengenalan ucapan, penerjemahan, teks prediktif (misalnya, pelengkapan otomatis).
LSTM	Bentuk lanjutan dari RNN yang mempertahankan informasi dalam urutan yang lebih panjang.	Mengatasi masalah "lupa" pada RNN standar; lebih baik untuk data sekuensial yang kompleks.	Chatbot, analisis sentimen.
Transformer	Memproses keseluruhan urutan teks secara simultan, bukan secara sekuensial.	Sangat cepat dan efisien dalam memahami bahasa; mampu menangkap dependensi jarak jauh.	Model bahasa, pembuatan konten berbasis AI.
GAN	Menghasilkan data baru yang realistis melalui kompetisi antara dua jaringan.	Menghasilkan gambar, video, dan data sintetis berkualitas tinggi yang tampak realistis (fotorealistik).	Deepfake, seni hasil kreasi AI, pencitraan resolusi super, augmentasi data.

3.6 KEBUTUHAN AKAN PENYIMPANAN DAN PENGELOLAAN DATA YANG TANGGUH

Dalam lanskap bisnis saat ini, data merupakan landasan utama keberhasilan. Organisasi mengandalkan wawasan berbasis data untuk memandu pengambilan keputusan, meningkatkan efisiensi operasional, dan mempertahankan keunggulan kompetitif. Untuk mendukung peran strategis ini, data harus disimpan, dikelola, dan diatur tata kelolanya dengan tepat. Hal ini memerlukan infrastruktur yang tidak hanya dapat ditingkatkan skalanya (skalabel) dan hemat biaya, tetapi juga aman dari pelanggaran keamanan serta risiko lainnya.

Pada bagian ini, kami membahas dasar-dasar penyimpanan data—aspek integral dari pengelolaan data yang juga mencakup proses operasional dalam pemeliharaan dan

penanganan data—serta konsep arsitektur data. Bab 6 dan Bab 7 mengembangkan landasan ini dengan membahas tantangan pengelolaan data yang lebih luas, seperti skalabilitas dan efisiensi biaya, sekaligus menyoroti dimensi utama tata kelola data—yaitu kerangka acuan yang menentukan bagaimana data diakses, diamankan, dan digunakan secara bertanggung jawab di seluruh organisasi. Hal ini mencakup pengawasan terhadap kepatuhan regulasi, keamanan data, penggunaan yang etis, integritas data, dan penetapan struktur akuntabilitas yang jelas.

Penyimpanan dan Arsitektur Data

Sebagaimana disoroti dalam Bab 1, data modern umumnya hadir dalam tiga bentuk utama: data terstruktur (misalnya, basis data dan tabel), data semi-terstruktur (misalnya, surel dan berkas JSON), dan data tidak terstruktur (misalnya, gambar dan video). Seiring dengan meningkatnya volume dan pentingnya nilai strategis data, organisasi semakin banyak mengadopsi teknologi komputasi awan (Bab 6) dan pembelajaran mesin (*machine learning*) untuk memproses serta menganalisis repositori informasi yang sangat besar secara efektif.

Evolusi historis teknologi penyimpanan data mencerminkan perubahan kebutuhan bisnis modern. Awalnya, organisasi terutama mengandalkan gudang data (*data warehouse*) untuk mengelola data terstruktur, yang memfasilitasi kegiatan pelaporan dan intelijen bisnis (*business intelligence* atau BI). Gudang data ini menerapkan protokol pembersihan dan pemrosesan data yang ketat untuk memastikan akurasi dan keandalan informasi yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Seiring dengan berkembangnya kebutuhan data, *data lake* (danau data) diperkenalkan untuk menampung peningkatan volume data yang (terutama) tidak terstruktur, termasuk konten multimedia seperti video, gambar, dan berkas audio. Berbeda dengan *data warehouse*, *data lake* memungkinkan penyimpanan data mentah tanpa mengharuskan adanya pengaturan atau struktur segera. Namun, sistem ini terbukti kurang efektif dalam mengelola data terstruktur dan menghasilkan laporan bisnis konvensional.

Baru-baru ini, munculnya *data lakehouse* menandai inovasi besar dalam penyimpanan data. Sistem hibrida ini menggabungkan kemampuan pengelolaan data terstruktur dari *data warehouse* dengan fleksibilitas *data lake*. Dengan mendukung teknik-teknik canggih seperti *featurization*, *data lakehouse* sangat cocok untuk mengelola data terstruktur maupun tidak terstruktur, sekaligus memungkinkan penerapan aplikasi AI yang canggih, termasuk *deep learning* dan NLP (Bab 4). Pendekatan terintegrasi ini telah mengefisienkan proses pengolahan dan analisis data.

Yang tak kalah penting, inovasi penyimpanan data ini beroperasi dalam—dan dipandu oleh—lapisan konseptual yang lebih luas: arsitektur data. Sementara penyimpanan mengacu pada sarana fisik dan teknis untuk menampung data, arsitektur data menyediakan cetak biru strategis mengenai bagaimana data disusun, dihubungkan, dan dibuat agar dapat diakses di seluruh organisasi. Arsitektur ini membentuk alur data dari sumber hingga penggunaannya, serta memastikan bahwa berbagai sistem, platform, dan solusi penyimpanan—seperti *warehouse*, *lake*, dan *lakehouse*—berfungsi bukan sebagai alat yang terisolasi, melainkan sebagai elemen terintegrasi dalam satu sistem yang utuh dan berorientasi pada tujuan.

Transformasi dari *data warehouse* menuju *data lakehouse* mencerminkan lebih dari sekadar peningkatan kapasitas penyimpanan. Hal ini menandakan pergeseran industri yang lebih luas, dari analitik konvensional berbasis BI (*Business Intelligence*) menuju penghasilan wawasan berbasis AI (*Artificial Intelligence*), yang didukung oleh prinsip-prinsip arsitektur yang lebih fleksibel dan cerdas.

Namun, keberhasilan penerapan arsitektur semacam itu sama sekali tidak terjamin. Banyak organisasi masih bergulat dengan masalah tata kelola data, manajemen, dan modernisasi infrastruktur. Salah satu masalah yang paling persisten adalah ketergantungan pada sistem warisan (*legacy systems*), yang sering kali menghambat integrasi data yang efisien antar departemen. Infrastruktur usang ini, jika digabungkan dengan teknologi baru secara terfragmentasi, menciptakan lingkungan di mana data terisolasi (*siloes*), dikelola secara tidak konsisten, dan sulit dikelola tata kelolanya secara efektif. Hasilnya adalah sistem yang tambal-sulam, yang tidak hanya membengkakkan biaya operasional tetapi juga mengorbankan kualitas, aksesibilitas, dan keamanan data. Keterbatasan di dunia nyata ini menyulitkan organisasi—serta ekosistem luas tempat mereka berada (Bab 6)—untuk memanfaatkan potensi aset data mereka secara maksimal.

Manajemen Data

Selain penyimpanan dan infrastruktur yang tangguh, organisasi harus menerapkan praktik manajemen data penting lainnya; di antaranya, deduplikasi data memainkan peran yang sangat vital. Proses ini menghilangkan salinan data yang berlebihan (*redundant*), sehingga mengurangi konsumsi sumber daya dan pemborosan ruang penyimpanan. Tanpa proses ini, organisasi mungkin akan kesulitan menerapkan analitik tingkat lanjut, termasuk AI. Jika dilakukan secara efektif, deduplikasi memperkuat integritas data dan menyediakan landasan yang kokoh bagi infrastruktur yang mendukung kapabilitas analitik yang canggih.

Kapabilitas analitik ini merupakan pilar penting lainnya dalam manajemen data modern. Di industri yang bergerak cepat dan ditandai oleh volatilitas serta perubahan pesat, bisnis harus mampu mengekstrak wawasan yang dapat ditindaklanjuti (*actionable insights*) dengan cepat dari aliran data yang masif. Organisasi yang mampu mengelola hal ini dengan baik dapat menghasilkan prakiraan yang lebih akurat, merespons kondisi yang berubah dengan cepat, dan menyesuaikan strategi mereka secara *real-time*. Fakta Singkat 3.6 mengilustrasikan bagaimana Walmart memanfaatkan analitik *real-time* untuk melacak perilaku pembelian, mengantisipasi permintaan, dan mengoptimalkan rantai pasokannya dengan tingkat presisi yang luar biasa.

Fakta Singkat 3.6: Bagaimana Walmart memanfaatkan data untuk ritel presisi

Setiap jam, Walmart memproses lebih dari 1 juta transaksi pelanggan di seluruh jaringan tokonya secara global. Volume informasi yang sangat besar ini dimasukkan ke dalam sistem analitik canggih perusahaan, yang terus-menerus memantau dan menganalisis pola perilaku pelanggan serta pergerakan produk. Melalui pemrosesan data secara *real-time*, sistem Walmart melacak tren pembelian, tingkat inventaris, dan faktor eksternal—seperti pola cuaca dan demografi lokal—untuk menghasilkan prediksi permintaan yang akurat.

Wawasan ini memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan operasi rantai pasoknya yang luas, guna memastikan ketersediaan produk tepat pada saat dan di lokasi yang paling dibutuhkan oleh pelanggan. Sebagai salah satu organisasi pelopor dalam pengambilan keputusan berbasis data, Walmart telah berperan mengubah wajah manajemen inventaris, sekaligus menunjukkan bagaimana teknologi dapat meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan.

Analisis tingkat lanjut dan pengambilan keputusan yang tangkas (*agile*) saat ini—yang dimungkinkan oleh data yang telah dideduplikasi dan disimpan dengan baik—didukung oleh dua kemampuan dasar *machine learning*: penginderaan (*sensing*) dan prediksi (*predicting*). Penginderaan, yang sering dikaitkan dengan pengenalan pola, mengacu pada kemampuan model *machine learning* untuk mengekstrak wawasan bermakna dari data sensorik dalam jumlah besar, seperti gambar, suara, dan gerakan. Dengan berfokus pada kondisi saat ini, penginderaan memungkinkan bisnis untuk memantau lingkungan mereka secara *real-time* dan mengambil keputusan yang tepat berdasarkan data terkini. Kemampuan ini sangat berharga dalam industri yang mengandalkan informasi visual, seperti ritel, manufaktur, dan platform digital.

Di sektor manufaktur, misalnya, perusahaan seperti Siemens menggunakan sistem *computer vision* berbasis penginderaan untuk mendeteksi cacat produk yang samar di lini produksi—ketidaksempurnaan yang mungkin luput dari perhatian inspektur manusia. Hal ini mengurangi kesalahan, meminimalkan limbah, dan memastikan kualitas produk yang konsisten. Di sektor ritel dan perhotelan, penginderaan mendukung otomatisasi dan personalisasi. Airbnb, sebagai contoh, menggunakan teknologi penginderaan berbasis gambar untuk mengklasifikasikan foto properti secara otomatis, meningkatkan resolusi gambar, dan menghasilkan keterangan (*caption*) yang akurat. Interpretasi *real-time* ini mempercepat pengelolaan konten sekaligus meningkatkan daya tarik visual dan konsistensi daftar properti mereka.

Sebaliknya, prediksi atau analisis prediktif pada dasarnya berorientasi ke masa depan. Hal ini memungkinkan organisasi untuk memperkirakan tren, mengantisipasi risiko, dan mengambil keputusan secara proaktif. Dengan menganalisis data historis maupun data *real-time*, model prediktif membantu bisnis mengidentifikasi risiko dan peluang yang muncul, serta mengambil tindakan preventif sebelum peristiwa terjadi. Sebagaimana disebutkan dalam Bab 2, Netflix memanfaatkan analisis prediktif untuk mendeteksi perubahan preferensi konten dengan menganalisis perilaku menonton, pola pencarian, dan tren regional. Wawasan ini menjadi dasar bagi keputusan strategis mengenai akuisisi dan produksi konten, membantu perusahaan menyelaraskan penawaran mereka dengan permintaan audiens yang diprediksi. Analisis prediktif juga diterapkan secara luas dalam transportasi dan logistik. Sebagai ilustrasi, Ryanair menerapkan model prediktif untuk mengoptimalkan konsumsi bahan bakar, meningkatkan perencanaan rute, dan menetapkan harga dinamis berdasarkan proyeksi

permintaan. Hal ini memungkinkan maskapai penerbangan untuk menjaga efisiensi biaya di tengah pasar yang sangat kompetitif.

Baik digunakan untuk menafsirkan situasi saat ini maupun mengantisipasi masa depan, kemampuan *sensing* (mendeteksi/memantau) dan *predicting* (memprediksi) memberdayakan bisnis untuk memperoleh nilai lebih besar dari data mereka. Kemampuan ini memungkinkan organisasi di berbagai industri untuk merespons perubahan kondisi secara lebih cerdas, mengurangi inefisiensi, dan tetap unggul dalam persaingan. Di sinilah manajemen data bertransformasi dari sekadar kebutuhan teknis menjadi aset strategis. Dengan demikian, *sensing* dan *predicting* membentuk landasan *machine learning* bagi peran strategis yang dapat dijalankan oleh AI, khususnya sebagai analis dan fasilitator (Bab 2). Di satu sisi, kemampuan ini membantu organisasi memantau lingkungan dan mengantisipasi dinamika persaingan (yaitu, Prinsip Utama 1). Di sisi lain, kemampuan ini mendukung pelaksanaan strategi dengan menyederhanakan proses internal dan meningkatkan koordinasi (yaitu, Prinsip Utama 2). Pembahasan lebih mendalam mengenai peran-peran strategis ini—termasuk fungsi AI sebagai kolaborator (yaitu, Prinsip Utama 3) dan integrasinya dalam siklus pembelajaran dinamis antara manusia dan AI (yaitu, Prinsip Utama 4)—disajikan pada bagian akhir Bab 4, yang mengupas dampak strategis *machine learning* dalam kaitannya dengan NLP.

Contoh nyata penerapan *sensing* dan *predicting* dapat dilihat pada Amazon, yang mengintegrasikan analisis data *real-time* dengan *machine learning* untuk terus menyempurnakan pengambilan keputusan strategis. Fakta Singkat 3.7 mengulas bagaimana perusahaan tersebut memanfaatkan AI untuk mengoptimalkan penetapan harga, memprediksi permintaan, dan memperkuat posisi kompetitifnya.

Fakta Singkat 3.7 Penetapan harga dinamis Amazon: Selangkah lebih maju

Melanjutkan pembahasan dari ilustrasi pembuka bab ini, Amazon menunjukkan contoh nyata integrasi antara kemampuan mendeteksi (*sensing*) dan prediksi dengan cara terus-menerus menganalisis aliran data pasar *real-time* dalam jumlah besar, termasuk harga pesaing, tren permintaan konsumen, dan perilaku pembelian. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin (*machine learning*) yang canggih, Amazon menyesuaikan harga secara dinamis untuk mengoptimalkan volume penjualan sekaligus profitabilitas.

Sebagai contoh, ketika permintaan terhadap suatu produk melonjak, sistem Amazon mungkin menaikkan harga sedikit untuk memaksimalkan pendapatan sembari mengelola tingkat inventaris. Sebaliknya, jika penjualan menurun, harga diturunkan untuk mendorong permintaan. Strategi penetapan harga yang adaptif ini memungkinkan platform *e-commerce* untuk menekan biaya, memaksimalkan margin, tetap kompetitif, dan memperkuat posisi pasar mereka.

Selain penetapan harga, Amazon juga memanfaatkan teknologi pengenalan gambar dan alat peramalan berbasis kecerdasan buatan (AI) untuk meningkatkan responsivitas terhadap perubahan pasar serta memperkuat keunggulan kompetitifnya. Dengan terus mengembangkan kemampuan-kemampuan ini, perusahaan seperti Amazon mengukuhkan kepemimpinan mereka dalam ekonomi yang semakin didorong oleh data.

Kami mengakhiri bab ini dengan memperjelas bahwa meskipun istilah ‘sensing’ (pendeteksian/penangkapan sinyal) dalam pembelajaran mesin (*machine learning*) dan dalam kerangka kerja kapabilitas dinamis Teece (Bab 2) memiliki sebutan yang sama serta tumpang tindih secara konseptual, keduanya menjalankan fungsi strategis yang secara mendasar berbeda. Dalam pembelajaran mesin, *sensing* mengacu pada interpretasi data secara *real-time*, sebuah proses yang pada dasarnya bersifat reaktif dan berfokus pada optimalisasi operasi saat ini. Sebaliknya, konsep *sensing* menurut Teece bersifat strategis dan berorientasi ke masa depan. Konsep ini melampaui sekadar interpretasi data yang ada dengan mencakup pemindaian lingkungan secara aktif, pendeteksian sinyal-sinyal lemah, serta antisipasi terhadap pergeseran industri yang bersifat disruptif. Contoh nyata dari hal ini adalah pengenalan awal Microsoft terhadap potensi AI Generatif (*Gen AI*), yang berujung pada investasi strategis perusahaan tersebut di OpenAI. Langkah ini mencerminkan lebih dari sekadar reaksi terhadap tren data terkini; hal ini menunjukkan pandangan jauh ke depan mengenai dampak luas AI terhadap model bisnis masa depan.

Dapat dikatakan bahwa interpretasi Teece mengenai *sensing* memadukan elemen-elemen dari *sensing* maupun prediksi sebagaimana didefinisikan dalam pembelajaran mesin. Alih-alih hanya berfokus pada pengenalan pola, kerangka kerja Teece menekankan siklus berkelanjutan yang mencakup persepsi, interpretasi, dan adaptasi proaktif, yang memungkinkan perusahaan untuk mengidentifikasi serta memanfaatkan peluang sebelum peluang tersebut dikenal luas atau menjadi standar di pasar.

Poin-Poin Penting

- *Machine learning* mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam organisasi dan sistem otomatis dengan menganalisis kumpulan data besar, menemukan pola, dan menghasilkan prediksi yang akurat. Adopsinya yang terus meningkat sebagian besar didorong oleh kemajuan daya komputasi dan ketersediaan data yang semakin melimpah.
- Jaringan saraf (*neural networks*), yang terinspirasi oleh struktur otak manusia, memproses informasi melalui lapisan input, satu atau lebih lapisan tersembunyi (*hidden layers*), dan lapisan output. Setiap lapisan tersembunyi menyempurnakan data lebih lanjut, sehingga meningkatkan akurasi model.
- *Machine learning* telah beralih dari metode pembelajaran dangkal (*shallow learning*)—yang bergantung pada rekayasa fitur manual—menuju pendekatan pembelajaran mendalam (*deep learning*) yang secara otomatis mengekstrak fitur relevan dari data mentah.
- Jaringan saraf mendalam (*deep neural networks*) sering kali berfungsi sebagai 'kotak hitam' (*black box*), sehingga sulit untuk memahami bagaimana penyesuaian parameter tertentu dapat meningkatkan kinerja secara keseluruhan.
- AI Generatif (*Gen AI*) telah mengubah bidang ini dengan mempelajari struktur data yang mendasarinya, sehingga memungkinkan pembuatan konten yang sangat realistis. Namun, teknologi ini juga menghadirkan risiko seperti 'halusinasi'—yaitu output yang tampak masuk akal namun sebenarnya keliru atau menyesatkan.

- Mengatasi kekhawatiran terkait model 'kotak hitam', halusinasi, bias, dan tantangan etika yang lebih luas memerlukan peningkatan kemampuan interpretasi (*interpretability*). Hal ini mencakup transparansi yang lebih besar mengenai arsitektur dan data AI, serta penjelasan yang lebih jelas mengenai output yang dihasilkan. Alat XAI (*Explainable AI*) saat ini menjadi fokus utama, yang dirancang agar perilaku model lebih mudah dipahami dan diakses. Berbagai jenis *machine learning*—seperti *supervised*, *unsupervised*, *semi-supervised*, *reinforcement*, *active*, dan *transfer learning*—memungkinkan mesin untuk belajar dari data dengan cara yang beragam dan terspesialisasi.
- Jaringan saraf meningkatkan kinerjanya melalui propagasi maju (*forward propagation*)—untuk membuat prediksi—dan propagasi balik (*backpropagation*)—untuk menyesuaikan parameter berdasarkan perhitungan kesalahan. Proses berulang ini dapat diibaratkan seperti mengasah keterampilan, misalnya saat melakukan tembakan bola basket: belajar dari kesalahan dan terus meningkatkan akurasi.
- Berbagai arsitektur jaringan saraf telah dikembangkan untuk tugas-tugas spesifik: CNN memproses data visual secara hierarkis; RNN dan LSTM cocok untuk data sekuensial seperti ucapan dan teks; Transformer memungkinkan pemahaman bahasa yang efisien dan dapat diskalakan; serta GAN mendorong aplikasi AI kreatif dengan menghasilkan konten sintetis yang tampak nyata.
- Kemampuan model *deep learning* untuk merepresentasikan beragam jenis data sebagai vektor matematis memungkinkan model-model tersebut menjembatani berbagai domain, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan kegunaan AI.
- Penerapan strategis *machine learning*, termasuk dalam hal penginderaan dan prediksi, memungkinkan perusahaan untuk mengantisipasi tren pasar, memprediksi perilaku pelanggan, dan mengelola risiko. Dengan memanfaatkan kemampuan ini, organisasi dapat mengubah data menjadi aset strategis yang bernilai tinggi.
- Melalui penerapan praktik penyimpanan dan pengelolaan data yang tangguh, organisasi membangun fondasi yang kokoh bagi strategi yang diperkuat oleh AI; hal ini tercermin dalam peralihan dari *data warehouse* menuju *data lake* dan *data lakehouse*—sebuah evolusi dari *Business Intelligence* (BI) tradisional menuju analitik waktu nyata (*real-time*) dan AI tingkat lanjut.

BAB 4

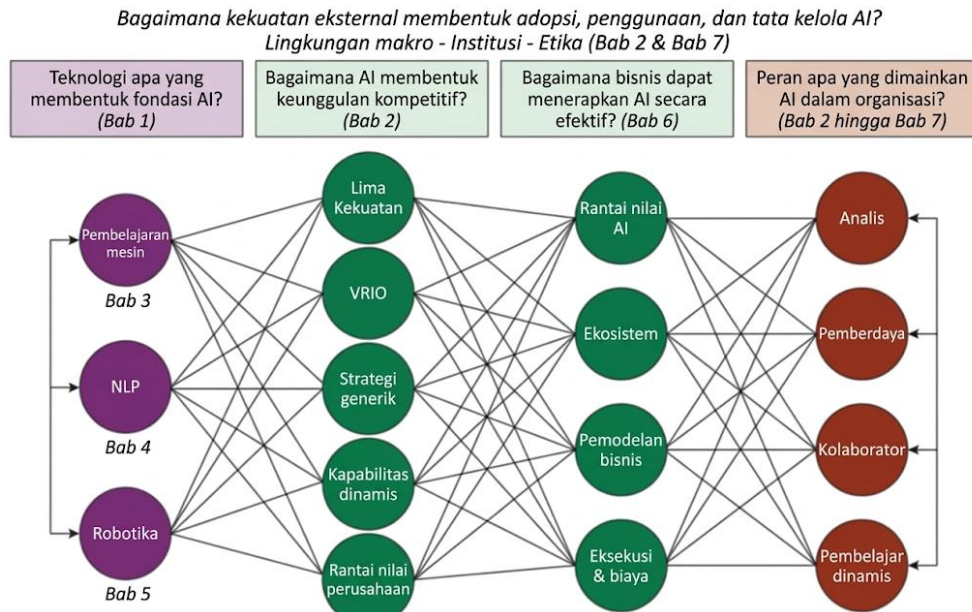
PEMROSESAN BAHASA ALAMI (NATURAL LANGUAGE PROCESSING)

4.1 PENDAHULUAN

Pemrosesan bahasa alami (*Natural Language Processing* atau NLP) menjembatani komunikasi manusia dan pemahaman komputer, sehingga memungkinkan mesin untuk menafsirkan dan menghasilkan bahasa manusia. Bab ini diawali dengan mendefinisikan NLP dan mengupas elemen-elemen dasarnya: sintaksis dan semantik. Selanjutnya, kita menelusuri evolusinya melalui empat era utama: sistem berbasis aturan, model statistik, *deep learning*, dan era AI Generatif (*Gen AI*) saat ini. Setiap tahapan menunjukkan bagaimana NLP secara bertahap meningkatkan akurasi pemrosesan bahasa maupun pemahaman kontekstual.

Kami juga mengkaji peran NLP dalam pemrosesan ucapan (*speech processing*), yang memfasilitasi komunikasi alami secara *real-time* melalui pencocokan pola yang canggih dan analisis fonetik. Inovasi-inovasi ini telah mengubah interaksi manusia-komputer, serta membuka jalan bagi antarmuka suara yang intuitif dan autentikasi biometrik. Di luar kemajuan teknis, bab ini membahas bagaimana NLP dapat menciptakan keunggulan kompetitif di berbagai industri. Ketika dipadukan dengan *machine learning* (lihat Bab 3), NLP memberdayakan organisasi untuk menggali wawasan pelanggan yang mendalam, mengoptimalkan operasional, dan memanfaatkan data bahasa yang sebelumnya tidak dapat diakses.

Gambar 4.1 menempatkan NLP dalam kerangka strategi AI menyeluruh buku ini, dengan menyoroti peran pelengkap—bersama *machine learning* dan robotika (Bab 5)—dalam mendorong pengambilan keputusan strategis di dalam organisasi. Bab ini juga mengeksplorasi beragam peran strategis yang dapat dijalankan oleh AI—sebagai analis strategis, fasilitator, kolaborator, dan mitra pembelajaran dinamis—yang tercermin dalam lapisan *output* pada Gambar 4.1. Terakhir, bab ini memperkenalkan siklus kebajikan (*virtuous cycle*) di mana penerapan strategis AI memperkuat fondasi teknis yang sebelumnya memungkinkan penerapan teknologi tersebut.



Gambar 4.1 Kerangka kerja menyeluruh buku ini

Vignette Pembuka

Pada awal hingga pertengahan tahun 2010-an, Spotify menghadapi tantangan yang kian besar. Para pesaing seperti Apple Music dan Amazon Music mulai merebut pangsa pasar, masing-masing menawarkan koleksi musik yang sangat luas dengan model penetapan harga yang serupa. Agar tampil beda, Spotify membutuhkan cara untuk mempersonalisasi pengalaman mendengarkan, sehingga pengguna merasa bahwa platform tersebut benar-benar memahami selera musik mereka. Namun, bagaimana hal ini bisa dicapai dalam skala besar, untuk jutaan individu dengan preferensi yang sangat beragam? Jawabannya terletak pada *machine learning* dan NLP. Berbeda dengan sistem rekomendasi tradisional yang hanya mengandalkan riwayat pendengaran pengguna, Spotify beralih ke NLP untuk menganalisis data teks tidak terstruktur dalam jumlah besar yang berasal dari blog musik, media sosial, dan ulasan daring. Dengan memahami bagaimana penggemar dan kritikus mendeskripsikan musik—menggunakan kata sifat seperti 'melankolis', 'membangkitkan semangat', atau 'intens'—Spotify dapat menangkap nuansa emosional dari setiap lagu. Algoritme NLP Spotify memproses ribuan artikel dan unggahan setiap harinya, tidak hanya mengidentifikasi genre dan penyebutan nama artis, tetapi juga sentimen serta konteksnya. Sebagai contoh, jika seorang pendengar menyukai lagu yang dideskripsikan sebagai lagu yang 'nostalgik' dan 'akustik', sistem dapat merekomendasikan lagu lain dengan tema emosional serupa, meskipun lagu-lagu tersebut dibawa oleh artis yang berbeda atau berasal dari genre yang berbeda. Tingkat pemahaman kontekstual seperti ini melampaui kemampuan pencocokan kata kunci tradisional ataupun rekomendasi berbasis genre.

Dampaknya sangat transformatif. Pada tahun 2015, Spotify meluncurkan *Discover Weekly*, sebuah daftar putar (*playlist*) yang dipersonalisasi dan menggunakan wawasan berbasis NLP untuk merekomendasikan lagu-lagu baru setiap hari Senin. Berkat kemampuannya memprediksi preferensi pengguna secara akurat, *Discover Weekly* langsung

meraih kesuksesan besar dan berhasil menarik jutaan pendengar untuk terus kembali ke platform tersebut dari minggu ke minggu. Pengalaman yang dipersonalisasi ini tidak hanya meningkatkan keterlibatan pengguna, tetapi juga memperkuat keunggulan kompetitif Spotify sebagai layanan *streaming* yang paling intuitif dan berorientasi pada pengguna di pasar. Pada akhir tahun 2023, Spotify memimpin pasar layanan streaming musik global dengan pangsa pasar lebih dari 30 persen. Hingga kuartal kedua tahun 2024, Spotify mencatat 265 juta pelanggan berbayar dan hampir 700 juta pengguna aktif.

Pemanfaatan strategis NLP oleh Spotify menunjukkan bagaimana pemahaman terhadap konteks bahasa dan sentimen dapat mendefinisikan ulang pengalaman pengguna serta menciptakan keunggulan kompetitif yang signifikan. Bab ini mengupas bagaimana perusahaan seperti Spotify menggunakan NLP untuk mengubah teks tidak terstruktur menjadi wawasan strategis, yang merevolusi interaksi dengan pelanggan, personalisasi, dan posisi kompetitif.

4.2 MENDEFINISIKAN NLP

NLP adalah bidang AI yang memungkinkan komputer menganalisis, memahami, dan menghasilkan bahasa mirip manusia, menjembatani kesenjangan antara komunikasi mesin dan manusia. Tidak seperti bahasa pemrograman terstruktur seperti C dan Java, atau perintah yang digunakan dalam spreadsheet, bahasa alami, seperti Inggris, Spanyol, Prancis, dan China, menimbulkan tantangan unik karena ambiguitas dan variabilitas kontekstualnya. Berbeda dengan mesin, manusia dapat secara intuitif menavigasi ekspresi yang tidak tepat, bahasa sehari-hari, aksen, dan bahkan kata-kata yang disalahgunakan, sehingga dapat mengekstraksi makna dari konteksnya. Kami juga dengan mudah mengatasi perubahan makna kata tergantung pada teks, nada, dan faktor budaya di sekitarnya. Fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi ini, yang secara alami dimiliki oleh manusia, memerlukan mesin untuk melakukan pendekatan komputasi yang canggih untuk memecahkan kode makna yang dimaksudkan dan merespons dengan tepat.



Teknologi NLP mengatasi hambatan-hambatan ini dengan memungkinkan komputer menyusun representasi bahasa alami yang mendetail, yang pada gilirannya memungkinkan

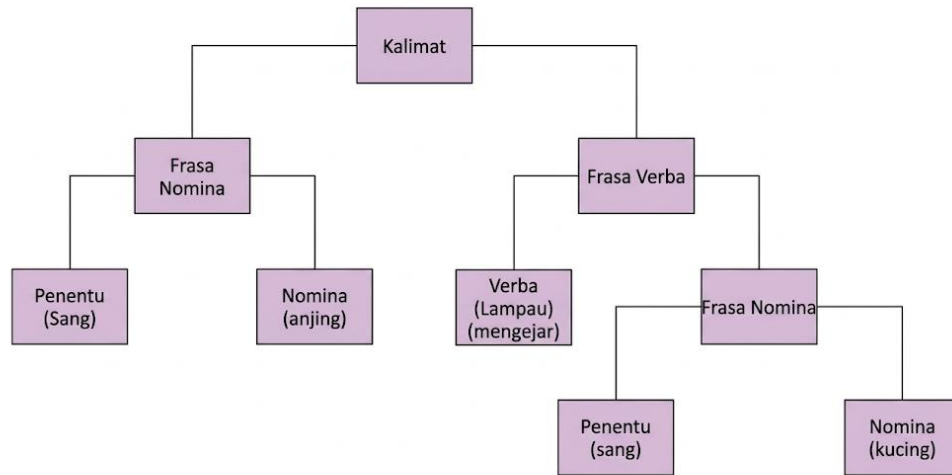
algoritma pembelajaran mesin (Bab 3) untuk mengotomatisasi tugas-tugas terkait bahasa. Dengan memanfaatkan serangkaian terobosan—yang dibahas dalam bagian ini dan bagian berikutnya—NLP telah mengubah tugas-tugas bahasa yang dulunya sulit menjadi proses otomatis yang berjalan mulus. Seiring organisasi menyimpan sejumlah besar pengetahuan institusional dalam dokumen berbasis teks—mulai dari laporan dan surel hingga presentasi dan kebijakan—kemampuan NLP (terkini) untuk memproses dan mengekstrak makna dari bahasa lisan maupun tulisan telah membuka era baru dalam kecerdasan bisnis dan otomatisasi.

Menafsirkan Bahasa: Sintaksis dan Semantik

Memahami bagaimana komputer menafsirkan bahasa manusia dimulai dari elemen-elemen dasar pembentuk bahasa itu sendiri. Sama seperti sebuah rumah yang membutuhkan fondasi kokoh dan tata letak yang fungsional, bahasa bergantung pada dua elemen kunci: sintaksis dan semantik. Bayangkan sintaksis sebagai cetak biru bahasa. Sintaksis adalah seperangkat aturan yang menentukan bagaimana kata-kata dapat disusun untuk membentuk kalimat yang valid. Sama halnya dengan Anda tidak bisa membangun rumah dengan menumpuk material secara acak, Anda tidak bisa menciptakan bahasa yang koheren dengan merangkai kata-kata tanpa struktur. Namun, menghasilkan kalimat yang benar secara sintaksis saja tidaklah cukup. Sebuah contoh terkenal dari ahli bahasa Noam Chomsky menggambarkan hal ini dengan sempurna: *'Colorless green ideas sleep furiously'*. Meskipun kalimat ini mematuhi tata bahasa Inggris—memiliki subjek, kata sifat, kata kerja, dan kata keterangan—kalimat tersebut tidak memiliki makna yang masuk akal. Di sinilah peran semantik. Jika sintaksis adalah fondasi rumah, maka semantik adalah desain interior yang memberikan tujuan dan makna bagi rumah tersebut. Gagasan yang berwarna hijau tidak mungkin tidak berwarna (*colorless*), dan gagasan tidak bisa tidur, apalagi tidur dengan penuh amarah (*furiously*). Jadi, meskipun kalimat tersebut benar secara tata bahasa, kalimat itu gagal menyampaikan gagasan yang bermakna; dengan kata lain, kalimat itu gagal secara semantik. Contoh ini menyoroti bagaimana sintaksis dan semantik harus bekerja sama untuk memberikan struktur sekaligus makna, serta menggarisbawahi salah satu tantangan paling kompleks dalam NLP.

Pada masa awal analisis bahasa, komputer melakukan tugas tersebut dengan cara yang mirip seperti seorang siswa yang sedang mempelajari bahasa baru. Mereka memulainya dengan teknik-teknik dasar seperti segmentasi teks—yang membagi teks menjadi komponen-komponen bermakna seperti kalimat dan kata—serta *parsing* (penguraian sintaksis), yang menentukan hubungan gramatikal antarunit kata. Proses ini mirip dengan membuat diagram kalimat dalam pelajaran tata bahasa. Sebagai contoh, dalam kalimat *"The dog chased the cat"*, segmentasi teks akan terlebih dahulu memecah kalimat tersebut menjadi kata-kata individual (yaitu *"The"*, *"dog"*, *"chased"*, *"the"*, dan *"cat"*) serta unit-unit bermakna (yaitu *"The dog"*, *"chased"*, dan *"the cat"*). Selanjutnya, *parsing* akan menganalisis struktur gramatikalnya dengan mengidentifikasi *"The dog"* sebagai subjek, *"chased"* sebagai kata kerja, dan *"the cat"* sebagai objek, lalu menyusunnya ke dalam struktur menyerupai pohon yang secara visual

merepresentasikan hubungan antarbagian tersebut, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pohon penguraian untuk ‘The dog chased the cat’

Teknik mendasar lainnya adalah *stemming*, yang membantu komputer mengenali bahwa berbagai bentuk suatu kata pada dasarnya memiliki makna yang sama. Sama halnya dengan manusia yang memahami bahwa kata ‘chased’, ‘chasing’, dan ‘chases’ semuanya berkaitan dengan kata dasar ‘chase’, *stemming* membantu komputer membuat hubungan tersebut, sehingga mengurangi kebutuhan untuk menyimpan atau memproses berbagai variasi kata. Meskipun hal ini tampak sederhana, teknik ini sangat penting untuk tugas-tugas seperti mesin pencari; pengguna yang mencari kata ‘chase’ kemungkinan besar juga mengharapkan hasil yang memuat kata ‘chasing’ atau ‘chased’.

Bidang ini juga mencakup tugas-tugas yang lebih kompleks seperti pengenalan entitas bernama (*named entity recognition* atau NER), ekstraksi hubungan, dan analisis sentimen. Sebagai contoh, dalam kalimat ‘Apple didirikan oleh Steve Jobs dan Steve Wozniak di Cupertino, California, pada tanggal 1 April 1976’, NER membantu komputer mengidentifikasi bahwa ‘Apple’ adalah sebuah organisasi, ‘Steve Jobs’ dan ‘Steve Wozniak’ adalah orang, ‘Cupertino’ adalah lokasi, dan ‘1 April 1976’ adalah keterangan waktu. Ekstraksi hubungan melangkah lebih jauh dengan mengidentifikasi keterkaitan antar-entitas tersebut—misalnya, mengenali bahwa Steve Jobs dan Steve Wozniak adalah pendiri Apple, serta bahwa pendirian tersebut terjadi di Cupertino pada tanggal 1 April 1976. Untuk memperoleh wawasan yang lebih mendalam, analisis sentimen menelaah nada atau maksud yang disampaikan oleh kalimat tersebut. Dalam kasus ini, pernyataan tersebut bersifat faktual. Namun, jika kalimat tersebut diubah menjadi ‘Apple didirikan secara brilian oleh pemimpin visioner Steve Jobs dan Steve Wozniak’, analisis sentimen akan mendeteksi adanya nada positif. Kemampuan ini memungkinkan komputer tidak hanya mengekstrak informasi, tetapi juga menafsirkan sentimen yang terkandung di dalamnya dengan cara mengidentifikasi kata-kata yang telah

diberi label positif atau negatif serta menganalisisnya sesuai konteks, sehingga menjadikan NLP lebih peka terhadap konteks. Bagian *Under the Hood* 4.1 menyajikan penjelasan konkret lainnya mengenai bagaimana teknik-teknik seperti NER, ekstraksi hubungan, dan analisis sentimen bekerja sama untuk memahami permintaan sehari-hari, misalnya saat memesan kopi melalui perintah suara pada sebuah mesin.

Di Balik Layar 4.1: Memesan kopi – bagaimana NLP tradisional memahami bahasa

Bayangkan Anda menghampiri mesin kopi yang diaktifkan melalui suara dan berkata: "Bisa saya pesan *latte* ukuran *tall* tanpa busa dan tambahan satu *shot*?" Pada masa awal NLP, mesin memerlukan beberapa tahap pemrosesan untuk menafsirkan permintaan ini secara akurat. Langkah pertama adalah analisis sintaksis, di mana mesin memeriksa struktur tata bahasa kalimat tersebut. Mesin akan mengenali bahwa kalimat itu merupakan sebuah pertanyaan (yaitu, "Bisa saya pesan...") yang mencakup permintaan untuk item tertentu (yaitu, "*latte* ukuran *tall*") beserta penyesuaian khusus (yaitu, "tanpa busa" dan "tambahan satu *shot*"). Karena kalimat tersebut benar secara tata bahasa, ia akan lolos pemeriksaan sintaksis. Namun, untuk memahami permintaan sepenuhnya, mesin perlu menafsirkan makna semantik di balik setiap kata. Untuk melakukannya, sistem akan membuat *parse tree* (pohon penguraian) yang memetakan hubungan tata bahasa antar-kata. Sebagai contoh, mesin akan mengidentifikasi bahwa kata "*tall*" memodifikasi kata "*latte*". Untuk menyederhanakan analisis, mesin mungkin menerapkan *stemming* guna mengubah kata menjadi bentuk dasarnya. Mesin bisa mengenali bahwa kata "*shot*" berasal dari kata "*shoot*", namun dalam konteks ini, kata tersebut merujuk pada takaran tambahan espresso.

Selanjutnya, mesin akan menggunakan NER (*Named Entity Recognition*) untuk mengidentifikasi komponen kunci dalam kalimat, mengkategorikan "*latte*" sebagai jenis minuman, "*tall*" sebagai ukuran, "tanpa busa" sebagai penyesuaian susu, dan "tambahan satu *shot*" sebagai tambahan (*add-on*). Berikutnya, mesin akan melakukan ekstraksi hubungan untuk menghubungkan entitas-entitas ini, memahami bahwa "*tall*" memodifikasi "*latte*", "tanpa busa" menyesuaikan komponen susu, dan "tambahan satu *shot*" meningkatkan kandungan kafein. Untuk memperdalam pemahamannya, sistem mungkin juga melakukan analisis sentimen guna menilai nada emosional dari permintaan tersebut. Dalam kasus ini, nadanya netral. Namun, jika permintaan disampaikan dengan kalimat seperti, "Duh, bisa tidak saya pesan *latte* ukuran *tall* tanpa busa dan tambahan satu *shot* saja?" sistem dapat mendeteksi rasa frustrasi atau ketidaksabaran. Hal ini menjadikan analisis sentimen sangat berharga dalam interaksi dengan pelanggan, karena membantu sistem menyesuaikan respons yang diberikan.

Meskipun teknik-teknik ini dulunya beroperasi sebagai langkah-langkah terpisah (berurutan) dalam sistem NLP awal, saat ini teknik-teknik tersebut jarang digunakan secara terisolasi. Vektorisasi (Bab 3) dan *deep learning* telah merevolusi bidang ini dengan merepresentasikan kata dan kalimat sebagai vektor matematis dalam ruang multidimensi. Hal

ini memungkinkan mesin untuk menafsirkan permintaan yang kompleks secara lebih efektif, sehingga memfasilitasi interaksi alami antara manusia dan komputer. Dengan memetakan hubungan linguistik di ratusan dimensi, AI modern dapat mengenali, misalnya, bahwa kata *'king'* (raja) dan *'queen'* (ratu) memiliki keterkaitan semantik yang lebih erat dibandingkan *'king'* dan *'bicycle'* (sepeda)—bukan hanya karena keduanya merujuk pada sosok kerajaan, tetapi juga karena adanya asosiasi bersama dengan kata-kata lain dalam bahasa Inggris.

Sistem NLP saat ini sangat efektif karena mampu menganalisis konteks secara menyeluruh, bukan sekadar kata-kata yang berdiri sendiri. Perhatikan perbedaan antara kalimat *'The bank of the river was muddy'* (tepi sungai itu berlumpur) dan *'I need to bank a cheque'* (saya perlu menyetorkan cek ke bank). Sistem modern dapat dengan cepat membedakan makna kata *'bank'* yang dimaksud dengan menelaah konteks di sekitarnya. Berbeda dengan metode terdahulu yang sangat bergantung pada sintaksis dan *parsing*, model *deep learning* memproses kalimat atau bahkan paragraf secara holistik. Pemahaman kontekstual yang lebih mendalam ini telah meningkatkan kinerja berbagai perangkat seperti layanan penerjemahan, *chatbot*, dan pengenalan ucapan (*speech recognition*). Bagian *Under the Hood* 4.2 kembali membahas contoh pemesanan kopi sebelumnya untuk mengilustrasikan bagaimana sistem NLP modern menafsirkan makna dengan nuansa yang lebih kaya dengan memanfaatkan petunjuk kontekstual, alih-alih bergantung pada struktur kalimat yang kaku.

Di Balik Layar 4.2: Memesan kopi – bagaimana NLP modern memahami bahasa

Melanjutkan contoh sebelumnya (yaitu, 'Bisakah saya pesan *latte* ukuran *tal* tanpa busa dan dengan tambahan *shot*?'), sistem NLP modern menafsirkan permintaan ini menggunakan vektorisasi dan jaringan saraf dalam (*deep neural networks*), dengan memproses kata-kata beserta konteksnya. Setiap kata diubah menjadi vektor (Bab 3)—yang pada dasarnya merupakan deretan angka yang menangkap makna kata tersebut dalam ratusan dimensi. Setiap dimensi mewakili karakteristik atau fitur kata yang berbeda. Sebagai contoh, *'latte'* dapat digambarkan melalui fitur-fitur seperti ukuran, suhu, dan kaitannya dengan budaya kopi.

Sama halnya dengan vektor dua dimensi (misalnya, [3, 4]) yang dapat digambarkan pada grafik menggunakan koordinat seperti garis bujur dan garis lintang, vektor kata multidimensi ini dipetakan dalam ruang semantik yang luas. Karena kata-kata yang serupa memiliki fitur yang tumpang tindih, kata-kata tersebut secara alami mengelompok bersama. Misalnya, *'foam'* (busa) dan *'latte'* muncul berdekatan karena karakteristik terkait kopi yang mereka miliki bersama, sementara istilah yang tidak berkaitan—katakanlah *'latte'* dan *'house'* (rumah)—tetap berjauhan. Pengaturan spasial ini membantu sistem memahami hubungan antar-kata secara lebih intuitif. Sebagai contoh, *'latte'* dan *'cappuccino'* akan terletak lebih dekat satu sama lain dibandingkan *'latte'* dan *'water'* (air), karena keduanya memiliki lebih banyak kesamaan fitur sebagai minuman kopi.

Kekuatan sesungguhnya dari sistem ini terletak pada kemampuannya menganalisis kalimat secara utuh, bukan sekadar kata-kata secara terpisah. Ambil contoh kata *'shot'*—kata ini bisa merujuk pada *espresso*, vaksin, atau tembakan senjata api. Namun, dengan

mempertimbangkan kata-kata di sekitarnya, yaitu *'latte'* dan *'foam'*, sistem dapat menyimpulkan dengan tepat bahwa *'shot'* di sini merujuk pada *espresso*. Sistem-sistem terdahulu sering kali kesulitan menangani ambiguitas semacam itu. Berkat arsitektur Transformer (Bab 3), model modern mampu memproses keseluruhan bagian teks sekaligus, sehingga memberikan pemahaman bahasa yang lebih mendalam dan bernuansa.

Menghasilkan Bahasa: Dari Tata Bahasa yang Benar menuju Komunikasi yang Akurat

Evolusi NLP sangat mencolok dalam kemampuannya menghasilkan bahasa yang menyerupai bahasa manusia. Sistem NLP awal bekerja layaknya ahli tata bahasa yang kaku; sistem ini menyusun kalimat dengan cermat mengikuti aturan sintaksis, namun sering kali kurang tepat dalam hal makna dan konteks. Sistem tersebut kerap menghasilkan kalimat yang benar secara tata bahasa namun tidak praktis digunakan, mirip dengan seorang siswa yang menghafal aturan tata bahasa tanpa benar-benar memahami bahasanya.

Sistem NLP masa kini, yang didukung oleh *deep learning*, tidak sekadar merangkai kata-kata. Sistem ini memadukan konteks, makna, dan maksud ke dalam narasi yang koheren. Asisten virtual kini mampu menyusun respons yang terasa alami dan sesuai konteks, sementara model bahasa canggih dapat menghasilkan berbagai hal, mulai dari cerita kreatif hingga dokumentasi teknis. Perhatikan bagaimana sistem modern dapat secara otomatis membuat deskripsi produk yang menangkap nuansa halus, atau menyusun email yang selaras dengan nada dan gaya perusahaan. Dampaknya merambah jauh ke dalam operasional bisnis; NLP mendukung berbagai hal, mulai dari pembuatan laporan otomatis hingga analisis pasar secara *real-time*. Sistem ini mampu mengolah data dalam jumlah besar dan menghasilkan wawasan yang jelas serta dapat ditindaklanjuti dalam bahasa alami—wawasan yang mudah dipahami dan dapat segera ditindaklanjuti oleh para pemimpin bisnis.

Sebelum kita mengupas lebih dalam kemampuan generatif NLP yang luar biasa ini, kita akan terlebih dahulu meninjau terobosan historis yang membuka jalan bagi perkembangannya, serta menelusuri inovasi-inovasi kunci yang mengubah sistem berbasis aturan awal menjadi model bahasa yang canggih seperti saat ini.

4.3 SEJARAH NLP

Pada tahun 1950, Alan Turing memprediksi bahwa menjelang tahun 2000, komputer akan mampu meniru percakapan alami dengan sangat meyakinkan sehingga orang akan kesulitan membedakannya dari manusia. Visinya berfokus pada simulasi dialog alih-alih pencapaian pemahaman yang sesungguhnya, dengan menekankan potensi mesin untuk meniru interaksi manusia. Namun, gagasan inovatif ini meletakkan landasan konseptual bagi NLP dan menginspirasi upaya berkelanjutan untuk menciptakan sistem mesin yang mampu menafsirkan sekaligus menghasilkan bahasa manusia.

Evolusi NLP secara garis besar dapat dibagi menjadi empat periode, yang masing-masing ditandai dengan pendekatan dan paradigma teknologi yang khas. Tahapan-tahapan ini mencerminkan pergeseran bidang tersebut dari sistem simbolik berbasis aturan menuju

model statistik, dan pada akhirnya ke arsitektur *deep learning* serta model AI Generatif yang menjadi penggerak teknologi bahasa paling canggih saat ini.

Era Simbolik Berbasis Aturan: Awal 1950-an hingga Pertengahan 1980-an

Visi Alan Turing mulai mewujudkan secara nyata hanya dua tahun kemudian, pada tahun 1952, ketika Bell Labs memperkenalkan Audrey (*Automatic Digit Recognizer*), salah satu sistem pengenalan ucapan paling awal. Meskipun cakupannya terbatas—sistem ini hanya dapat mengenali angka lisan dari nol hingga sembilan—Audrey mencapai tingkat akurasi yang luar biasa berkat desain yang inovatif. Dengan menggunakan tabung vakum dan sirkuit elektronik, sistem ini menganalisis karakteristik akustik ucapan dan mencocokkannya dengan templat yang tersimpan untuk setiap angka. Walaupun tergolong sederhana menurut standar masa kini, Audrey menandai tonggak sejarah penting dalam pengembangan teknologi pengenalan ucapan, serta memberikan bukti kuat bahwa mesin sebenarnya mampu memproses dan menafsirkan elemen-elemen bahasa manusia. Akan tetapi, sebagaimana disoroti dalam Fakta Singkat 4.1, akurasi yang mengesankan tersebut memiliki satu keterbatasan: kemampuan pengenalan Audrey sebagian besar hanya terbatas pada suara penemunya sendiri.

Fakta Singkat 4.1 Kemampuan mendengar selektif Audrey

Pada masanya, Audrey dianggap sebagai pencapaian luar biasa dengan tingkat akurasi pengenalan suara yang mengesankan, yakni lebih dari 90 persen. Namun, segera diketahui bahwa Audrey sangat selektif terhadap suara siapa yang dapat dipahaminya. Sistem ini telah disesuaikan secara khusus dengan pola bicara penciptanya, K. H. Davis, sehingga mampu mengenali suaranya dengan tingkat presisi yang luar biasa.

Keterbatasan ini muncul karena Audrey mengandalkan metode yang dikenal sebagai *template matching* (pencocokan templat), di mana input suara dibandingkan dengan templat yang telah direkam sebelumnya dan disimpan dalam memori. Templat-templat tersebut dibuat menggunakan suara Davis sendiri, yang merekam karakteristik unik nada, irama, dan pelafalannya. Akibatnya, Audrey bekerja hampir tanpa cela saat Davis berbicara, namun akurasinya menurun drastis ketika digunakan oleh orang lain.

Sistem ini sangat peka terhadap variasi aksen, nada suara, dan kecepatan bicara, yang menyebabkan kesalahan pengenalan cukup besar saat mendeteksi suara yang tidak dikenali. Kekurangan ini menyoroti sifat ketergantungan pada penutur (*speaker-dependent*) yang menjadi ciri sistem pengenalan suara awal—sebuah tantangan yang kini telah berhasil diatasi oleh sistem-sistem modern.

Pengembangan Audrey dipengaruhi oleh pembelajaran terdahulu di Bell Labs mengenai Voder (*Voice Operating Demonstrator*), yang dipamerkan pada ajang New York World's Fair tahun 1939. Voder merupakan perangkat pertama yang mampu menyintesis ucapan menyerupai suara manusia dengan cara memanipulasi tombol dan pedal secara manual untuk meniru saluran vokal manusia. Meskipun tidak memiliki kemampuan mengenali ucapan, perangkat ini menunjukkan bagaimana sistem elektronik dapat menghasilkan suara

yang dapat dipahami, sekaligus meletakkan dasar bagi teknologi *text-to-speech* di kemudian hari.

Kemajuan di bidang ini berlanjut dengan hadirnya Shoebox dari IBM pada tahun 1962. Diperkenalkan pada ajang *Seattle World's Fair*, Shoebox memperluas kemampuan interaksi berbasis ucapan dengan mengenali 16 kata lisan, termasuk seluruh angka dari nol hingga sembilan. Pencapaian penting seperti Voder dan Shoebox menggambarkan peralihan awal dari sintesis ucapan menuju pengembangan sistem pengenalan ucapan dasar.



Bidang NLP secara lebih luas menghadapi hambatan tak terduga ketika profesor linguistik MIT, Noam Chomsky—yang kelak dianggap sebagai salah satu tokoh intelektual perintis NLP—menentang pendekatan statistik dalam pemrosesan bahasa secara tegas dan konsisten. Sebaliknya, ia justru mendukung pendekatan simbolik yang terstruktur dan berbasis aturan. Pengaruhnya yang besar secara tidak sengaja memperlambat kemajuan empiris dalam NLP selama beberapa dekade. Sepanjang tahun 1960an dan 1970-an, para peneliti memprioritaskan upaya memasukkan aturan tata bahasa yang komprehensif ke dalam komputer, dengan keyakinan bahwa pemahaman menyeluruh mengenai struktur linguistik akan memungkinkan komunikasi mesin yang bermakna. Namun, sebagaimana dijelaskan dalam Fakta Singkat 4.2, asumsi ini kelak dipertanyakan kebenarannya.

Fakta Singkat 4.2 Bahkan pemikir paling brilian pun bisa keliru

Noam Chomsky telah lama berpendapat bahwa bahasa manusia terlalu kompleks untuk dimodelkan secara akurat melalui metode statistik dan analisis probabilistik. Ia bersikeras bahwa bahasa diatur oleh tata bahasa universal bawaan—sesuatu yang menurutnya gagal ditangkap sepenuhnya oleh model statistik.



Ironisnya, pendekatan-pendekatan yang sempat ia tepis justru menjadi tulang punggung sistem NLP modern. Saat ini, model-model tersebut mendominasi bidang ini dengan mengandalkan kumpulan data yang sangat besar serta teknik probabilistik canggih untuk menghasilkan teks yang sangat menyerupai tulisan manusia; hal ini membuktikan bahwa metode statistik sebenarnya mampu menangkap sebagian besar kompleksitas dan nuansa bahasa alami.

Terlepas dari peran Chomsky yang agak ambivalen, dua dekade berikutnya menyaksikan tiga perkembangan penting dalam interaksi manusia-komputer berbasis teks. Perkembangan pertama terjadi pada tahun 1966 dengan hadirnya Eliza karya Joseph Weizenbaum, sebuah program yang memelopori dialog mesin-manusia melalui skrip yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga menciptakan ilusi pemahaman (Weizenbaum, 1966). Hal ini kemudian disusul oleh SHRDLU karya Terry Winograd pada akhir tahun 1960an dan awal 1970-an, yang menunjukkan kemampuan awal dalam pemahaman bahasa spesifik-domain melalui manipulasi balok dalam lingkungan virtual oleh komputer menggunakan perintah berbahasa Inggris. Perkembangan ketiga muncul pada pertengahan tahun 1970an dengan diciptakannya HARPY di Universitas Carnegie Mellon, sebuah sistem yang mampu mengenali ucapan kontinu dengan kosakata sebanyak 1.011 kata.

Dengan menggunakan *hidden Markov models* (HMM), sistem ini menerapkan pemodelan statistik pada urutan kata, yang menandai langkah awal menuju teknologi pengenalan ucapan modern. Sebagaimana dijelaskan dalam bagian "*Under the Hood 4.3*", HMM memungkinkan sistem seperti HARPY untuk membuat prediksi yang tepat berdasarkan pola dan probabilitas, bahkan ketika input yang diterima tidak lengkap atau ambigu. Namun, berbeda dengan sistem-sistem kemudian yang mengintegrasikan HMM ke dalam jaringan saraf (*neural networks*), HARPY belum menerapkan pemodelan probabilistik ataupun pembelajaran statistik.

Di Balik Layar 4.3: HMM – perkiraan cerdas di balik NLP tradisional

HMM adalah sistem yang membuat perkiraan berdasarkan petunjuk dan probabilitas. Saat informasi tidak lengkap, sistem ini memanfaatkan asosiasi yang telah dipelajari untuk memprediksi hasil yang paling mungkin terjadi. Bayangkan Anda sedang mendengarkan orang bermain permainan batu-kertas-gunting di balik tirai. Anda tidak dapat melihat tangan mereka, tetapi Anda mendengar suara-suara, seperti bunyi jentikan jari atau tepukan tangan. Dengan menggunakan suara-suara tersebut sebagai petunjuk, Anda mencoba menebak gerakan apa yang mereka lakukan (batu, kertas, atau gunting). Jika Anda menyadari bahwa bunyi jentikan sering kali muncul bersamaan dengan gerakan 'gunting', Anda akan mulai lebih sering menebak 'gunting' saat mendengar suara tersebut.

Pada dasarnya, begitulah cara kerja HMM. Dalam pengenalan ucapan, HMM mendengarkan suara dan memecahnya menjadi unit-unit lebih kecil yang disebut fonem (misalnya, bunyi 'c' dalam kata 'cat'). Sistem kemudian menggunakan probabilitas untuk memprediksi kata yang paling mungkin dimaksud. Sebagai contoh, jika sistem mendengar bunyi 'c-ah-t', kata tersebut bisa jadi adalah 'cat', 'cot', atau 'cut'. Dengan mempertimbangkan kata-kata di sekitarnya dalam kalimat, sistem memilih kata yang paling masuk akal. HMM termasuk teknologi awal yang memungkinkan komputer mengenali ucapan dan menafsirkan urutan data melalui prediksi yang didasarkan pada informasi yang ada, bahkan ketika beberapa detail hilang atau tidak jelas. Kemampuan mereka dalam memanfaatkan konteks dan probabilitas untuk melengkapi bagian yang hilang itulah yang membuat teknologi ini begitu efektif.

Pengembangan HARPY sangat dipercepat oleh Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA); pendanaan dan dukungan dari lembaga ini menghasilkan penciptaan model akustik, arsitektur bahasa, dan algoritma pencarian yang semuanya kelak memengaruhi sistem pengenalan ucapan di masa depan. Namun, pendekatan simbolik pada akhirnya menemui jalan buntu. Besarnya volume informasi, pengecualian, dan aturan tata bahasa yang rumit yang harus dikodekan secara manual menjadikannya tidak praktis, bahkan dalam ranah pengetahuan yang cakupannya terbatas. Akibatnya, kemajuan dalam bidang NLP melambat secara signifikan sepanjang awal tahun 1980-an.

Era Pemodelan Statistik: Pertengahan 1980-an hingga Pertengahan 2000-an

Bidang ini mengalami kebangkitan kembali pada pertengahan tahun 1980an dengan munculnya jaringan saraf tiruan (*neural networks*) dan pembelajaran mesin terbimbing (*supervised machine learning*) (Bab 3), yang menandai revolusi besar pertama dalam NLP. Pendekatan statistik ini—yang juga memberikan dampak transformatif pada bidang visi komputer—melibatkan pemberian data bahasa berlabel dalam jumlah besar kepada komputer agar sistem dapat mempelajari pola linguistik secara otomatis. Program Tangora milik IBM, yang dikembangkan di bawah arahan Fred Jelinek, menunjukkan efektivitas teknik-teknik tersebut dalam pengenalan ucapan. Karya Jelinek sebelumnya mengenai penerapan HMM (*Hidden Markov Models*) dalam pemodelan probabilistik telah meletakkan dasar penting

bagi perubahan ini. Fakta Singkat 4.3 menguraikan bagaimana Jelinek, seorang pendukung vokal metode berbasis data, menantang dominasi aturan linguistik tradisional dan turut mengantarkan era baru NLP probabilistik.

Fakta Singkat 4.3 Meninggalkan buku aturan: Bagaimana statistik mengambil alih

Fred Jelinek dikenal karena salah satu kutipan paling berkesan dalam sejarah NLP. Meskipun kata-kata dan konteks pastinya masih diperdebatkan, ia tercatat pernah melontarkan pernyataan terkenal: "Setiap kali kami memberhentikan seorang ahli fonetik atau ahli bahasa, kinerja sistem kami justru meningkat". Sekilas, pernyataan ini mungkin terdengar kasar, namun hal itu mencerminkan pergeseran paradigma mendasar yang sedang mengubah wajah bidang NLP.

Karya Jelinek menantang status quo dengan mengadopsi pendekatan yang secara fundamental berbeda. Alih-alih mengikuti teknik simbolik berbasis aturan yang dominan saat itu, ia beralih ke metode statistik, khususnya melalui penggunaan HMM (*Hidden Markov Models*). Pendekatan ini terbukti sangat efektif; model probabilistiknya mampu memprediksi urutan kata dengan akurasi lebih tinggi karena belajar dari pola bahasa dunia nyata, bukan sekadar mengandalkan aturan tata bahasa yang telah ditetapkan sebelumnya.

Manfaat dari metode berbasis data ini segera terlihat jelas. Metode ini mampu menangani kompleksitas percakapan sehari-hari—termasuk variasi aksen, kecepatan bicara, dan tata bahasa informal—dengan jauh lebih efektif dibandingkan sistem simbolik. Model-model Jelinek menunjukkan tingkat kemampuan adaptasi yang belum pernah ada sebelumnya, serta mampu menyesuaikan diri secara alami dengan berbagai konteks yang berbeda. Oleh karena itu, kutipan provokatifnya bukanlah bentuk penolakan terhadap keahlian linguistik, melainkan sebuah pengamatan bahwa beralih dari struktur tata bahasa yang kaku menuju pemodelan probabilistik menghasilkan peningkatan signifikan dalam kinerja pengenalan ucapan (*speech recognition*).

Momen penting lainnya terjadi pada tahun 1989, ketika DARPA mendanai proyek Penn Treebank di University of Pennsylvania. Inisiatif ini menghasilkan kumpulan teks ekstensif yang dianotasi dengan informasi sintaksis dan semantik terperinci, yang mendokumentasikan bagaimana kata-kata disusun dan apa maknanya. Proyek Treebank menunjukkan bahwa banyak tantangan NLP dapat dirumuskan ulang sebagai tugas klasifikasi dan prediksi yang dapat diselesaikan melalui pembelajaran mesin (*machine learning*), sehingga secara signifikan memajukan bidang penguraian sintaksis (*syntactic parsing*).

Selama era statistik, kata-kata dalam kalimat diubah menjadi vektor fitur (yang dirancang secara manual) yang menangkap aturan bahasa tertentu, struktur pertanyaan, dan karakteristik linguistik relevan lainnya. Para ahli manusia memainkan peran krusial dalam mengidentifikasi fitur-fitur utama yang perlu dipertimbangkan oleh model serta dalam melakukan anotasi terhadap fitur-fitur tersebut di dalam data pelatihan. Model kemudian menganalisis fitur-fitur ini untuk menentukan mana yang paling berguna dalam memahami

dan memprediksi pola bahasa serta mana yang memiliki dampak kecil. Keberhasilan pada tahap ini sangat bergantung pada kumpulan data besar yang berisi contoh-contoh berlabel, yang menuntut pengawasan intensif dari manusia serta anotasi terperinci pada beragam kasus. Sebagai ilustrasi proses ini, perhatikan bagian Praktik 4.1 yang berfokus pada tugas mengklasifikasikan apakah suatu kalimat membahas tentang kucing atau anjing.

Praktik 4.1: Rekayasa fitur secara manual

Pernahkah Anda bertanya-tanya bagaimana cara kerja klasifikasi teks sebelum munculnya jaringan saraf (*neural net*) yang canggih? Latihan ini akan memandu Anda dalam pembuatan vektor fitur secara manual, serta mengilustrasikan bagaimana sistem NLP statistik melakukan analisis teks. Mulailah dengan menyusun dataset kecil berisi kalimat-kalimat yang diberi label 'kucing' atau 'anjing'. Contohnya bisa berupa kalimat 'Kucing itu sedang tidur di sofa' (berlabel 'kucing') dan 'Anjing suka bermain lempar-tangkap' (berlabel 'anjing'). Catat kalimat-kalimat tersebut beserta labelnya di lembar kerja (spreadsheet) atau di atas kertas. Selanjutnya, identifikasi kata-kata yang memiliki kaitan erat dengan masing-masing kategori. Untuk kategori kucing, kata-katanya bisa mencakup 'kucing', 'anak kucing', 'mengeong', dan 'mendengkur'. Untuk kategori anjing, pertimbangkan kata-kata seperti 'anjing', 'anak anjing', 'menggonggong', dan 'mengibaskan ekor'. Langkah ini menyoroti bagaimana model statistik mengandalkan keahlian manusia untuk memilih fitur-fitur relevan secara manual.

Kemudian, ubahlah setiap kalimat menjadi vektor fitur biner berdasarkan keberadaan kata-kata kunci tersebut. Untuk setiap kata yang diidentifikasi pada langkah sebelumnya, berikan nilai 1 jika kata tersebut muncul dalam kalimat dan nilai 0 jika tidak. Sebagai contoh, kalimat 'Kucing itu sedang tidur di sofa' dapat dikodekan sebagai [1, 0, 0, 0], di mana angka 1 menunjukkan keberadaan kata 'kucing', sedangkan angka 0 mewakili ketidakhadiran kata fitur terkait kucing lainnya. Terakhir, gunakan vektor-vektor fitur ini untuk menetapkan aturan klasifikasi sederhana. Sebuah kalimat dapat diklasifikasikan sebagai 'kucing' jika terdapat kata apa pun yang berkaitan dengan kucing (yaitu, nilai 1 pada posisi tersebut), dan sebagai 'anjing' jika terdapat kata apa pun yang berkaitan dengan anjing. Terapkan aturan-aturan ini pada kalimat-kalimat dalam dataset Anda, lalu bandingkan prediksi Anda dengan label yang sebenarnya. Hitung jumlah klasifikasi yang benar untuk menentukan tingkat akurasi model Anda.

Sayangnya, pemodelan statistik memiliki beberapa keterbatasan yang signifikan. Pertama, metode ini memperlakukan setiap kemunculan kata secara terpisah, sehingga gagal menangkap hubungan antar-kata. Selain itu, sistem tidak mampu mengenali sinonim atau istilah yang memiliki kemiripan makna (semantik), karena representasi vektornya sangat berbeda. Mungkin yang paling krusial, pendekatan ini membutuhkan data berlabel dalam jumlah besar untuk menghasilkan hasil yang bermakna. Tantangan-tantangan ini pada akhirnya mendorong bidang tersebut untuk beralih ke metode yang lebih maju dan canggih.

Era Deep Learning: Pertengahan 2000-an hingga Awal 2020-an

Pertengahan tahun 2000-an menandai revolusi besar kedua dalam NLP dengan munculnya teknik *deep learning*. Terobosan ini memperkenalkan cara baru bagi mesin untuk memproses bahasa, yang memungkinkan kata, kalimat, dan bahkan seluruh paragraf direpresentasikan sebagai vektor fitur berdimensi tinggi. Akibatnya, sistem kembali memiliki kemampuan untuk menangkap makna kontekstual yang lebih bernuansa. Melalui operasi vektor, kata-kata dapat digabungkan atau disambungkan (*concatenated*), sehingga membuka peluang yang belum pernah ada sebelumnya dalam pemrosesan bahasa.

Kemajuan ini memicu serangkaian pencapaian, dimulai dari tugas-tugas linguistik yang lebih sederhana. Mesin pertama-tama menjadi mahir dalam *part-of-speech tagging* (penandaan kelas kata), yaitu mengidentifikasi kata secara otomatis sebagai kata sifat, kata benda, kata kerja, dan elemen tata bahasa lainnya. *Parsing* dan NER (*Named Entity Recognition*) menyusul kemudian. Seiring berkembangnya kemampuan, sistem mulai menangani tantangan yang lebih kompleks, seperti analisis sentimen, dan membuat kemajuan signifikan dalam penerjemahan mesin. Salah satu kemajuan yang patut dicatat adalah *co-reference resolution* (resolusi ko-referensi), yang memecahkan tantangan dalam memahami anafora—yaitu kata atau frasa yang merujuk kembali pada elemen yang telah disebutkan sebelumnya dalam kalimat. Meskipun manusia dapat dengan mudah memahami bahwa kata ganti "*he*" (dia) merujuk pada "John" dalam kalimat "*John said he would come*" (John berkata dia akan datang), mengajarkan mesin untuk membuat hubungan semacam itu memerlukan algoritma yang canggih. Demikian pula, muncul teknik *word sense disambiguation* (disambiguasi makna kata) yang memungkinkan sistem mengidentifikasi makna kata yang tepat berdasarkan konteksnya; misalnya, apakah kata "*mouse*" merujuk pada hewan pengerat atau perangkat periferal komputer. Bidang ini kemudian berkembang ke tugas-tugas pemrosesan bahasa yang jauh lebih rumit.

Sistem belajar melakukan disambiguasi pada kalimat yang memiliki beragam kemungkinan interpretasi, menangani kompleksitas khas bahasa tertentu, menghasilkan parafrasa, terlibat dalam dialog yang bermakna, serta membuat ringkasan teks sederhana. Selama satu dekade terakhir, muncul kemajuan yang jauh lebih ambisius, yang sekali lagi didorong oleh inovasi statistik, kumpulan data yang lebih besar, dan peningkatan daya komputasi. Tonggak sejarah penting di era *deep learning* adalah diperkenalkannya arsitektur Transformer, yang secara mendasar mengubah cara model bahasa memproses data sekuensial. Berbeda dengan model-model sebelumnya seperti *recurrent neural networks* (RNN) dan jaringan *long short-term memory* (LSTM) (lihat Bab 3), Transformer secara efisien menangkap dependensi jarak jauh dan hubungan kontekstual. Lompatan arsitektur ini meletakkan dasar bagi *large language models* (LLM), yang telah mencapai tingkat pemahaman teks yang belum pernah terjadi sebelumnya. Sebagaimana akan dijelaskan secara rinci pada bagian berikutnya, LLM memanfaatkan kekuatan Transformer untuk membangun representasi teks hierarkis, yang memungkinkan model tersebut memahami nuansa kontekstual yang rumit dan bahkan menghasilkan bahasa yang koheren serta menyerupai bahasa manusia. Akibatnya,

fokus dalam bidang NLP modern telah beralih ke analisis teks yang sangat canggih, peringkasan kompleks, dan interpretasi semantik yang mendalam.

Era Gen AI: Awal Tahun 2020-an hingga Saat Ini

Gen AI mewakili evolusi terkini dalam lanskap AI. Meskipun fondasinya sudah ada sebelum tahun 2020, Gen AI mendapatkan momentum yang signifikan setelah OpenAI merilis GPT-3 (Bab 1). Walaupun bab ini berfokus pada pembangkitan bahasa alami (*natural language generation*), perlu dicatat bahwa Gen AI mencakup berbagai modalitas, termasuk teks, video, audio, dan kombinasinya. Dalam pembangkitan gambar, misalnya, model menggunakan teknik seperti *generative adversarial networks* (GAN) (Bab 3), *variational autoencoders* (VAE), dan model difusi. Model difusi—yang dicontohkan oleh DALL-E, Midjourney, dan Stable Diffusion—menghasilkan gambar berkualitas tinggi dengan membalikkan proses penambahan derau (*noise*) pada data. Mekanisme ini dibahas lebih rinci dalam bagian *Under the Hood* 4.4.

Di Balik Layar 4.4: Menciptakan gambar beresolusi tinggi

Bagaimana cara kerja proses pembalikan derau (*noise-reversal*) yang menjadi landasan bagi alat-alat seperti DALL-E dan Stable Diffusion? Bayangkan Anda mengambil foto yang jernih lalu secara bertahap menambahkan derau—seperti menaburkan titik-titik kecil—hingga gambar tersebut menjadi kabur total. Model difusi mempelajari cara membalikkan proses ini selangkah demi selangkah. Selama tahap pelatihan, model mempelajari cara mengambil gambar yang penuh derau dan membersihkannya secara bertahap untuk memulihkan gambar asli yang jernih—ibarat belajar mengelap lapisan debu hingga kaca jendela kembali bening sempurna. Dengan melatih proses ini pada ribuan gambar, model menjadi ahli dalam memprediksi seperti apa seharusnya tampilan gambar pada setiap tahap pembersihan. Saat menciptakan gambar baru, model memulainya dari derau murni dan menyempurnakannya secara sistematis menggunakan langkah-langkah yang telah dipelajari tersebut hingga tercipta gambar yang tajam dan mendetail. Pendekatan rekayasa balik yang cerdas inilah yang memungkinkan model difusi menghasilkan gambar realistis dari nol.

Sebagai alternatif, model pembangkitan audio bertujuan menciptakan suara dan musik yang realistis dengan mengidentifikasi serta menganalisis pola temporal dalam data audio—yaitu bagaimana suara berkembang dan bertransisi seiring waktu. Contoh terkemuka mencakup Jukebox dari OpenAI untuk pembuatan musik dan WaveNet dari Google untuk sintesis suara. Sama halnya dengan model pembangkitan gambar, cara kerja internal model-model ini dibahas secara singkat di bagian *Under the Hood* 4.5.

Di Balik Layar 4.5: Meracik musik yang indah

Bagaimana pola temporal memungkinkan Jukebox dan WaveNet menghasilkan audio yang halus dan terdengar alami? Bayangkan sebuah karya musik di mana setiap nada mengalir mulus ke nada berikutnya, menciptakan rangkaian yang padu dan harmonis. Model

penghasil audio menganalisis data suara dalam jumlah besar untuk mengidentifikasi transisi-transisi ini, seperti bagaimana ketukan drum mempertahankan ritme atau bagaimana akor musik berkembang secara alami. Dengan menggunakan jaringan saraf khusus yang dirancang untuk pemrosesan urutan—seperti Transformer dan RNN—model-model ini mempelajari bagaimana suara berkembang seiring waktu dan memprediksi apa yang akan muncul selanjutnya, baik itu nada berikutnya dalam melodi maupun sisa suara gema yang perlahan memudar. Setelah dilatih, model-model ini menghasilkan audio baru dengan menggabungkan pola-pola yang telah dipelajari tersebut dengan cara yang meniru perkembangan suara alami.

Model generatif multimodal menggabungkan berbagai jenis data untuk menciptakan interaksi yang mulus lintas modalitas yang berbeda. Sistem ini memahami bagaimana beragam bentuk data—seperti teks, gambar, dan audio—saling berkaitan, sehingga mendukung fungsionalitas canggih seperti pembuatan gambar dari teks (*text-to-image*), interpretasi yang peka konteks terhadap input tekstual maupun visual, serta sinkronisasi audio-visual. Contoh terkemuka dari teknologi ini adalah Gemini dari Google DeepMind dan Sora dari OpenAI. Sementara itu, model pembuatan bahasa—seperti *Large Language Models* (LLM)—memiliki spesialisasi dalam mengenali pola pada data teks untuk menghasilkan konten yang koheren dan relevan secara kontekstual. Saat diintegrasikan ke dalam sistem multimodal, model-model ini berfungsi sebagai lapisan pemandu yang mengarahkan pembuatan jenis media lain melalui instruksi (*prompt*) teks yang mendetail.

Selain kemajuan dalam daya komputasi dan pemodelan statistik yang telah disebutkan sebelumnya, perkembangan terkini semakin dipercepat oleh inovasi dalam teknik pembuatan teks adaptif dan integrasi *knowledge graph* (graf pengetahuan). Model NLP generatif masa kini membedakan diri dari metode pembuatan teks terdahulu melalui kemampuannya melakukan penalaran yang canggih dan menghasilkan keluaran yang kaya akan konteks. Di masa lalu, pembuatan teks sebagian besar terbatas pada dua pendekatan utama: sistem berbasis templat dan model *sequence-to-sequence* (S2S). Sistem berbasis templat bekerja dengan cara mengisi struktur yang telah ditentukan sebelumnya menggunakan konten yang tetap, sehingga menghasilkan keluaran yang kaku dan repetitif. Sebaliknya, model S2S terutama berfokus pada konversi teks antarformat, seperti dalam tugas penerjemahan. Model-model ini mengodekan kalimat dalam satu bahasa menjadi urutan numerik (yaitu vektor), lalu mendekodekannya ke dalam bahasa target. Meskipun efektif untuk tugas-tugas tertentu, kedua pendekatan tersebut tidak mendukung kemampuan penalaran tingkat lanjut. AI Generatif mengatasi keterbatasan ini dengan memanfaatkan arsitektur saraf mendalam (*deep neural architectures*), seperti Transformer, serta kumpulan data pelatihan berskala masif, yang memungkinkan tingkat pemahaman teks yang belum pernah dicapai sebelumnya.

Knowledge graph melengkapi model bahasa generatif dengan menyusun informasi sedemikian rupa sehingga mencerminkan proses kognitif manusia. Dipopulerkan oleh Google pada awal tahun 2010-an, *knowledge graph* merepresentasikan data sebagai simpul (*node*) dan sisi (*edge*) yang saling terhubung; simpul melambangkan entitas atau konsep, sedangkan

sisi mendefinisikan hubungan di antara entitas atau konsep tersebut. Sebagai contoh, sebuah graf pengetahuan mengenai Albert Einstein dapat menghubungkan simpul-simpul seperti 'Einstein', 'Teori Relativitas', 'Universitas Princeton', dan 'Jerman' melalui relasi seperti 'menciptakan', 'bekerja di', dan 'lahir di'. Representasi terstruktur ini memfasilitasi penalaran yang lebih lanjut dengan memetakan hubungan konseptual secara eksplisit dalam format yang dapat dipahami baik oleh mesin maupun manusia. Integrasi graf pengetahuan ke dalam model generatif meningkatkan kemampuan pembuatan teks model tersebut dengan memadukan pemahaman bahasa yang mendalam serta representasi informasi yang terstruktur dan dapat ditransfer.

4.4 MEKANISME DI BALIK BAHASA YANG MENYERUPAI MANUSIA

Mulai dari metode simbolik hingga pendekatan statistik, dan kemudian berkembang ke *deep learning* serta AI Generatif (Gen AI), NLP terus berevolusi, di mana setiap tahapannya dibangun di atas kemajuan tahap sebelumnya. Saat ini, kemampuan bahasa NLP yang tangguh sedang mengubah fungsi-fungsi bisnis: memungkinkan sistem dukungan pelanggan cerdas untuk menangani pertanyaan kompleks, mendukung *chatbot* canggih yang mampu melakukan percakapan alami, serta meningkatkan analisis data melalui teknik pemrosesan teks mutakhir. Bagian ini mengupas landasan teknis di balik perkembangan tersebut, dengan fokus pada bagaimana sistem NLP modern memanfaatkan arsitektur Transformer untuk mendukung LLM yang mampu mencapai pemahaman bahasa yang canggih dan menyerupai kemampuan manusia.

Pada dasarnya, LLM adalah jaringan saraf (*neural network*) berskala masif yang dilatih menggunakan data teks dalam jumlah sangat besar—yang umumnya bersumber dari internet. Ciri utamanya adalah ukurannya yang sangat besar, itulah sebabnya model ini disebut sebagai model bahasa "besar" (*large*). Model-model ini memuat miliaran atau bahkan triliunan parameter, yang dapat diibaratkan sebagai titik-titik pengetahuan model tersebut. Untuk memahami skala ini, perhatikan perkembangan berikut: pada tahun 2020, model awal Turing NLG milik Microsoft memiliki 17 miliar parameter, sebuah pencapaian inovatif pada masanya. Kemudian, beberapa bulan berselang, GPT-3 menetapkan standar baru dengan 175 miliar parameter. Sementara itu, GPT-4 diperkirakan memiliki sekitar 1,8 triliun parameter. Menariknya, meskipun alasannya belum sepenuhnya dipahami (lihat, misalnya, wawancara dengan "bapak AI" Geoffrey Hinton dalam acara *60 Minutes*), pembelajaran menunjukkan adanya hubungan yang umumnya positif antara ukuran jaringan saraf—baik dari segi jumlah parameter maupun data—dengan kemampuan analitisnya. Kaitan ini sebagian menjelaskan mengapa perusahaan yang mengembangkan LLM begitu fokus mengumpulkan data dalam jumlah masif—bahkan sampai menggunakan data sintesis seperti yang dibahas dalam Bab 1.

Namun, tren peningkatan skala data dan parameter demi mencapai hasil yang lebih baik belakangan ini mulai dipertanyakan, terutama setelah beberapa model (misalnya, DeepSeek dari Tiongkok) menunjukkan performa luar biasa dengan kumpulan data yang (bisa dibilang) jauh lebih kecil. Sebagai contoh, DeepSeek R1 yang diperkenalkan pada Januari 2025

dilaporkan 'hanya' menggunakan 671 miliar parameter, namun mampu mencapai hasil yang sebanding dengan model ChatGPT-o1 milik OpenAI pada berbagai tolok ukur.

Terlepas dari apakah upaya pengembangan model yang semakin besar akan terus berlanjut atau mulai melambat, arsitektur LLM tetaplah sangat mengagumkan. Dengan memanfaatkan mekanisme *self-attention* dalam kerangka kerja Transformer, model-model ini mampu mengidentifikasi hubungan antar-kata dan frasa secara cermat, bahkan ketika letaknya berjauhan di dalam teks. Bagian "*Under the Hood 4.6*" menyajikan penjelasan lebih mendalam mengenai cara kerja *self-attention* dan alasan mengapa mekanisme ini memegang peranan sangat penting dalam NLP modern.

Di Balik Layar 4.6: *Self-attention* – mekanisme cerdas di balik NLP modern

Sebagaimana dibahas dalam Bab 3, mekanisme *self-attention* memungkinkan model Transformer untuk menangkap hubungan antar-kata dengan menganalisis keseluruhan urutan secara bersamaan; hal ini berbeda dengan RNN yang memproses kata secara berurutan. Di dalam model tersebut, lapisan *self-attention* menghitung skor atensi yang menentukan relevansi setiap kata terhadap kata-kata lainnya dalam kalimat.

Sebagai contoh, mari kita tinjau kembali kalimat "*The cat sat on the mat because it was tired*" yang sebelumnya diperkenalkan dalam bagian "Di Balik Layar 3.7" mengenai Transformer (Bab 3). Antara lain, model Transformer mengevaluasi hubungan antara kata "*it*" dan semua kata lain dalam kalimat tersebut. Dalam kasus ini, model memberikan skor atensi yang lebih tinggi pada hubungan antara "*it*" dan "*cat*" karena, berdasarkan pola yang dipelajari dari data pelatihan yang ekstensif, seekor "kucing" (*cat*) secara statistik lebih mungkin merasa lelah dibandingkan sebuah "keset" (*mat*). Wawasan ini tidak berasal dari pengetahuan dunia nyata, melainkan dari keteraturan statistik dalam data. Dengan menggunakan skor atensi, model mengidentifikasi kata-kata mana yang paling signifikan untuk memahami makna keseluruhan kalimat. Hal ini menghasilkan representasi kontekstual yang lebih kaya dan akurat, sehingga memungkinkan model untuk menangkap nuansa halus secara lebih efektif.

Secara garis besar, arsitektur Transformer terbagi menjadi tiga kategori utama: Transformer lengkap (*full Transformers*), Transformer khusus-decoder (*decoder-only Transformers*), dan Transformer khusus-encoder (*encoder-only Transformers*). Transformer lengkap, atau model encoder-decoder, berperan baik sebagai pembaca maupun penulis bahasa. Encoder memproses dan memahami teks masukan dengan menangkap hubungan antar-kata dan frasa, sementara decoder menghasilkan keluaran yang sesuai berdasarkan konteks yang disediakan oleh encoder serta kata-kata yang telah dihasilkan sebelumnya. Arsitektur ini—yang sebelumnya telah dibahas pada Bab 3—sangat efektif untuk tugas penerjemahan, di mana model perlu memahami teks dalam satu bahasa dan menghasilkan keluaran dalam bahasa lain. Contoh Transformer lengkap adalah T5 (*Text-To-Text Transfer*

Transformer) yang dikembangkan oleh Google; model ini dirancang khusus untuk tugas-tugas seperti penerjemahan, peringkasan, dan penjawaban pertanyaan.

Transformer khusus-decoder memiliki spesialisasi dalam menghasilkan konten dengan memprediksi kata atau token berikutnya berdasarkan konteks urutan sebelumnya. Mirip dengan fitur teks prediktif pada ponsel pintar, model-model ini unggul dalam menghasilkan keluaran yang koheren dan relevan secara kontekstual. Contoh terkemuka dari arsitektur ini mencakup GPT-3 dan GPT-4 dari OpenAI, yang dirancang untuk tugas-tugas seperti penyelesaian teks, penulisan kreatif, dan AI percakapan. DALL-E menampilkan penerapan multimodal dari arsitektur Transformer khusus-decoder dengan menjembatani pembuatan teks dan gambar. Model ini memprediksi token gambar secara berurutan menggunakan *prompt* teks yang diberikan serta konteks dari token yang dihasilkan sebelumnya, sembari memanfaatkan kumpulan data besar yang berisi pasangan teks dan gambar.

Di sisi lain, Transformer khusus-encoder dikhususkan untuk memahami dan memproses teks tanpa menghasilkannya. Model-model ini dirancang untuk mengekstrak makna, menganalisis hubungan antar-kata, dan mengklasifikasikan teks. Transformer jenis ini sangat efektif untuk tugas-tugas seperti klasifikasi kalimat, NER (*Named Entity Recognition*), dan *embedding* teks. Contoh terkenal dari arsitektur ini adalah BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*) yang dikembangkan oleh Google. BERT unggul dalam tugas-tugas yang memerlukan pemahaman konteks secara mendalam—termasuk penjawaban pertanyaan dan analisis sentimen—namun, berbeda dengan model Transformer khusus-decoder maupun Transformer lengkap, model ini tidak menghasilkan teks. Seperti arsitektur Transformer yang menjadi landasannya, LLM juga hadir dalam tiga jenis utama. Model bahasa generik merupakan bentuk dasar dari LLM. Model ini bekerja dengan memprediksi kata berikutnya dalam suatu urutan—mirip dengan fitur *autocomplete*—namun dengan pemahaman yang jauh lebih mendalam mengenai konteks dan pola bahasa.

Hal ini memungkinkan model tersebut menghasilkan teks yang koheren dan bermakna. Sebagai contoh, model awal seperti GPT-2 mampu melanjutkan kalimat atau membuat satu paragraf utuh berdasarkan sebuah instruksi awal (*prompt*). Akan tetapi, model-model ini lebih berfokus pada kelanjutan teks daripada mengikuti instruksi atau mempertahankan percakapan. Model yang disesuaikan untuk instruksi (*instruction-tuned models*) mengembangkan landasan tersebut dengan mempelajari cara memahami dan mengikuti arahan spesifik. LLM jenis ini dapat meringkas artikel, menulis esai tentang topik tertentu, mengklasifikasikan teks, atau menjawab pertanyaan berdasarkan informasi yang diberikan. Model seperti GPT-3 menandai kemajuan signifikan dalam kemampuan mengikuti instruksi; model ini mampu menghasilkan respons yang efisien, menjalankan tugas kompleks, bahkan menulis kode pemrograman saat diberikan instruksi yang jelas. Kemampuan adaptasinya menjadikan model-model ini sangat berguna dalam berbagai aplikasi. Dirancang untuk interaksi berkelanjutan, LLM yang disesuaikan untuk dialog (*dialogue-tuned LLMs*) melampaui sekadar pemahaman instruksi. Model ini dioptimalkan untuk menjaga konteks di sepanjang rangkaian pertukaran pesan. Hal ini memungkinkan model untuk menangani pertanyaan lanjutan, memberikan klarifikasi, serta terlibat dalam percakapan yang alami dan koheren.

Model modern seperti GPT-4 dan Claude merupakan contoh pendekatan ini; keduanya unggul dalam menghasilkan respons yang konsisten dan peka terhadap konteks dalam dialog yang panjang. Akibatnya, model-model ini sangat cocok untuk aplikasi seperti bimbingan belajar, bantuan teknis, dan pemecahan masalah secara interaktif.

Konsep penting saat menggunakan LLM adalah *prompting*—yaitu cara Anda menginstruksikan model untuk melakukan tugas tertentu. Sebuah *prompt* berfungsi sebagai panduan yang memberi tahu sistem mengenai apa yang Anda inginkan. Fungsinya mirip dengan katalog perpustakaan, yang membantu model menemukan bagian yang relevan di dalam data pelatihannya. Sebagai contoh, permintaan "Tulis cerita pendek tentang seekor anjing yang mengejar kucing" memberikan tujuan yang jelas bagi model, sehingga menghasilkan narasi yang kreatif. Secara umum, semakin rinci dan spesifik *prompt* yang diberikan, semakin baik pula kualitas respons yang dihasilkan oleh model. Meskipun sistem-sistem terdahulu memiliki batasan ketat mengenai jumlah teks yang dapat diproses sekaligus, versi-versi terbaru mampu menangani interaksi yang jauh lebih panjang dan terperinci. Singkatnya, setiap jenis LLM—baik yang bersifat umum, yang disesuaikan untuk instruksi, maupun yang disesuaikan untuk dialog—memiliki kemampuan unik yang sesuai untuk berbagai tugas yang berbeda.

Memahami jenis model yang tepat untuk digunakan serta cara memberikan instruksi (*prompt*) secara efektif dapat membantu bisnis memaksimalkan potensi teknologi bahasa yang canggih ini. Sebagian besar LLM—terutama yang berukuran besar dan memiliki fleksibilitas tinggi—tergolong sebagai *foundation model* (model dasar); sebuah istilah yang mencerminkan kemampuan adaptasi serta luasnya cakupan penggunaan model tersebut dalam berbagai jenis tugas. *Foundation model* berfungsi sebagai landasan yang dapat disesuaikan lebih lanjut (*fine-tuned*) untuk aplikasi-aplikasi spesifik. Awalnya, model-model ini dilatih menggunakan kumpulan data berskala masif yang bersifat umum, sehingga memungkinkannya mempelajari beragam pola dan hubungan kontekstual lintas domain, termasuk data bahasa, visual, dan multimodal.

Setelah melalui tahap pelatihan awal yang luas tersebut, model dapat disempurnakan kembali untuk tugas-tugas khusus menggunakan kumpulan data yang lebih kecil dan spesifik pada domain tertentu. Proses ini ibarat mengajarkan pengetahuan umum kepada seseorang terlebih dahulu sebelum membimbing mereka untuk mendalami bidang keahlian tertentu. Sebagai bagian dari kategori *foundation model*, LLM dirancang khusus untuk tugas-tugas yang berkaitan dengan bahasa, sehingga memungkinkannya memproses dan menghasilkan teks yang menyerupai gaya bahasa manusia. Kami akan membahas kembali konsep *foundation model* secara lebih mendalam pada Bab 6, saat kita mengulas rantai nilai industri AI (*Generatif*).

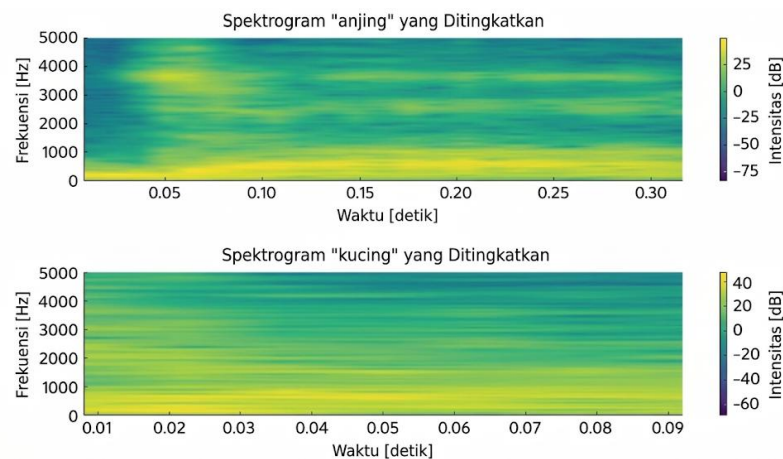
4.5 DI LUAR NLP: DASAR-DASAR KOMUNIKASI LISAN

Berbicara adalah bentuk komunikasi manusia yang paling intuitif. Namun, secara historis, interaksi kita dengan komputer terutama bergantung pada papan ketik (*keyboard*) dan mouse, sehingga sebagian besar mengabaikan suara sebagai metode input. Terobosan terkini

dalam LLM dan arsitektur Transformer telah merevolusi teknologi pengenalan suara, serta meningkatkan kemampuan mesin secara drastis dalam memproses ucapan manusia.

Serba-Serbi Pola: Bagaimana Mesin Menerjemahkan Kata-Kata Kita

Sistem pengenalan suara modern memanfaatkan algoritma *fast Fourier transform* (FFT) untuk mengubah ucapan menjadi spektrogram—representasi visual dari frekuensi suara. Spektrogram ini, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.3 untuk kata 'cat' dan 'dog', memungkinkan AI menganalisis pola frekuensi dalam kata-kata yang diucapkan, sehingga memfasilitasi interpretasi yang lebih akurat.



Gambar 4.3 Spektrogram kata 'cat' dan 'dog'

Pemahaman sistem terhadap ucapan bergantung pada fonem, yaitu unit suara dasar yang membedakan satu kata dengan kata lainnya. Bahasa Inggris, misalnya, memiliki sekitar 44 fonem yang mencakup bunyi vokal maupun konsonan. Sebagai contoh, kata 'cat' terdiri dari tiga fonem: '/k/', '/æ/', dan '/t/'. Demikian pula, kata 'dog' terbentuk dari fonem-fonem berikut: '/d/', '/ɔ:/' (diucapkan sebagai 'aw'), dan '/g/'. Dengan menguraikan ucapan menjadi unit-unit fonetik, sistem pengenalan suara dapat memetakan suara ke kata-kata yang sesuai secara efektif.

Pada dasarnya, pengenalan suara berfungsi sebagai sistem pencocokan pola yang membandingkan pola ucapan—berupa frekuensi dan fonem—yang masuk dengan model serta templat yang telah ditetapkan. Melalui integrasi dengan LLM yang mampu menangani probabilitas urutan kata, sistem ini dapat mengidentifikasi kata-kata yang diucapkan beserta makna yang dimaksudkan secara akurat. Perpaduan antara algoritma canggih, analisis frekuensi, dan pemrosesan fonetik ini telah menjadikan teknologi jauh lebih mudah diakses dan ramah pengguna. Antarmuka yang dikendalikan oleh suara kini semakin umum ditemukan di rumah maupun tempat usaha, sehingga memungkinkan interaksi perangkat yang lebih alami. Hal ini mengubah hubungan kita dengan komputer, menjadikan interaksi manusia-komputer lebih luwes dan efektif. Aktivitas praktik 4.2 mengajak Anda melihat lebih dekat cara kerja teknologi asisten suara, seperti Siri atau Alexa, serta mendorong Anda untuk bereksperimen dengannya secara langsung.

Praktik 4.2: Ajari AI untuk "melihat"!

Pernakah Anda bertanya-tanya bagaimana asisten suara seperti Siri, Alexa, atau bahkan sistem bawaan mobil Anda bisa memahami perintah Anda seolah-olah dengan sihir? Rasanya seperti berbicara dengan teman yang cerdas, padahal ada teknologi canggih yang bekerja di baliknya. Mari kita bahas langkah demi langkah.

Asisten suara selalu siaga, diam-diam mendengarkan "kata pemicu" (*wake word*) khusus seperti "Hey Siri", "Alexa", atau "Hey Sonos". Namun jangan khawatir, ini tidak berarti mereka memata-matai Anda! Mereka menggunakan prosesor kecil berdaya rendah yang hanya mampu mengenali kata spesifik tersebut, tanpa mengirimkan data apa pun ke *cloud*. Begitu kata pemicu terdeteksi, perangkat mulai merekam perintah Anda dan mengirimkannya ke server *cloud* yang tangguh. Server-server ini menggunakan algoritma pengenalan suara canggih untuk mengubah ucapan menjadi teks. Audio dipecah menjadi bunyi fonetik, lalu jaringan saraf mencocokkan bunyi-bunyi tersebut dengan kata dan frasa yang sesuai. Anda bisa mencobanya dengan memberikan perintah sederhana kepada asisten suara favorit Anda, seperti "Bagaimana cuaca hari ini?", dan melihat seberapa cepat ia merespons. Beberapa asisten suara juga menggunakan model akustik untuk mengidentifikasi pengguna berdasarkan profil suara unik mereka, guna mencegah akses yang tidak sah.

Setelah kata-kata Anda diubah menjadi teks, asisten suara menggunakan NLP (*Natural Language Processing*) untuk memahami maksud di balik kata-kata tersebut. Di sinilah sistem memutuskan tindakan apa yang harus diambil—apakah menyalakan lampu, memasang pengingat, atau memutar lagu favorit Anda. Anda bisa melihat proses ini dengan mengajukan pertanyaan lanjutan, seperti "Bagaimana dengan besok?", dan melihat apakah sistem mengingat konteks pembicaraan. Hal ini menunjukkan bagaimana model tersebut tidak hanya memahami kata-kata, tetapi juga mengingat alur percakapan.

Setelah sistem mengetahui apa yang harus dilakukan, ia akan menghasilkan respons. Sistem mengubah teks menjadi ucapan menggunakan teknologi *text-to-speech* (TTS), yang pada dasarnya merupakan kebalikan dari pengenalan suara. Asisten suara generasi awal terdengar kaku seperti robot, namun sistem TTS modern kini sudah sangat canggih hingga terdengar hampir seperti manusia asli, lengkap dengan intonasi alami dan jeda yang tepat. Sebagai tantangan seru, cobalah ajukan pertanyaan yang sama kepada Siri dan Alexa. Suara siapa yang terdengar lebih alami? Salah satu pertimbangan penting dalam proses ini adalah penanganan data. Perintah suara diproses menggunakan infrastruktur cloud (misalnya, Amazon Web Services untuk Alexa dan Neural Engine milik Apple untuk Siri), yang mengharuskan transmisi data suara melalui internet. Hal ini memunculkan pertimbangan terkait privasi, khususnya mengenai peraturan perlindungan data seperti GDPR—sebuah topik yang dibahas lebih mendalam pada Bab 7.

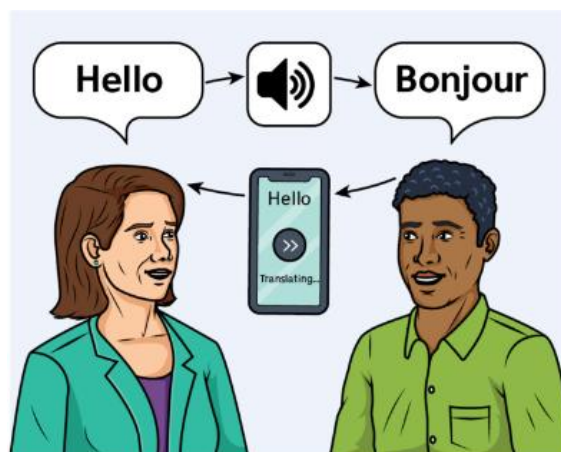
Masa Depan Berbicara: Bagaimana NLP Akan Menjadi Semakin Alami

Mengingat terobosan terkini dalam pengenalan suara dan pemrosesan ucapan, generasi sistem perusahaan dan aplikasi bisnis berikutnya diperkirakan akan menampilkan

antarmuka suara yang canggih dengan pemahaman kontekstual dan linguistik yang jauh lebih baik. Hal ini memungkinkan sistem tersebut untuk lebih efektif mengintegrasikan elemen percakapan seperti nada, emosi, dan gaya bicara—aspek krusial bagi aplikasi seperti asisten virtual, layanan pelanggan otomatis, dan platform berbasis perintah suara, di mana interpretasi akurat terhadap maksud pembicara sangatlah penting.

Sistem interaksi suara akan menjadi semakin personal, dengan AI yang beradaptasi terhadap pola bicara, aksen, dan preferensi komunikasi individu. Teknologi ucapan juga akan berkembang menjadi sistem multimodal, yang mengintegrasikan pengenalan suara dengan isyarat visual dan kontekstual. Sistem ini tidak hanya akan menerjemahkan kata-kata yang diucapkan tetapi juga memeriksa konteks interaksi yang lebih luas, termasuk gestur, ekspresi wajah, dan faktor lingkungan. Di lingkungan perusahaan, autentikasi biometrik akan semakin mengandalkan pola suara untuk mengidentifikasi pengguna, memastikan kontrol akses yang presisi dan melindungi informasi sensitif dengan tingkat akurasi yang belum pernah ada sebelumnya. Pengenalan suara juga akan terintegrasi secara mulus dengan platform *Identity as a Service* (IDaaS), yang memungkinkan pengelolaan identitas tingkat perusahaan yang efisien di berbagai aplikasi sembari tetap menjaga pengalaman pengguna yang nyaman.

Menatap masa depan lebih jauh lagi, penerjemahan ucapan secara *real-time* merupakan kemajuan yang sangat menjanjikan. Teknologi ini akan memfasilitasi percakapan yang lancar antara penutur bahasa yang berbeda dengan menerjemahkan ucapan secara instan, sembari tetap mempertahankan karakteristik suara asli pembicara. Kemampuan semacam itu berpotensi mengubah pertemuan bisnis internasional, interaksi layanan pelanggan, dan kolaborasi lintas budaya dengan cara menghilangkan hambatan bahasa. Di bidang pendidikan, penerjemahan *real-time* dapat memungkinkan tutor AI untuk menyesuaikan gaya bicara dan kecepatan penyampaian materi sesuai kebutuhan setiap siswa, sehingga meningkatkan pengalaman belajar yang personal. Dalam lingkungan profesional, teknologi ini memungkinkan sistem untuk menyesuaikan diri secara dinamis dengan kosakata teknis dan terminologi khusus industri, guna memastikan komunikasi yang akurat dan peka konteks di berbagai bidang.



Perkembangan ini menandai dimulainya potensi era baru dalam interaksi manusia-komputer, yang menjadikannya lebih intuitif dan efisien dibandingkan sebelumnya. Dengan memungkinkan perintah suara yang luwes dan percakapan alami bersama sistem—sembari tetap menjaga standar keamanan dan akurasi yang tinggi—teknologi suara dan wicara diyakini akan merevolusi lingkungan pribadi maupun profesional.

4.6 NLP DAN PEMBELAJARAN MESIN DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN STRATEGIS

Dalam lanskap digital saat ini, organisasi menghasilkan data tekstual dan verbal dalam jumlah besar, baik secara internal maupun melalui interaksi dengan pelanggan. Ledakan informasi linguistik ini menghadirkan tantangan yang signifikan sekaligus peluang yang berharga. Ketika dipadukan dengan teknik pembelajaran mesin (Bab 3), teknologi NLP dapat mengubah data bahasa mentah menjadi wawasan strategis dan intelijen bisnis yang dapat ditindaklanjuti. Organisasi yang menerapkan solusi ini secara efektif dapat memperoleh pemahaman pasar yang lebih mendalam, memperkuat keterlibatan pelanggan, dan mengoptimalkan proses operasional. Seiring dengan percepatan adopsi, diperkirakan hampir semua bisnis akan memanfaatkan pembelajaran mesin dan NLP untuk menekan biaya, meningkatkan profitabilitas, atau menyempurnakan strategi penargetan pasar.

Bagian penutup ini membahas bagaimana integrasi pembelajaran mesin dan NLP mendukung empat prinsip pelengkap strategi yang diperkuat AI (*AI-augmented strategies*) yang diperkenalkan pada Bab 2. Meskipun kedua teknologi ini telah menunjukkan kemajuan pesat, penting untuk menyadari bahwa sistem AI tidaklah sempurna dan dapat menghasilkan kesalahan, terutama di industri dengan risiko tinggi seperti layanan kesehatan atau hukum, di mana akurasi sangatlah krusial. Organisasi harus menilai secara cermat kesesuaian penerapan AI dalam konteks yang menuntut akurasi tinggi. Walaupun bagian ini berfokus pada peluang strategis, pembahasan lebih rinci mengenai isu-isu terkait akurasi dan bias disajikan dalam Bab 7.

Pembelajaran Mesin dan NLP sebagai Analisis Strategis

Selaras dengan prinsip utama pertama dari strategi yang diperkuat AI, integrasi pembelajaran mesin dan NLP berfungsi sebagai alat intelijen yang ampuh, yang meningkatkan kemampuan organisasi dalam menafsirkan sinyal pasar yang kompleks, memantau tren yang sedang berkembang, dan mengidentifikasi peluang strategis. Sebagai contoh, dengan memeriksa percakapan di media sosial, ulasan produk, dan interaksi pelanggan, teknologi ini dapat mengungkap preferensi konsumen yang baru muncul serta memberikan wawasan pasar yang dapat ditindaklanjuti. Hal ini pada gilirannya memungkinkan perusahaan untuk mengembangkan proposisi nilai menarik yang selaras dengan audiens target mereka.

Selain itu, dengan memeriksa pesan dan posisi pesaing melalui konten web, organisasi dapat memanfaatkan model pembelajaran mesin berbasis NLP untuk mengidentifikasi segmen pasar yang belum terlayani dengan baik serta peluang untuk melakukan diferensiasi. Di luar pemeriksaan kompetitif, alat-alat ini juga mempertajam fokus pasar dengan mendeteksi kebutuhan yang belum terpenuhi dan sentimen pelanggan dalam ceruk pasar (*niche*) tertentu. Pemantauan berkelanjutan terhadap publikasi industri, forum daring, dan platform media

sosial semakin membantu perusahaan menyelaraskan penawaran mereka dengan ekspektasi pasar yang terus berkembang. Dalam konteks ekspansi internasional, kemampuan multibahasa NLP—yang diperkuat oleh *machine learning*—dapat membantu organisasi memahami preferensi spesifik wilayah, nuansa budaya, dan lanskap regulasi dengan lebih baik. Secara internal, teknologi ini juga menghasilkan wawasan operasional yang berharga. Sebagai contoh, platform *e-commerce* terkemuka memanfaatkannya untuk prakiraan permintaan dan optimalisasi inventaris, sehingga mampu menekan biaya penyimpanan sembari tetap mempertahankan tingkat layanan yang tinggi. Selain itu, *machine learning* dan NLP dapat memproses data tekstual internal dalam jumlah besar untuk mengidentifikasi inefisiensi, yang pada gilirannya mendukung inisiatif pengurangan biaya secara terarah tanpa mengorbankan standar operasional.

***Machine Learning* dan NLP sebagai Pendukung Strategis**

Prinsip utama kedua dari strategi yang diperkuat AI menempatkan AI sebagai pendukung strategis. Dalam konteks ini, NLP dan *machine learning* meningkatkan kemampuan organisasi untuk menjalankan strategi yang telah dipilih dengan memperkuat kapabilitas inti. Bagian ini menyajikan dua ilustrasi tentang bagaimana teknologi-teknologi tersebut mendukung prinsip ini: satu berfokus pada operasi yang hemat biaya, dan yang lainnya pada interaksi pelanggan yang dipersonalisasi.

Pertama, NLP dan *machine learning* meningkatkan efisiensi operasional dengan mengotomatisasi tugas-tugas administratif rutin yang jika tidak dilakukan secara otomatis akan memakan banyak waktu dan tenaga manusia. Sebagai contoh, asisten virtual berbasis AI dapat mengelola proses berulang seperti entri data, penjadwalan, dan dokumentasi, sehingga mengurangi biaya tenaga kerja dan meminimalkan risiko kesalahan manusia (*human error*). Selain itu, sistem penanganan dokumen berbasis NLP dapat mengekstrak informasi penting dari sumber data tidak terstruktur (misalnya, email, laporan, atau kontrak), yang menyederhanakan prosedur pelaporan dan meringankan beban kerja administratif.

Kedua, teknologi-teknologi ini mendukung diferensiasi strategis dengan memungkinkan interaksi pelanggan yang sangat personal. Dengan memeriksa data dari perilaku penelusuran, riwayat pencarian, aktivitas media sosial, dan pola keterlibatan pengguna, *machine learning* dan NLP memfasilitasi penargetan yang presisi serta adaptasi konten secara *real-time*. Tingkat personalisasi seperti ini meningkatkan keterlibatan pelanggan, memperbaiki tingkat konversi, dan memberikan pengalaman individual yang sulit ditiru oleh pesaing. Terlebih lagi, dengan mendukung pembuatan konten yang disesuaikan secara otomatis dalam skala besar, alat-alat ini membantu menjaga konsistensi pesan yang relevan dengan konteks di seluruh titik interaksi pelanggan, sehingga memperkuat diferensiasi merek baik di pasar umum maupun pasar yang ditargetkan secara khusus.

***Machine Learning* dan NLP sebagai Mitra Kolaboratif**

Mencerminkan prinsip utama ketiga dari strategi yang diperkuat AI, *machine learning* dan NLP dirancang untuk melengkapi keahlian manusia, bukan menggantikannya; teknologi ini memandu pengambilan keputusan yang memadukan wawasan berbasis data dengan

penilaian manusia, empati, dan pertimbangan etis. Keunggulan utamanya terletak pada kemampuan untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya melalui distribusi tugas yang cerdas. Sebagai contoh, AI percakapan (*conversational AI*) dapat menangani pertanyaan rutin pelanggan, sementara masalah yang kompleks atau sensitif diteruskan kepada spesialis manusia; hal ini memaksimalkan kualitas layanan secara keseluruhan dan mendorong pemanfaatan modal manusia yang lebih efektif. Delegasi strategis ini memastikan respons yang cepat terhadap kebutuhan pelanggan, sementara karyawan mendapatkan manfaat dengan dapat berfokus pada aktivitas bernilai tinggi yang membutuhkan keahlian khusus. Dalam bidang produksi dan logistik, sistem pemantauan NLP berbasis *machine learning* dapat mendeteksi atau mengantisipasi inefisiensi serta memberi peringatan kepada operator manusia, sehingga memicu intervensi proaktif untuk mencegah gangguan yang merugikan.

Di bidang pemasaran, perangkat ini memperkuat kreativitas manusia dengan mengotomatisasi tugas penulisan rutin, menjaga konsistensi merek, dan memberikan saran optimalisasi konten, sehingga menghemat waktu dan tenaga untuk pengembangan pesan yang unik dan memikat. Tim layanan pelanggan dapat memanfaatkan wawasan *real-time* yang diperoleh dari riwayat klien, preferensi, dan pemeriksaan sentimen untuk menghadirkan interaksi yang lebih empatik dan personal, yang turut berkontribusi pada pembedaan merek (*brand differentiation*). Demikian pula, para profesional hukum dapat mengadopsi AI untuk memeriksa teks peraturan dan yurisprudensi secara cepat, sehingga tugas-tugas terkait kepatuhan menjadi lebih efisien. Dalam manajemen sumber daya manusia, kombinasi antara kecerdasan mesin dan penilaian manusia dapat mengefisienkan proses akuisisi talenta dengan mengidentifikasi kandidat yang memiliki keahlian sangat spesifik yang selaras dengan tujuan strategis—misalnya, membentuk tim yang disesuaikan untuk ekspansi pasar baru. Hubungan simbiosis antara manusia dan AI di berbagai fungsi bisnis ini memastikan bahwa hasil teknis yang kompleks ditafsirkan melalui sudut pandang profesional, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas, relevansi, dan dampak dari *business intelligence*.

Membangun Kapabilitas Pembelajaran Adaptif

Berlandaskan pada prinsip utama keempat dari strategi yang diperkuat AI, *machine learning* dan NLP membekali organisasi dengan kapabilitas adaptif melalui siklus pembelajaran berkelanjutan yang mendukung ketiga strategi bisnis generik (Bab 2). Sebagai ilustrasi, sistem ini terus-menerus belajar dari data operasional, mengungkap peluang penghematan biaya dan inefisiensi proses yang mungkin luput dari perhatian operator manusia. Dengan demikian, wawasan yang dihasilkan AI dapat mendorong penyempurnaan alur kerja dan struktur organisasi yang dipimpin oleh manusia, yang pada gilirannya menghasilkan data baru untuk semakin meningkatkan kinerja sistem. Siklus perbaikan operasional yang saling memperkuat ini memungkinkan perusahaan mempertahankan keunggulan biaya melalui adaptasi berkelanjutan, alih-alih hanya mengandalkan peningkatan efisiensi sesaat.

Dalam bidang pemasaran, teknologi ini memungkinkan tim untuk memeriksa umpan balik pelanggan secara *real-time*, sehingga memfasilitasi respons cepat terhadap perubahan preferensi konsumen. Proses pembelajaran yang tangkas dan iteratif ini memastikan bahwa strategi diferensiasi tetap relevan dan menarik seiring berjalannya waktu. Kolaborasi dengan

AI mempertajam keterampilan anggota tim dalam hal wawasan pelanggan dan pemecahan masalah secara kreatif, sementara sistem itu sendiri menjadi semakin selaras dengan kondisi pasar. Hubungan timbal balik ini memperkuat kapasitas organisasi untuk mempertahankan diferensiasi kompetitif yang berkelanjutan.

Di pasar khusus (*niche markets*), *machine learning* dan NLP dapat mendeteksi perubahan halus dalam sentimen pelanggan, mengidentifikasi ancaman kompetitif yang baru muncul, serta mengantisipasi perkembangan regulasi yang dapat memengaruhi posisi strategis. Kapabilitas peringatan dini ini memberdayakan pengambil keputusan manusia untuk merespons secara proaktif, menjaga keselarasan strategis dalam lingkungan yang terfokus, dan menyesuaikan diri dengan permintaan segmen khusus yang fluktuatif. Seiring respons dan penilaian manusia dimasukkan kembali ke dalam sistem, AI secara bertahap menyempurnakan modelnya, sehingga menjadi lebih akurat dan efektif dari waktu ke waktu.

Singkatnya, karena teknologi AI berkembang melalui paparan berkelanjutan terhadap data dunia nyata, masukan manusia sangatlah penting untuk menyempurnakan algoritma *machine learning* dan sistem NLP agar selaras dengan kebutuhan bisnis yang terus berubah. Prinsip ini mencerminkan konsep sistem human-in-the-loop, yang menekankan pentingnya memadukan pemahaman kontekstual, keahlian teknis, dan penilaian manusia untuk meningkatkan kualitas wawasan yang dihasilkan AI serta mendukung kegunaannya dalam jangka panjang. Sebagai contoh, manajer memainkan peran penting dalam menafsirkan wawasan ini dan menerjemahkannya menjadi keputusan strategis, sementara insinyur bertanggung jawab memastikan bahwa model pembelajaran mesin (*machine learning*) dan sistem NLP menghasilkan keluaran yang akurat, relevan, dan dapat diandalkan. Pada gilirannya, AI berkontribusi pada peningkatan kesadaran organisasi terhadap dinamika pasar serta peningkatan produktivitas operasional. Tanpa kolaborasi semacam ini, perusahaan berisiko tertinggal akibat integrasi AI yang terbatas atau mengalami stagnasi strategis karena sistem mereka tidak mampu mengimbangi perubahan ekspektasi pelanggan dan pasar yang bergerak cepat. Kami akan membahas kembali topik sistem *human-in-the-loop* (melibatkan manusia dalam alur kerja) pada Bab 7.

Pembelajaran Mesin dan NLP sebagai Katalisator bagi Strategi yang Diperkuat AI

Dengan demikian, pembelajaran mesin dan NLP secara mendasar mengubah operasi bisnis dengan mengotomatisasi tugas-tugas kompleks, memproses informasi dengan kecepatan dan akurasi yang belum pernah terjadi sebelumnya, serta mengungkap hubungan berharga di antara berbagai titik data yang beragam. Jika dilihat dari perspektif strategi yang diperkuat AI, teknologi-teknologi ini berfungsi sebagai katalisator yang ampuh bagi transformasi strategis. Teknologi ini memungkinkan organisasi untuk memeriksa informasi yang kompleks, menjalankan strategi dengan kelincahan lebih tinggi, berkolaborasi secara lebih efektif dengan pakar manusia, serta beradaptasi secara berkelanjutan dalam lingkungan yang dinamis.

NLP, khususnya, merevolusi antarmuka antara manusia dan mesin dengan cara menerjemahkan dan menafsirkan komunikasi manusia. Sementara itu, pembelajaran mesin mengidentifikasi pola dan korelasi dalam data pada skala yang sebelumnya tak terbayangkan.

Secara bersama-sama, teknologi yang saling melengkapi ini menawarkan keuntungan strategis yang signifikan bagi organisasi di dunia yang semakin didorong oleh data. Namun, AI mencakup lebih dari sekadar NLP dan pembelajaran mesin. Robotika menambahkan dimensi penting lainnya, dengan memadukan kemampuan pemahaman bahasa dan pembelajaran bersama tindakan serta interaksi fisik. Saat kita melanjutkan pembahasan mengenai bagaimana AI memperkuat kerangka kerja strategis, bab berikutnya akan beralih ke teknologi robot, memeriksa bagaimana otomatisasi cerdas dan kolaborasi manusia-robot semakin memperkuat kemampuan strategis.

1. Apa itu NLP dan Evolusinya?

- Penghubung Manusia & Mesin: NLP memungkinkan komputer memahami dan merespons bahasa manusia (contoh: *chatbot*, asisten virtual).
- Lompatan Teknologi: Berkembang pesat dari sistem aturan dasar menjadi model berbasis *Deep Learning*, *Transformer*, hingga LLM (Large Language Models) yang bisa menghasilkan teks natural layaknya manusia.
- Era AI Generatif: Kini NLP bersifat *multimodal*, mampu menggabungkan teks, audio, dan visual untuk tugas kompleks seperti penerjemahan *real-time* atau pembuatan gambar dari teks.

2. Dampak NLP pada Strategi Bisnis

- Ekstraksi Nilai: Mengubah data mentah/tidak terstruktur (teks, ulasan, percakapan) menjadi wawasan bisnis yang berharga.
- Keunggulan Kompetitif: Mendukung 3 strategi utama:
 - *Efisiensi Biaya* melalui otomatisasi layanan.
 - *Diferensiasi* melalui pengalaman pelanggan yang dipersonalisasi.
 - *Fokus* melalui penargetan pasar yang sangat presisi.
- Adaptasi Digital: Menciptakan otomatisasi cerdas yang membuat perusahaan lebih tangkas dan kompetitif di pasar.

3. Sinergi Manusia dan AI

- Kolaborasi, Bukan Pengganti: NLP hadir untuk melengkapi keahlian manusia, bukan menggantikannya.
- Penguatan Keputusan: Kombinasi wawasan data (AI) dan kepekaan etis serta empati (Manusia) akan menghasilkan keputusan bisnis yang lebih kreatif, tajam, dan strategis ke masa depan.

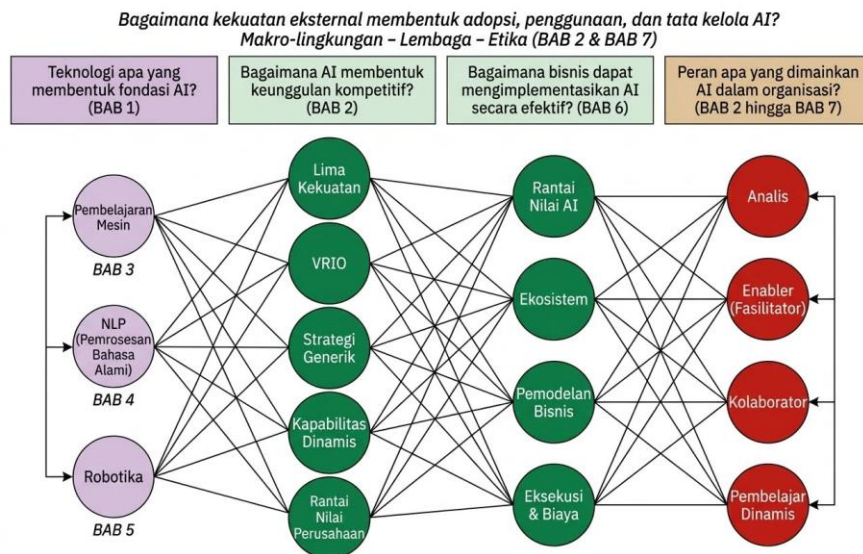
BAB 5

ROBOTIKA UNTUK OTOMATISASI DAN KEUNGGULAN STRATEGIS

5.1 PERAN ROBOTIKA DALAM STRATEGI BERBASIS AI

Dalam bab ini, kita mengeksplorasi robotika sebagai integrasi antara komputasi dan gerakan fisik, yang memungkinkan mesin melakukan tugas-tugas di dunia nyata. Berbeda dengan alat digital seperti pembelajaran mesin (Bab 3) dan pemrosesan bahasa alami (NLP) (Bab 4), robotika (terutama) melibatkan perangkat nyata yang mampu mendeteksi lingkungan, mengambil keputusan, dan melakukan tindakan fisik. Sebagai teknologi inti AI ketiga sekaligus terakhir yang dibahas dalam buku ini, robotika melengkapi pembelajaran mesin dan NLP dalam kerangka strategi AI menyeluruh yang disajikan pada Gambar 5.1. Secara bersama-sama, teknologi-teknologi ini membentuk landasan bagi pemikiran strategis yang diperkuat oleh AI. Kita memulai bab ini dengan mengkaji komponen-komponen inti sistem robotik—termasuk sensor, aktuator, dan pengendali—serta membahas kemajuan terkini, seperti *video model predictive control* (VMPC) dan *meta-learning*, yang secara signifikan meningkatkan kecerdasan dan otonomi robot. Bab ini juga membedakan antara robot fisik dan alat otomatisasi digital seperti *robotic process automation* (RPA) dan *robo-advisor*, guna memperjelas batasan konseptualnya.

Fokus utama diberikan pada teknologi kemudi otonom sebagai studi kasus, yang menunjukkan bagaimana robotika dan AI mutakhir mentransformasi sektor transportasi. Terakhir, kita membahas implikasi strategis robotika, dengan mengilustrasikan bagaimana teknologi ini dapat mendukung strategi kepemimpinan biaya, diferensiasi, dan fokus pasar. Penerapan-penerapan ini memperkuat peran strategis AI yang lebih luas dalam organisasi, dengan mengembangkan prinsip-prinsip utama yang diperkenalkan pada Bab 2 dan divisualisasikan dalam lapisan keluaran (*output layer*) Gambar 5.1. Yang tak kalah penting, bab ini berargumen bahwa penerapan AI secara strategis tidak hanya memanfaatkan teknologi inti AI tetapi juga membentuk evolusinya; hal ini memungkinkan Gambar 5.1 untuk ditafsirkan secara dua arah sebagai kerangka kerja yang saling memperkuat antara strategi dan kapabilitas AI.



Gambar 5.1 Kerangka kerja menyeluruh buku ini

Vignette Pembuka

Revolusi robotik Ocado: Mendefinisikan ulang rantai pasok bahan makanan

Di pasar bahan makanan daring yang sangat kompetitif, Ocado menghadapi tantangan ganda: mempertahankan profitabilitas sembari memenuhi permintaan konsumen yang terus meningkat akan pengiriman lebih cepat dan produk yang lebih segar. Karena beroperasi secara eksklusif secara daring, Ocado membutuhkan solusi logistik yang efisien dan dapat ditingkatkan skalanya (*scalable*) untuk bersaing dengan raksasa industri seperti Amazon Fresh, Walmart, dan Alibaba. Untuk menjawab tantangan ini, Ocado melakukan investasi besar-besaran dalam bidang robotika dan pergudangan otomatis, yang secara mendasar mengubah rantai pasok serta operasi pemenuhan pesannya. Pada tahun 2018, perusahaan meluncurkan *Customer Fulfilment Centre* (CFC) di Andover, Inggris, yang menampilkan sistem kisi-kisi robotik inovatif menyerupai sarang lebah (*hive*); lihat Gambar 5.2. Kisi-kisi tiga dimensi yang canggih ini menampung lebih dari seribu robot otonom yang bergerak melintasi struktur modular dan fleksibel tersebut untuk mengambil serta mengangkut produk kepada rekan kerja manusia, yang kemudian menyusun pesanan pelanggan.



Gambar 5.2 Sistem kisi 'sarang lebah' (*hive*) Ocado

Setiap robot memiliki bagian tengah berongga dan serangkaian cengkeram yang dirancang untuk memegang peti dengan kuat serta menariknya ke dalam kompartemen penyimpanan robot tersebut. Meskipun penataan barang di dalam kisi-kisi tampak acak, algoritma cerdas secara strategis menempatkan produk yang sering diakses di bagian atas dan barang yang kurang populer di bagian bawah guna mengoptimalkan waktu pengambilan. Seluruh sistem dikoordinasikan oleh perangkat lunak khusus 'pengendali lalu lintas udara' milik Ocado—*Ocado Smart Platform* (OSP)—yang memantau dan mengoptimalkan pergerakan robot secara waktu nyata (*real-time*), mencegah tabrakan, dan meningkatkan efisiensi secara keseluruhan.

Otomatisasi ini secara signifikan mempercepat proses pemesanan Ocado dan meningkatkan akurasi. Berkat peningkatan ini, fasilitas Andover mampu memenuhi lebih dari 65.000 pesanan per minggu, dengan setiap robot mengambil satu barang belanjaan setiap beberapa detik—kecepatan yang jauh melampaui pengambilan secara manual. Tata letak penyimpanan yang padat memaksimalkan pemanfaatan ruang, sementara sistem kisi modular memungkinkan Ocado untuk mengembangkan skala operasi secara fleksibel guna memenuhi permintaan yang fluktuatif. Dampaknya terhadap bisnis Ocado sangatlah besar. Peningkatan efisiensi memungkinkan perusahaan menawarkan harga yang kompetitif dan waktu pengiriman yang lebih cepat, sekaligus mengurangi kesalahan dan biaya operasional, sehingga memperkuat posisinya sebagai pemimpin dalam ritel bahan makanan daring. Kemajuan teknologi ini terbukti sangat efektif sehingga Ocado telah berkembang dari sekadar pengecer bahan makanan daring menjadi penyedia teknologi global, dengan melisensikan sistem robotiknya kepada mitra internasional termasuk Kroger di Amerika Serikat, Sobeys di Kanada, dan Coles di Australia. Dengan menerapkan robotika dan otomatisasi secara strategis, Ocado tidak hanya mengoptimalkan logistiknya tetapi juga mendefinisikan ulang model rantai pasok bahan makanan. Bab ini mengupas bagaimana robotika mengubah wajah industri, mendorong model bisnis yang inovatif, serta menghadirkan efisiensi biaya sekaligus diferensiasi strategis dalam lanskap persaingan saat ini.

5.2 KONSEP DASAR ROBOTIKA

Sebagai suatu disiplin ilmu, robotika mencakup perancangan, pembuatan, pengoperasian, dan penggunaan robot. Alih-alih menggantikan manusia melalui otomatisasi, bidang ini bertujuan untuk menciptakan kemitraan yang efektif antara manusia dan mesin. Kolaborasi ini memungkinkan kedua belah pihak untuk memanfaatkan keunggulan masing-masing, selaras dengan prinsip utama ketiga dan keempat dari strategi yang diperkuat AI sebagaimana dibahas dalam Bab 2.

Pada dasarnya, robot adalah perangkat mekanis yang dapat diprogram dan berinteraksi dengan dunia fisik. Definisi ini sengaja berfokus pada robot fisik, yang membedakannya dari perangkat yang sepenuhnya digital seperti RPA dan *robo-advisor*—topik yang akan dibahas lebih lanjut dalam bab ini. Robot fisik umumnya menjalankan proses tiga tahap: mendeteksi lingkungan sekitar melalui berbagai input, menghitung keputusan berdasarkan informasi tersebut, dan melakukan tindakan fisik. Tingkat kecanggihan komponen-komponen ini sangat bervariasi antar-sistem robotika, mulai dari termostat rumah tangga sederhana hingga mesin

biomimetik canggih seperti BigDog, Atlas, dan Spot buatan Boston Dynamics (Atlas dan Spot ditampilkan dalam Gambar 5.3, dan Spot juga dibahas dalam Fakta Singkat 5.1).



Gambar 5.3 Robotika canggih: Atlas (kiri) dan Spot (kanan) dari Boston Dynamics

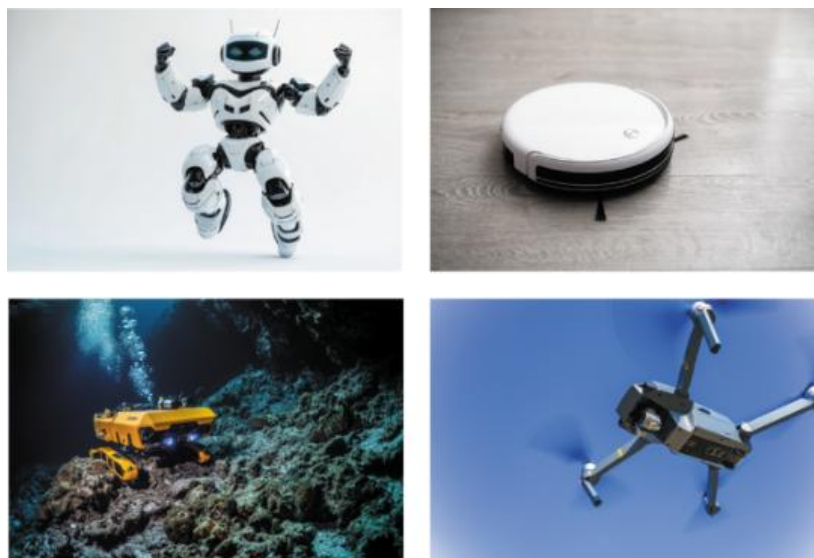
Fakta Singkat 5.1 Zeus di SpaceX: Memastikan keselamatan dan efisiensi

Pada tahun 2020, SpaceX memperkenalkan 'Zeus'—sebuah robot Spot buatan Boston Dynamics—di lokasi uji coba Starship miliknya di Boca Chica, guna meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional selama pengujian roket. Berbekal sensor dan kamera canggih, Zeus mampu menavigasi medan yang sulit serta menjangkau area yang mungkin berbahaya bagi personel manusia. Kemampuan ini sangat berharga dalam inspeksi pasca-pengujian, khususnya setelah uji tekanan yang berisiko menyebabkan kebocoran atau kerusakan struktural. Dengan mengarahkan Zeus, SpaceX dapat segera menilai dan menangani potensi masalah tanpa memaparkan pekerja manusia pada bahaya. Robot juga beroperasi dengan tingkat otonomi yang bervariasi. Sebagian memerlukan kendali manusia secara terus-menerus, sebagian lagi berfungsi sepenuhnya secara mandiri, sementara banyak pula yang menggabungkan kedua pendekatan tersebut. Sistem tertentu, seperti teknologi penjaga lajur pada kendaraan, bahkan dapat mengambil alih kendali dari input manusia jika diperlukan. Hal ini mencerminkan prinsip utama dalam robotika: kemampuan mesin maupun manusia untuk melakukan intervensi ketika salah satunya memiliki informasi yang lebih unggul demi mencapai hasil yang lebih baik.

5.3 KEMAJUAN ROBOTIKA: DARI OTOMATISASI MENUJU AUGMENTASI

Robot semakin dipandang sebagai katalis bagi penemuan ilmiah, pertumbuhan ekonomi, dan peningkatan kualitas hidup. Seiring dengan semakin terintegrasinya robot ke dalam rutinitas sehari-hari dan lingkungan profesional, fokus telah beralih dari sekadar memperluas kemampuan robot menjadi membangun kolaborasi yang bermakna antara manusia dan robot. Evolusi ini menandai transisi yang lebih luas dari otomatisasi menuju augmentasi, di mana robot berperan sebagai mitra yang memperkuat potensi manusia. Sebuah robot terdiri atas kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak yang dirancang dengan cermat—yang pada dasarnya merupakan tubuh dan otaknya. Struktur fisiknya

biasanya dirancang untuk tugas-tugas spesifik—desain serbaguna belum menjadi kenyataan—sementara sistem kendalinya mengatur tindakan robot tersebut. Aktuator memegang peranan krusial dalam sistem ini dengan mengubah energi listrik, hidrolik, atau pneumatik menjadi gerakan mekanis, yang memungkinkan robot berinteraksi secara fisik dengan lingkungannya. Istilah aktuasi mengacu pada gerakan yang diperlukan agar robot dapat melakukan tugas-tugas fisik tersebut. Robot hadir dalam berbagai bentuk—berkaki, beroda, serta tipe udara dan laut (lihat Gambar 5.4)—yang masing-masing sesuai untuk aplikasi tertentu. Di antara jenis-jenis tersebut, robot berkaki secara historis menghadirkan tantangan signifikan karena kompleksitas dalam menjaga keseimbangan, menavigasi medan yang sulit, dan menghasilkan gerakan yang luwes.



Gambar 5.4 Robot hadir dalam beragam bentuk – berkaki, beroda, udara, dan bahari

Kemajuan terkini dalam teknologi sensor telah membantu mengatasi banyak hambatan tersebut dengan merevolusi persepsi robot—menghadirkan resolusi lebih tinggi, kecepatan pemrosesan lebih cepat, dan peningkatan sensitivitas. Inovasi-inovasi ini memungkinkan robot modern, termasuk sistem berkaki, untuk menafsirkan dan bernavigasi di lingkungan yang kompleks dengan presisi luar biasa.

Melengkapi kemajuan tersebut adalah terobosan dalam robotika 'lunak' (*soft robotics*)—bidang khusus yang berfokus pada pengembangan aktuator jaringan lunak yang terbuat dari material adaptif seperti silikon dan polimer. Material ini memungkinkan robot memanipulasi objek yang rapuh dan melintasi medan yang tidak rata dengan lebih presisi karena dapat menyesuaikan bentuknya, sehingga memberikan cengkeraman yang aman bahkan ketika posisi pastinya tidak diketahui. Kemampuan adaptasi ini mengurangi kebutuhan akan perhitungan rumit dan data sensor yang ekstensif.

Robot lunak menawarkan beberapa keunggulan lain dibandingkan robot konvensional yang kaku. Robot jenis ini umumnya lebih aman, lebih tahan lama, dan lebih lincah, serta memiliki sistem kendali yang lebih sederhana karena berkurangnya kebutuhan untuk menghindari tabrakan. Berbeda dengan robot kaku yang harus mengikuti jalur yang benar-

benar bebas tabrakan, robot lunak dapat meredam benturan dan bahkan memanfaatkannya untuk menyempurnakan strategi pergerakan mereka. Terobosan besar lainnya dalam desain robot berasal dari kemajuan perangkat keras komputasi, yang secara signifikan meningkatkan kemampuan robot untuk menjalankan siklus penginderaan-komputasi-tindakan dengan kecepatan luar biasa. Hal ini menghasilkan mekanisme umpan balik yang hampir seketika—sesuatu yang sangat penting untuk proses pembelajaran—sehingga memungkinkan robot untuk terus-menerus mendeteksi perubahan lingkungan, menghitung penyesuaian yang diperlukan, dan merespons dalam waktu yang hampir nyata (*near real-time*).

Beralih dari tubuh robot ke "otaknya", sistem kendali atau *controller* memproses input sensorik, menafsirkan data, mengambil keputusan, dan mengarahkan aktuator sesuai dengan keputusan tersebut. Fungsionalitas ini telah ditingkatkan secara signifikan melalui integrasi algoritma *deep learning* dan NLP (Bab 3 dan Bab 4), yang membuka jalan bagi kemampuan pengenalan pola tingkat lanjut, pembelajaran berbasis pengalaman, serta kemampuan untuk memahami dan merespons perintah lisan. *Robot Operating System* (ROS) telah memajukan bidang ini lebih jauh dengan menyediakan kerangka kerja sumber terbuka (*open-source*) yang terdiri dari kode, perangkat, dan pustaka (*library*) yang dapat digunakan bersama. Ekosistem kolaboratif ini memungkinkan pengembang untuk mengembangkan inovasi yang sudah ada, sehingga mengurangi biaya dan mempercepat kemajuan. ROS juga memfasilitasi integrasi model *deep learning* dan mendukung sistem kendali canggih seperti *video model predictive control* (VMPC) serta metode pembelajaran adaptif seperti *meta-learning*. Teknologi-teknologi ini meningkatkan tingkat otonomi, akurasi, dan kemampuan adaptasi yang dicapai oleh robot modern. VMPC meningkatkan kelincahan kognitif dengan memproses informasi visual selama operasi robot atau saat mengamati demonstrasi yang dilakukan manusia. Sistem ini mengidentifikasi pola, mengantisipasi hasil, dan menentukan tindakan optimal dengan menghitung probabilitas dari berbagai skenario. Keunggulan VMPC terletak pada kemampuan adaptasinya secara *real-time*: sistem ini terus memperbarui prediksi dan strategi sebagai respons terhadap perubahan kondisi.

Meta-learning, atau "belajar untuk belajar", memungkinkan robot beradaptasi dengan tugas-tugas baru dengan memanfaatkan pengalaman sebelumnya. Sebagai contoh, robot yang telah dilatih menggunakan *meta-learning* dan mampu memanipulasi berbagai objek dapat mentransfer pengetahuan tersebut untuk menangani benda-benda yang belum pernah ditemui sebelumnya secara lebih efektif. Dibandingkan dengan metode pelatihan tradisional, robot yang dilatih dengan *meta-learning* beradaptasi lebih cepat dengan menggunakan kembali strategi yang telah diperoleh sebelumnya. Sinergi antara *meta-learning* dan VMPC telah meningkatkan kinerja "otak" robot secara signifikan. *Meta-learning* menyempurnakan model prediktif yang digunakan oleh VMPC, sehingga meningkatkan akurasi sekaligus efisiensi. Perpaduan antara perangkat keras canggih dan kecerdasan kognitif telah melahirkan generasi mesin baru yang dikenal sebagai robot kolaboratif atau "*cobot*". Berbeda dengan robot industri tradisional yang biasanya beroperasi di lingkungan terisolasi atau di balik pagar pengaman, *cobot* dirancang khusus untuk bekerja secara aman berdampingan dengan manusia di ruang kerja bersama, sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Cobot vs. robot industri tradisional

Cobot memiliki karakteristik berupa kemudahan akses dan kecerdasan. Perangkat ini dilengkapi antarmuka intuitif yang tidak menuntut keahlian pemrograman tingkat tinggi, sehingga meniadakan kebutuhan akan penulisan kode yang rumit ataupun langkah-langkah pengamanan yang berbelit-belit. Selain itu, berbeda dengan robot konvensional yang hanya mampu menjalankan tindakan yang telah diprogram sebelumnya, cobot dapat belajar dengan cara mengamati dan berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya.

Bentuk simbiosis antara manusia dan AI ini menempatkan robot bukan sebagai pengganti tenaga kerja manusia, melainkan sebagai akselerator kemampuan manusia, sejalan dengan Prinsip Utama ke-3 yang diperkenalkan pada Bab 2. Kolaborasi ini didukung oleh sejumlah teknologi mutakhir. Sistem pembelajaran adaptif memungkinkan cobot meningkatkan kinerjanya seiring waktu melalui pengalaman. *Machine vision* (penglihatan mesin)—sebuah cabang dari *computer vision*—memanfaatkan kamera canggih, sensor, dan perangkat lunak pemrosesan untuk menginterpretasikan lingkungan dengan tingkat presisi yang lebih tinggi. Algoritma perencanaan gerakan yang canggih menjamin pergerakan yang mulus dan aman, sementara kalibrasi ulang rute secara dinamis memungkinkan penyesuaian yang cepat.

Namun, kecanggihan sistem robotik yang terus berkembang juga memunculkan fasilitas produksi di mana keterlibatan manusia sangat minim atau bahkan ditiadakan sama sekali, dan otomatisasi telah mencapai tingkat yang jauh lebih tinggi. Di lingkungan 'pintar' ini, robot beroperasi secara otonom, menangani tugas-tugas seperti perakitan dan pengendalian mutu dengan pengawasan manusia yang minimal. Fasilitas yang kerap disebut sebagai 'pabrik gelap' (*dark factories*) ini mengandalkan AI dan robotika untuk mengawasi keseluruhan proses produksi, sementara manusia lebih berfokus pada tugas-tugas pendukung dan administratif. Evolusi ini menandai langkah maju dalam potensi otomatisasi manufaktur, yang menghadirkan tingkat efisiensi biaya, skalabilitas, dan presisi yang belum pernah tercapai sebelumnya. Secara keseluruhan, teknologi-teknologi ini menciptakan tenaga kerja robotik yang sangat cerdas dan kolaboratif, serta berpotensi merevolusi kerja sama antara manusia dan mesin. Meskipun saat ini cobot lebih unggul dalam menangani tugas-tugas yang bersifat repetitif, kemampuannya terus berkembang pesat; di masa mendatang, cobot diharapkan mampu mengemban peran yang lebih kompleks—sebagaimana dicontohkan oleh UR20 dari Universal Robots yang diulas dalam Fakta Singkat 5.2.

Fakta Singkat 5.2 UR20: Memajukan kolaborasi manusia-robot

UR20 dari Universal Robots menandai lompatan besar dalam bidang robotika kolaboratif, karena dirancang untuk beroperasi secara mulus berdampingan dengan pekerja manusia. Berbekal sensor beresolusi tinggi dan algoritma yang peka terhadap konteks, robot ini mampu mendeteksi objek, menghindari rintangan, serta menyesuaikan gerakannya secara *real-time* terhadap lingkungan yang dinamis. Sistem kendali gerakannya yang canggih menjamin pengoperasian yang halus dan presisi, sehingga turut meningkatkan aspek keselamatan maupun efisiensi. UR20 juga dilengkapi dengan kemampuan belajar, yang memungkinkannya menyempurnakan kinerja seiring waktu dengan memanfaatkan pengalaman sebelumnya. Meskipun saat ini unggul dalam tugas-tugas seperti penyusunan palet (*palletizing*) dan pelayanan mesin (*machine tending*), kemampuan adaptasinya menunjukkan potensi besar untuk aplikasi yang lebih kompleks. Hal ini menjadikan UR20 sebagai pemain kunci dalam lanskap *cobot* generasi mendatang yang terus berkembang.

5.4 HAMBATAN ROBOTIKA: KENDALA DALAM MEWUJUDKAN AUGMENTASI SEJATI

Meskipun terdapat terobosan terkini dalam perangkat keras maupun kecerdasan robotik, bidang ini masih menghadapi tantangan besar yang membatasi potensi penuhnya. Hambatan utama mencakup keterbatasan desain fisik, biaya tinggi, kompleksitas teknis, aksesibilitas yang terbatas, serta kesulitan dalam manipulasi objek—yang semuanya menghambat terwujudnya augmentasi robotik yang sesungguhnya. Sebagaimana disebutkan dalam Bagian 5.3, tubuh robot sebagian besar masih bersifat khusus untuk tugas tertentu, bahkan ketika desain humanoid mulai bermunculan. Spesialisasi yang terus berlanjut ini menimbulkan kekhawatiran mengenai kelayakan pengembangan robot yang benar-benar serbaguna. Meskipun hal ini tidak serta-merta menyiratkan bahwa robot harus dibuat menyerupai manusia (*antropomorfis*), beberapa ahli robotika berpendapat bahwa memberikan fitur mirip manusia pada mesin dapat memiliki tujuan fungsional di luar sekadar estetika. Sebagai contoh, memperkuat hubungan empatik dengan pengguna dapat meningkatkan penerimaan publik, bahkan mengurangi insiden vandalisme atau agresi. Dalam pandangan ini, antropomorfisme bukan sekadar kosmetik, melainkan pilihan desain strategis yang bertujuan meningkatkan harmoni antara manusia dan robot serta melindungi robot itu sendiri.

Namun, mengembangkan robot yang serbaguna tetap sulit karena dua faktor utama: biaya dan kompleksitas teknis. Robot canggih membutuhkan sensor, sistem komputasi, dan aktuator yang mahal serta sangat khusus. Mengintegrasikan komponen-komponen ini ke dalam sistem terpadu yang mampu beroperasi secara efektif di lingkungan yang tidak dapat diprediksi menghadirkan tantangan komputasi yang serius. Akibatnya, upaya membangun robot serbaguna saat ini kemungkinan besar akan menghasilkan mesin berharga mahal yang lambat, rentan terhadap kesalahan, dan tidak dapat diandalkan. Masalah ini diperparah oleh hambatan aksesibilitas dalam pembuatan robot. Merancang robot baru masih merupakan upaya yang sangat kompleks dan memakan banyak waktu, yang biasanya terbatas pada para spesialis di bidang teknik mesin dan ilmu komputer. Eksklusivitas ini memperlambat inovasi

dan meningkatkan biaya produksi. Agar robotika dapat berkembang menjadi bidang yang benar-benar serbaguna, proses pembuatan sistem robotik harus menjadi lebih mudah diakses oleh berbagai kalangan kontributor—termasuk desainer, wirausahawan, dan akademisi. Contoh menarik mengenai upaya memperluas jangkauan robotika ke ranah lain, termasuk bidang yang tak terduga seperti seni, diilustrasikan dalam Fakta Singkat 5.3.

Fakta Singkat 5.3 UAP: Memelopori penggunaan robotika dalam seni publik

Urban Art Projects (UAP), yang berkantor pusat di Brisbane, Australia, merupakan perusahaan terbesar di dunia yang berfokus pada desain, fabrikasi, dan instalasi karya seni publik. Melalui kolaborasi dengan seniman, arsitek, dan desainer dari seluruh dunia, UAP memproduksi patung berskala besar, fasad arsitektural, serta elemen desain khusus bagi berbagai kota dan institusi budaya. Guna menyempurnakan proses manufaktur yang disesuaikan dengan kebutuhan khusus (*custom*), UAP secara aktif mengadopsi teknologi robotika dan otomatisasi. Salah satu inisiatif utamanya adalah proyek *Design Robotics for Mass Customization* (Robotika Desain untuk Kustomisasi Massal), yang dikembangkan melalui kemitraan dengan Queensland University of Technology (QUT) dan Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT). Proyek ini mengintegrasikan sistem penglihatan robotik (*robotic vision systems*) dan antarmuka pengguna cerdas untuk mengefisienkan alur kerja produksi. Berlandaskan keberhasilan tersebut, UAP menjadi mitra pendiri dalam peluncuran *Advanced Robotics for Manufacturing* (ARM) Hub pada tahun 2020, bekerja sama dengan QUT dan Pemerintah Queensland. ARM Hub membantu pelaku manufaktur dalam mengadopsi teknologi Industri 4.0, sekaligus semakin memperkuat posisi kepemimpinan UAP dalam penerapan inovasi robotika di bidang seni, desain, dan fabrikasi tingkat lanjut.

Dari segi fungsionalitas, meskipun kemajuan signifikan telah dicapai dalam tugas-tugas mobilitas—seperti navigasi di lingkungan yang kompleks, deteksi rintangan, dan penggunaan algoritma pemetaan yang canggih—kemampuan manipulasi objek masih tertinggal. Terlepas dari kemajuan terkini dalam bidang robotika lunak (*soft robotics*), banyak robot masih mengandalkan efektor kaku tradisional. Komponen-komponen ini bergantung pada perhitungan presisi untuk menggenggam objek tanpa merusak atau menjatuhkannya; hal ini membatasi efektivitasnya saat menangani barang yang rapuh, bentuknya tidak beraturan, atau mudah rusak, seperti buah-buahan, sayuran, atau barang-barang halus. Tingginya biaya aktuator fleksibel semakin menghambat adopsi robotika lunak, sehingga memperkuat dominasi desain kaku dan membatasi kemajuan dalam manipulasi presisi (*fine manipulation*).

Tantangan lain yang terus ada terletak pada pertukaran (*trade-off*) mendasar antara produktivitas dan fleksibilitas dalam otomatisasi robotik. Armstrong dan Shah menggambarkan dilema ini sebagai 'otomatisasi *zero-sum*' (situasi di mana keuntungan di satu sisi berarti kerugian di sisi lain), di mana peningkatan produktivitas sering kali mengorbankan kemampuan adaptasi operasional. Pertukaran yang sudah sulit ini menjadi semakin rumit pada tahap awal integrasi sistem robotik, ketika masalah teknis, kebutuhan pemeliharaan, dan

masalah kompatibilitas sering kali mengganggu alur kerja produksi—sehingga justru mengurangi efisiensi yang sebelumnya diharapkan. Kendala-kendala ini kerap menuntut dukungan teknis eksternal, yang berujung pada waktu henti (*downtime*) yang memakan biaya besar. Kurva pembelajaran yang curam, sifat 'kotak hitam' (*black box*) dari banyak teknologi otomatisasi, serta kekhawatiran yang muncul mengenai pergeseran lapangan kerja (*job displacement*) turut menambah kompleksitas operasional, frustrasi pengguna, dan inefisiensi organisasi. Aktivitas Praktis 5.1 mengajak Anda untuk merenungkan tema pergeseran lapangan kerja melalui alat interaktif yang memperkirakan kemungkinan otomatisasi robotik di berbagai jenis profesi—sebuah topik yang tetap menjadi inti perdebatan publik dan akan dibahas lebih mendalam pada Bab 7.

Aktivitas Praktis 5.1: Penasaran apakah robot akan mengambil alih pekerjaan Anda?

Situs web *Will Robots Take My Job?* (<https://willrobotstakemyjob.com>) menawarkan cara menarik untuk mengeksplorasi bagaimana otomatisasi dapat memengaruhi berbagai profesi. Dikembangkan oleh para peneliti Oxford menggunakan data pasar tenaga kerja AS dari O'NET, alat ini memungkinkan pengguna memasukkan nama pekerjaan—seperti 'guru'—untuk mendapatkan perkiraan seberapa besar kemungkinan pekerjaan tersebut akan diotomatisasi. Situs ini juga menyajikan wawasan mengenai proyeksi pertumbuhan lapangan kerja, data gaji, dan opini publik tentang masa depan setiap profesi.

5.5 MENERAPKAN OTOMATISASI YANG SALING MENGUNTUNGKAN

Menanggapi dilema klasik antara produktivitas dan fleksibilitas dalam bidang robotika, Armstrong dan Shah mengusulkan alternatif yang menarik: kerangka kerja otomatisasi *positive-sum* (saling menguntungkan). Alih-alih mempertentangkan produktivitas dengan fleksibilitas, pendekatan ini berfokus pada kolaborasi manusia-robot yang dibangun di atas kekuatan yang saling melengkapi, dengan memadukan mesin cerdas dan keahlian kolektif dari manajer, insinyur, serta pekerja garis depan. Kerangka kerja ini tidak bertujuan menggantikan tenaga kerja manusia, melainkan berupaya meningkatkan kemampuan manusia melalui teknologi robotika yang ramah pengguna, yang dirancang untuk meningkatkan produktivitas sekaligus fleksibilitas secara bersamaan. Menurut Armstrong dan Shah, sinergi ini muncul ketika robot disesuaikan dengan kebutuhan alur kerja tertentu, memerlukan keterampilan teknis minimal untuk penyesuaian, dan diterapkan dengan cara yang secara aktif melibatkan partisipasi karyawan dari tingkat bawah (*bottom-up*). Perspektif ini sejalan dengan Prinsip Utama ke-4 dari strategi yang diperkuat AI (Bab 2), yang menekankan pada peningkatan bersama (*mutual enhancement*) alih-alih substitusi.

Salah satu prinsip inti dari otomatisasi *positive-sum* adalah partisipasi karyawan yang bermakna. Ketika pekerja melihat bahwa keahlian mereka turut membentuk integrasi dan penggunaan sistem robotik, mereka cenderung mengembangkan rasa memiliki—yang pada gilirannya mendorong optimalisasi berkelanjutan dan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan operasional. Teknologi AI yang canggih semakin memperkuat kemitraan manusia-mesin ini. Sebagai contoh, robot kini dapat mempelajari tugas-tugas kompleks melalui

pengembangan teknologi masa depan (misalnya, VMPC), sementara operator manusia memantau kinerja, memastikan akurasi, dan memandu penyempurnaan yang berkelanjutan. Selain itu, berbagai perangkat seperti platform otomatisasi *low-code* dan robot kolaboratif (*cobot*) memfasilitasi interaksi ini dengan mengurangi hambatan teknis. Untuk menilai keberhasilan dalam paradigma baru ini, Armstrong dan Shah mengusulkan kerangka kerja metrik multidimensi yang melampaui perbandingan biaya konvensional antara manusia dan mesin. Kerangka kerja ini beroperasi pada tiga tingkatan: metrik tingkat mesin yang mengevaluasi kemampuan adaptasi dan kecepatan belajar; metrik tingkat sistem yang menilai biaya implementasi dan peralihan; serta metrik tingkat tim yang mengukur bagaimana otomatisasi meningkatkan kapabilitas, kinerja, dan kreativitas manusia, serta kemampuan untuk menyelesaikan tugas-tugas yang sebelumnya tidak dapat dilakukan. Pada akhirnya, pendekatan strategis ini melampaui pola pikir *zero-sum* (di mana keuntungan satu pihak berarti kerugian bagi pihak lain). Pendekatan ini menciptakan lingkungan kerja di mana kreativitas manusia dan presisi robot saling melengkapi dan memperkuat satu sama lain. Hasilnya bukan hanya peningkatan produktivitas, melainkan juga ekosistem manufaktur yang lebih adaptif, inklusif, dan inovatif, di mana otomatisasi terintegrasi secara mulus dengan tenaga kerja serta membuka potensi bersama mereka. Kami akan membahas kembali topik ini pada Bab 7, yang mengulas pengembangan tenaga kerja di era AI.

5.6 ROBOT DIGITAL DAN OTOMATISASI PROSES VIRTUAL

Pada awalnya, bab ini mendefinisikan robot sebagai perangkat berwujud fisik yang melakukan tugas-tugas fisik yang melibatkan pergerakan dan manipulasi objek di dunia nyata. Namun, istilah 'robot' juga sering digunakan untuk menggambarkan sistem digital yang mengotomatisasi tugas pemrosesan informasi di lingkungan virtual, seperti *robotic process automation* (RPA) dan *robo-advisor*. Sistem-sistem ini sengaja tidak disertakan dalam definisi awal kami demi menjaga kejelasan konsep dengan membedakan antara otomatisasi tugas fisik dan otomatisasi proses digital, mengingat sistem tersebut tidak memiliki wujud fisik.

Robotic Process Automation (RPA)

RPA mengacu pada otomatisasi tugas digital yang berulang dan berbasis aturan—seperti entri data, pemrosesan transaksi, dan interaksi pelanggan—melalui penggunaan robot perangkat lunak atau 'bot'. Bot-bot ini dirancang untuk meniru interaksi manusia dengan antarmuka perangkat lunak serta mengikuti prosedur terstruktur langkah-demi-langkah. Pada dasarnya, RPA merupakan bentuk lanjutan dari otomatisasi berbasis aturan yang merekam alur kerja manusia di berbagai aplikasi dan sistem, lalu mereplikasi tugas-tugas tersebut secara otonom, layaknya peniru virtual. Dengan mengotomatisasi proses-proses rutin ini, RPA meningkatkan efisiensi organisasi, mengurangi kesalahan, serta membebaskan staf TI dan personel lainnya untuk berfokus pada tugas-tugas yang lebih strategis. Bagian Praktik 5.2 menyajikan demonstrasi praktis mengenai betapa mudah diakses dan efektifnya RPA dalam penerapan di dunia nyata.

Praktik Langsung 5.2: Apakah pekerjaan Anda cocok untuk RPA?

Pernahkah Anda bertanya-tanya apakah tugas rutin di tempat kerja dapat diotomatisasi menggunakan RPA? Tugas-tugas yang melibatkan pemrosesan data berulang, mengikuti aturan yang jelas, terjadi secara berkala, serta memiliki input dan output yang terdefinisi dengan baik merupakan kandidat ideal untuk otomatisasi. Proses dengan volume tinggi sangatlah cocok, karena RPA dapat meningkatkan produktivitas dan akurasi secara signifikan. RPA dapat diterapkan di berbagai fungsi bisnis, termasuk keuangan, sumber daya manusia, layanan pelanggan, pemasaran, dan *e-commerce*. Sebagai contoh, dalam bidang keuangan, pemrosesan faktur merupakan kasus penggunaan yang umum. Dengan menggunakan alat seperti Microsoft Power Automate, Anda dapat mendigitalkan ekstraksi detail faktur dari email masuk dan mengaturnya ke dalam lembar kerja Excel, sehingga menghemat waktu dan mengurangi kesalahan manual. Untuk mencobanya sendiri, buatlah alur kerja (*flow*) di Microsoft Power Automate yang aktif setiap kali ada email baru dengan kata 'invoice' pada baris subjek. Gunakan AI Builder untuk mengambil informasi penting—seperti nomor faktur, tanggal, vendor, dan jumlah—dari email atau lampirannya. Selanjutnya, konfigurasi alur kerja tersebut untuk memasukkan data ini secara langsung ke dalam file Excel yang sudah diformat sebelumnya. Setelah diaktifkan, sistem akan memproses semua email yang relevan dan terus memperbarui lembar kerja Anda tanpa intervensi manual. Bereksperimen dengan contoh ini memberikan wawasan praktis mengenai bagaimana RPA dapat menyederhanakan alur kerja dan meningkatkan produktivitas. Terlepas dari berbagai manfaatnya, status RPA sebagai bentuk AI sering diperdebatkan karena teknologi ini tidak memiliki kemampuan untuk belajar dari pengalaman. Sebagai contoh, jika tata letak atau struktur formulir web berubah, bot RPA tidak dapat beradaptasi tanpa intervensi manusia. Namun, integrasi teknologi AI—seperti *machine learning*, *computer vision*, dan NLP—dapat meningkatkan kemampuan RPA secara signifikan.

Integrasi ini melahirkan *Intelligent Process Automation* (IPA), yang menggabungkan kemampuan AI untuk belajar dan beradaptasi dengan eksekusi RPA yang terstruktur dan berbasis aturan. Misalnya, AI dapat digunakan untuk mengekstrak dan mengatur data tidak terstruktur, yang kemudian dapat diproses secara lebih efektif oleh bot RPA. Dengan menjembatani AI dan RPA, IPA memungkinkan otomatisasi proses digital yang lebih kompleks, serta mengubah bot dari sekadar pelaksana tugas sederhana menjadi asisten virtual yang sesungguhnya. Kendati demikian, otomatisasi penuh atas alur kerja bisnis yang rumit sering kali memerlukan beberapa sistem IPA yang bekerja secara bersamaan, disertai dengan koordinasi dan komunikasi yang efektif di antara sistem-sistem tersebut.

Robo-advisor

Robo-advisor—yang banyak diadopsi di sektor keuangan—merupakan platform digital yang membantu klien memantau dan mengelola investasi mereka, baik secara mandiri maupun dengan pengawasan berkala dari ahli manusia. Alat-alat ini menggunakan algoritma untuk menyediakan layanan perencanaan keuangan otomatis, dengan memanfaatkan

informasi klien yang dikumpulkan melalui kuesioner daring mengenai tujuan keuangan, toleransi risiko, dan cakrawala waktu investasi mereka. Berdasarkan data tersebut, *robo-advisor* menyusun dan mengelola portofolio investasi yang disesuaikan dengan kebutuhan, serta melakukan diversifikasi aset secara strategis guna memaksimalkan imbal hasil sesuai dengan profil risiko klien. Dibandingkan dengan penasihat keuangan tradisional, *robo-advisor* umumnya menawarkan biaya yang lebih rendah, sehingga membuat pengelolaan investasi profesional lebih mudah diakses oleh khalayak yang lebih luas. Penyedia layanan yang terkenal antara lain Betterment dan Wealthfront; nama terakhir ini dibahas lebih lanjut dalam bagian *Under the Hood* 5.1. Berbeda dengan RPA, yang merupakan teknologi lebih luas yang dirancang untuk mengotomatisasi alur kerja di berbagai industri, *robo-advisor* adalah perangkat yang sangat terspesialisasi dan diciptakan khusus untuk perencanaan keuangan serta pengelolaan investasi.

***Under the Hood* 5.1: Wealthfront – penasihat keuangan pribadi Anda**

Wealthfront memanfaatkan teknologi canggih untuk menyediakan perencanaan keuangan otomatis yang disesuaikan dengan kebutuhan individu. Proses ini dimulai dengan kuesioner daring yang mengumpulkan informasi mengenai tujuan keuangan, toleransi risiko, dan jangka waktu investasi klien. Dengan mengintegrasikan teknologi NLP, Wealthfront menyempurnakan antarmuka kliennya melalui chatbot cerdas, yang memungkinkan interaksi lebih personal dan menyerupai percakapan alami. Hal ini juga membantu platform untuk lebih memahami serta merespons kebutuhan klien.

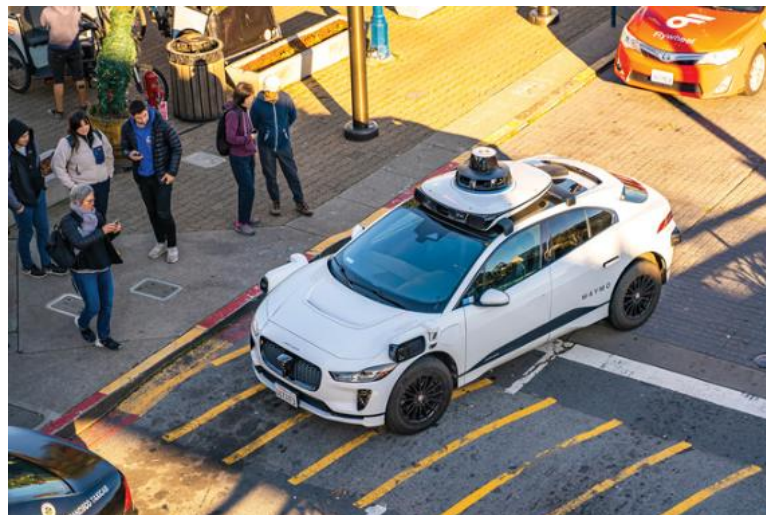
Untuk menyusun portofolio investasi yang disesuaikan, Wealthfront menggunakan pemeriksaan data guna menyeimbangkan risiko dan imbal hasil sesuai preferensi klien. Platform ini menerapkan pembelajaran mesin (*machine learning*) untuk memantau tren pasar, memeriksa sentimen publik, dan melakukan penyesuaian prediktif terhadap strategi investasi. Aset didiversifikasi melalui kombinasi *exchange-traded funds* (ETF) dan saham individu untuk mengoptimalkan kinerja sekaligus menyelaraskannya dengan profil risiko pengguna.

Salah satu fitur unggulan Wealthfront adalah kemampuan *tax-loss harvesting* (pemanfaatan kerugian investasi untuk efisiensi pajak), yang mengurangi beban pajak klien dengan cara menjual aset yang berkinerja buruk secara strategis guna mengimbangi keuntungan modal (*capital gains*). Tingkat optimalisasi pajak ini melampaui pendekatan investasi konvensional, serta menawarkan efisiensi keuangan yang dipersonalisasi. Selain itu, platform ini memiliki fitur penyeimbangan ulang (*rebalancing*) portofolio secara otomatis, yang terus memantau dan menyesuaikan alokasi aset demi mempertahankan tingkat risiko yang diinginkan. Melalui berbagai kemampuan tersebut, Wealthfront berperan sebagai penasihat keuangan yang sepenuhnya digital, menyediakan layanan manajemen investasi canggih berbiaya rendah yang didukung oleh kecerdasan buatan (AI).

5.7 PENERAPAN ROBOTIKA: KASUS KENDARAAN OTONOM

Kendaraan otonom merupakan contoh nyata penerapan robotika yang merevolusi cara kita berinteraksi dengan transportasi melalui kecerdasan buatan (AI) canggih, yang menjanjikan mobilitas lebih aman dan efisien. Di Amerika Serikat, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) menetapkan lima tingkat otonomi mengemudi: fitur bantuan pengemudi dasar seperti kamera mundur (tingkat 1), otomatisasi terbatas seperti ABS (tingkat 2), otomatisasi bersyarat di bawah pengawasan manusia seperti pada sebagian besar system *autopilot* (tingkat 3), otonomi penuh di lingkungan tertentu seperti layanan *robotaxi* di San Francisco (tingkat 4), serta otonomi sepenuhnya dalam segala kondisi (tingkat 5).

Saat ini, terdapat dua model utama pengemudian otonom. Otonomi seri menyerahkan kendali penuh baik kepada manusia maupun sistem kendaraan, namun kekhawatiran akan keselamatan telah membatasi penerapannya di jalan raya umum. Sebaliknya, otonomi paralel mengacu pada pendekatan bersama, di mana manusia tetap memegang kendali utama, sementara sistem otonom memantau lingkungan dan melakukan intervensi saat diperlukan demi menjamin keselamatan. Dalam model ini, sistem mengolah informasi dari sensor kendaraan, kendaraan lain yang terhubung, dan terkadang infrastruktur perkotaan untuk mengambil keputusan yang lebih tepat dibandingkan kemampuan manusia semata—seperti yang terlihat pada fitur bantuan penjaga lajur (*lane-keeping assistance*) dan pengereman darurat otomatis. Arsitektur pengemudian otonom melibatkan dua tahap utama: pemetaan dan lokalisasi di satu sisi, serta perencanaan dan eksekusi gerakan di sisi lain. Pada tahap pemetaan dan lokalisasi, kendaraan mengandalkan sensor seperti *Light Detection and Ranging* (LiDAR)—yang dibahas lebih rinci dalam *Under the Hood 5.2*—serta kamera dan GPS untuk menghasilkan 'peta fitur' berbasis vektor dari lingkungan sekitarnya (Bab 3).



Berbeda dengan peta digital konvensional (seperti Google Maps) yang menyajikan data geografis statis, peta fitur merepresentasikan lingkungan dalam 'ruang fitur'—yaitu kumpulan dinamis penanda lingkungan yang menjadi dasar pengambilan keputusan pengemudian otonom, mirip dengan cara pengemudi manusia menafsirkan kondisi jalan. Sama halnya dengan manusia yang terus-menerus memantau posisi kendaraan lain, lampu lalu lintas,

pejalan kaki, rambu jalan, dan marka lajur, sistem otonom memproses elemen-elemen serupa menggunakan input sensor untuk membangun dan memperbarui ruang fitur mereka.

Di Balik Sistem 5.2: Mata digital di jalan raya – kemampuan pemetaan LiDAR

Teknologi LiDAR menghasilkan peta lingkungan yang mendetail dengan memancarkan pulsa laser dan mengukur waktu yang dibutuhkan cahaya untuk memantul kembali dari objek di sekitarnya, sehingga memberikan pengukuran jarak yang sangat akurat. Sistem LiDAR pada umumnya mencakup tiga komponen utama: pemancar laser yang memancarkan jutaan pulsa cahaya per detik ke berbagai arah, pemindai (*scanner*) yang menangkap dan memproses sinyal pantulan, serta penerima GPS yang melacak lokasi dan orientasi sistem guna memastikan pemetaan dunia nyata yang presisi. Dengan memindai lingkungan sekitar secara terus-menerus, LiDAR menciptakan *point cloud* (kumpulan titik) 3D komprehensif yang merepresentasikan bentuk, jarak, dan posisi objek. 'Penglihatan' tiga dimensi ini memungkinkan kendaraan otonom untuk mengidentifikasi hambatan, mengenali batas jalan, dan bernavigasi di tata letak jalan yang kompleks.

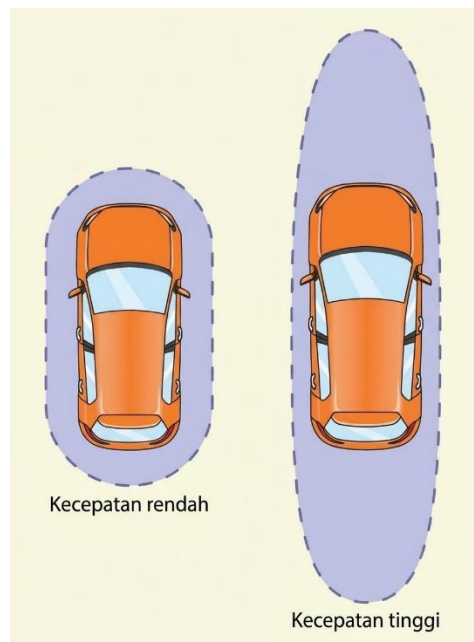
Berbeda dengan sistem berbasis kamera yang mengandalkan cahaya tampak, LiDAR bekerja secara efektif dalam kondisi minim cahaya dan area yang teduh, sehingga mendukung navigasi yang akurat pada malam hari maupun dalam situasi dengan jarak pandang terbatas. Namun, teknologi ini masih menghadapi keterbatasan kinerja dalam cuaca buruk seperti hujan deras, kabut, dan salju, di mana partikel air dapat membiaskan atau menyerap sinar laser, sehingga mengganggu akurasi pengukuran dan keandalan sistem.

Pada tahap perencanaan dan eksekusi gerakan, sistem menggabungkan peta fitur dengan alat navigasi untuk menghitung dan mengikuti lintasan mengemudi yang optimal. Sistem ini mengarahkan motor kendaraan untuk bergerak dari titik awal ke tujuan secara efisien, sembari mematuhi peraturan lalu lintas dan melakukan penyesuaian keselamatan secara waktu nyata (*real-time*) jika diperlukan.

Perencanaan gerakan telah lama menjadi tantangan bagi industri karena memerlukan pengambilan keputusan yang kompleks dan seketika. Pemrograman tradisional berbasis titik-demi-titik terbukti tidak memadai di lingkungan dinamis seperti sistem lalu lintas maupun area pabrik. Saat ini, AI modern memungkinkan pra-komputasi jutaan kemungkinan gerakan, sementara perangkat keras canggih mempercepat pemilihan dan eksekusi jalur yang paling tepat. Selain itu, gerakan-gerakan ini kini dapat disinkronkan dengan tindakan robot dan manusia di sekitarnya. Hasilnya adalah evaluasi berbagai skenario dalam hitungan milidetik untuk menentukan rute yang paling aman dan efisien.

Sistem persepsi memainkan peran vital dalam kedua tahap mengemudi otonom tersebut. Sistem ini mendukung kesadaran spasial, pengenalan objek, pemetaan fitur, lokalisasi, perencanaan gerakan, dan penghindaran rintangan. Sebagai contoh, dengan memeriksa fitur lingkungan—seperti tekstur bangunan—kendaraan dapat menentukan lokasi persisnya di lingkungan perkotaan. Mekanisme keselamatan yang krusial dalam mengemudi otonom adalah *dynamic virtual bumper* (bumper virtual dinamis)—yaitu zona penyangga

imajiner yang adaptif dan mengelilingi kendaraan, sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 5.6. Batas virtual ini dirancang untuk mendeteksi rintangan di sekitar, termasuk pejalan kaki dan kendaraan lain. Agar sistem memiliki cukup waktu untuk bereaksi—seperti berhenti atau menyesuaikan lintasan—bumper virtual ini sengaja dibuat lebih besar daripada ukuran fisik mobil, serta bentuk dan ukurannya disesuaikan secara dinamis berdasarkan kondisi mengemudi. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.6, zona penyangga ini meluas pada kecepatan tinggi untuk mengantisipasi jarak pengereman yang lebih panjang dan waktu reaksi yang lebih lama.



Gambar 5.6 Bumper virtual dinamis dalam mengemudi otonom

Teknologi kemudi otonom menawarkan berbagai manfaat yang melampaui sekadar kenyamanan, seperti peningkatan keselamatan berkat berkurangnya kesalahan manusia (*human error*), efisiensi arus lalu lintas yang lebih baik, optimalisasi konsumsi bahan bakar, serta peningkatan mobilitas bagi individu yang tidak dapat mengemudi. Berkat kemajuan berkelanjutan dalam bidang robotika, kecerdasan buatan (AI), visi komputer, dan teknologi sensor, gagasan mengenai kendaraan yang sepenuhnya otonom beroperasi di jalan raya umum kini semakin mungkin untuk diwujudkan.

Kendati demikian, masih terdapat sejumlah tantangan yang menghambat tercapainya tingkat otonomi level 5. Dari sisi teknologi, sistem otonom masih menghadapi kesulitan dalam situasi kemacetan, kondisi kecepatan tinggi, serta lingkungan berkendara yang bercampur, di mana manusia dapat menggunakan isyarat tangan dan bahasa tubuh yang sulit dipahami oleh mesin. Kondisi cuaca buruk juga menjadi kendala, karena kemampuan persepsi robot belum setara dengan kemampuan manusia dalam situasi dengan jarak pandang terbatas, seperti saat hujan deras atau turun salju. Selain itu, meskipun telah diprogram dengan aturan lalu lintas, sistem otonom terkadang melakukan kesalahan fatal, misalnya salah mengartikan papan reklame atau iklan pada kendaraan sebagai orang sungguhan atau hambatan fisik. Di samping

hambatan teknis tersebut, berbagai masalah kebijakan juga turut menghambat kemajuan. Hal ini mencakup ketidakpastian terkait regulasi, perizinan, tanggung jawab hukum, serta harmonisasi kerangka hukum lintas yurisdiksi. Fakta Singkat 4.4 menyoroti sebuah insiden regulasi yang jenaka namun sarat makna; insiden ini menunjukkan bagaimana skenario penegakan aturan yang rutin sekalipun dapat memunculkan persoalan hukum kompleks yang harus diselesaikan sebelum kendaraan otonom dapat diadopsi secara luas.

Fakta Singkat 5.4: Apakah ada masalah, Pak Polisi?

Pada tahun 2015, petugas kepolisian di Mountain View, California, menghadapi situasi lalu lintas yang tidak biasa saat mereka menghentikan kendaraan otonom Google karena melaju jauh di bawah batas kecepatan. Mobil swakemudi tersebut hanya melaju dengan kecepatan 24 mil per jam di zona dengan batas kecepatan 35 mil per jam, sehingga menyebabkan antrean kendaraan di belakangnya. Insiden ini memunculkan momen jenaka ketika petugas mendapati bahwa tidak ada pengemudi manusia yang bisa dikenai surat tilang. Lebih penting lagi, kejadian ini menyoroti tantangan utama bagi kendaraan yang dikendalikan AI: menyeimbangkan sikap hati-hati dengan kebutuhan untuk menjaga kelancaran arus lalu lintas. Kendaraan otonom harus menemukan titik tengah antara sikap terlalu hati-hati yang mengganggu lalu lintas dan gaya mengemudi agresif yang dapat membahayakan keselamatan. Pada akhirnya, kendaraan ini harus meniru perilaku mengemudi manusia yang wajar sembari tetap mempertahankan manfaat keselamatan yang menjadi keunggulan utamanya.

Terlepas dari berbagai tantangan yang masih ada, prospek hadirnya kendaraan otonom sepenuhnya kini semakin nyata. Begitu teknologi ini terwujud, kendaraan tersebut dapat diintegrasikan secara mulus dengan sistem transportasi umum, mengubah mobilitas menjadi layanan yang dapat diakses oleh siapa saja dan kapan saja. Penumpang akan dapat memesan perjalanan menggunakan kendaraan yang mampu berkoordinasi secara mandiri dan saling berkomunikasi untuk mengoptimalkan rute serta meminimalkan waktu tunggu. Melalui koordinasi berbagi tumpangan (*ride-sharing*) yang efisien, jumlah kendaraan yang lebih sedikit dapat melayani lebih banyak penumpang, sehingga mengurangi kemacetan dan polusi berkat penggunaan algoritma yang lebih cerdas. Teknologi kemudi otonom telah terbukti efektif di lingkungan yang lebih sederhana dan tidak terlalu padat; hal ini mengisyaratkan kemungkinan adopsi yang lebih luas dalam waktu dekat seiring dengan semakin canggihnya sistem tersebut serta kemampuannya dalam menavigasi kawasan perkotaan yang kompleks.

5.8 KEUNGGULAN STRATEGIS ROBOTIKA MELALUI AUGMENTASI AI

Robotika sebagai suatu bidang telah berkembang jauh melampaui sekadar kendaraan otonom. Di banyak lingkungan manufaktur, robot telah menjadi elemen penting dalam perakitan produk, sementara fasilitas pergudangan mengandalkannya untuk manajemen inventaris yang efektif. Seiring organisasi semakin banyak mengadopsi sistem robotika, teknologi ini berevolusi dari sekadar alat otomatisasi sederhana menjadi aset strategis. Selain

meningkatkan efisiensi operasional, robotika memungkinkan perusahaan untuk menata ulang posisi kompetitif mereka—membentuk kembali penciptaan nilai melalui strategi kepemimpinan biaya, diferensiasi, dan spesialisasi terfokus (Bab 2).

Berlandaskan prinsip-prinsip strategis berbasis augmentasi AI yang diperkenalkan pada Bab 2, bagian penutup ini mengkaji bagaimana robotika mewujudkan empat peran strategis AI di dalam organisasi. Meskipun fokus utamanya tetap pada robotika, pembaca yang jeli akan menyadari bahwa robot—yang memadukan kecerdasan komputasi dengan kemampuan fisik—merupakan perwujudan puncak dari tiga teknologi inti AI yang dibahas dalam buku ini. Dengan demikian, wawasan yang disajikan melampaui ranah robotika dan turut memperkaya pembahasan mengenai *machine learning* (Bab 3) dan NLP (Bab 4). Walaupun bagian ini mengulas kembali tema-tema dari bagian akhir Bab 4, penekanan lebih besar diberikan pada strategi generik Porter (Bab 2) serta pengakuan terhadap siklus kebajikan dalam kerangka kerja menyeluruh kita (Gambar 5.1), di mana peran strategis AI memperkuat teknologi yang memungkinkannya beroperasi.

Sebagai analis strategis, robot membantu organisasi mengumpulkan informasi intelijen yang komprehensif dan mengantisipasi perubahan industri. Kemampuan ini mendukung strategi kepemimpinan biaya dengan mengungkap wawasan data yang mendetail, yang memungkinkan perusahaan mengoptimalkan alokasi sumber daya dan meningkatkan produktivitas operasional. Sebagai contoh, dalam manajemen gudang, sistem seperti OSP milik Ocado (seperti yang dibahas dalam Vignette Pembuka bab ini), Alphabot milik Walmart, dan Amazon Robotics memeriksa pola inventaris untuk memperbaiki manajemen stok, mengurangi biaya penyimpanan, memprediksi fluktuasi permintaan, dan mengefisienkan rantai pasok.

Dalam penerapan strategi diferensiasi, robotika membantu mengantisipasi kebutuhan pelanggan yang terus berkembang dan menyesuaikan penawaran layanan secara dinamis. Misalnya, robot di sektor perhotelan dapat menilai interaksi tamu untuk mengidentifikasi preferensi pribadi dan menyebarluaskan informasi tersebut ke berbagai lokasi merek terkait. Demikian pula, untuk strategi fokus, robotika membuka jalan bagi pemahaman yang lebih mendalam mengenai dinamika pasar yang spesifik. Robot drone pertanian yang dilengkapi sensor canggih dapat menangkap data akurat mengenai kondisi tanah dan kesehatan tanaman, sehingga memungkinkan penerapan solusi khusus untuk varietas tanaman bernilai tinggi atau lingkungan tumbuh yang menantang.

Selain sebagai objek pemeriksaan strategis, robotika berperan sebagai faktor pemungkin strategis dengan mendorong keunggulan operasional, meningkatkan nilai bagi pelanggan, dan mendukung pendekatan pasar khusus (*niche market*). Keunggulan biaya dapat dicapai melalui teknologi otomatisasi cerdas. Sebagai contoh, RPA menyederhanakan tugas administratif rutin di bidang keuangan, SDM, dan logistik, sehingga meminimalkan kesalahan manusia sekaligus menekan biaya tenaga kerja. Di sektor manufaktur, sistem robotik menangani alur kerja yang repetitif dan berat secara fisik dengan presisi yang konsisten; hal ini mengurangi risiko cedera kerja dan biaya produksi per unit, sekaligus mendorong terciptanya

skala ekonomi. Terkait strategi diferensiasi, robotika meningkatkan kualitas layanan dan kemampuan personalisasi.

Robot pengantar di industri perhotelan menjamin layanan yang andal dan cepat (misalnya, pengantaran ke kamar selama 24 jam sehari, 7 hari seminggu dalam waktu lima menit), yang pada gilirannya meningkatkan kepuasan pelanggan dan memperkuat loyalitas merek. Di lingkungan layanan kesehatan, prosedur bedah dengan bantuan robot menawarkan tingkat presisi yang belum pernah ada sebelumnya, sehingga memosisikan rumah sakit sebagai pemimpin dalam layanan medis mutakhir. Untuk strategi fokus, robotika membuka peluang bagi kemampuan khusus. Sebagai contoh, robot produksi pangan presisi mampu mempertahankan kualitas ala pengrajin (*artisanal*) sembari meningkatkan volume produksi untuk memenuhi kebutuhan segmen pasar premium. Demikian pula, sistem daur ulang tekstil otomatis mendukung produksi fesyen yang berkelanjutan namun terjangkau, yang menarik minat konsumen yang peduli terhadap lingkungan.

Robotika juga mendorong simbiosis manusia-AI yang efektif melalui kemitraan kolaboratif, di mana robot melengkapi kreativitas manusia dan kemampuan pemecahan masalah yang kompleks. Dalam operasi manufaktur, *cobot* (robot kolaboratif) yang dilengkapi sistem penglihatan dapat menangani tugas produksi yang berulang, sehingga operator manusia dapat berkonsentrasi pada jaminan kualitas, pengawasan, dan inisiatif perbaikan proses. Pembagian kerja ini mengurangi kelelahan kognitif dan biaya tenaga kerja, serta meningkatkan keterlibatan karyawan.

Dalam konteks layanan pelanggan, sistem otomatis dapat menangani pertanyaan rutin secara efisien, sementara perwakilan manusia memberikan respons yang penuh empati dan nuansa untuk permintaan yang lebih sensitif—sehingga meningkatkan kepuasan pelanggan dan memperkuat loyalitas merek. Melalui strategi yang terfokus, robotika dapat menciptakan pengalaman yang disesuaikan untuk segmen pasar tertentu. Sebagai contoh, di sektor keuangan, RPA dapat menangani pemeriksaan kepatuhan administratif, sehingga penasihat keuangan memiliki waktu luang untuk memberikan layanan perencanaan yang personal dan mendalam bagi klien dengan kekayaan tinggi (*high-net-worth clients*).

Siklus pembelajaran siber-manusia semakin memperkuat ketangkasan strategis dan inovasi. Saat karyawan beralih dari sekadar menjalankan tugas rutin menjadi mengawasi proses yang digerakkan oleh mesin, mereka turut menyempurnakan operasi rantai nilai melalui wawasan yang dihasilkan AI—sementara sistem itu sendiri terus berkembang berkat masukan berkelanjutan dari manusia. Pembelajaran dua arah ini memperkuat keunggulan biaya melalui efisiensi operasional, mendukung strategi diferensiasi dengan meningkatkan penyampaian nilai, serta mendorong strategi fokus melalui kecerdasan pasar yang spesialis. Misalnya, dalam manufaktur cerdas, keahlian manusia dapat membantu menerjemahkan operasi robotik menjadi alur kerja yang optimal, sementara robot menyediakan data kinerja komprehensif yang memungkinkan operator mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki.

Di sektor ritel, robot berbasis AI dapat memprediksi kebutuhan pelanggan, sehingga memungkinkan desainer manusia untuk mengantisipasi tren yang sedang berkembang. Tingkat keberhasilan dari hasil karya kreatif mereka dapat dimasukkan kembali ke dalam

sistem, sehingga meningkatkan presisi algoritma seiring berjalannya waktu. Demikian pula dalam konteks pendidikan, sistem robotik adaptif dapat mendeteksi pola pembelajaran dan menandai potensi kendala, yang kemudian menjadi acuan bagi guru untuk menyesuaikan pendekatan pengajaran mereka. Efektivitas penyesuaian tersebut, pada gilirannya, akan melatih sistem untuk lebih mengenali dan menerapkan metode pedagogis yang efektif dan tangguh. Kekuatan utama robotika—dan AI secara lebih luas—terletak pada skalabilitas dan fleksibilitas penggunaannya di berbagai industri dan segmen pasar. Baik diterapkan di pasar konsumen yang luas maupun di ceruk industri yang spesifik, robotika memfasilitasi pencapaian tujuan keunggulan biaya maupun diferensiasi. Meskipun cobot modern menawarkan fleksibilitas yang lebih besar dibandingkan mesin industri konvensional, robot—seperti halnya sebagian besar sistem AI—tetap beroperasi dalam batasan yang sempit; robot mengotomatisasi fungsi-fungsi spesifik alih-alih seluruh spektrum tanggung jawab manusia.

Oleh karena itu, saat mengevaluasi peluang otomatisasi, perusahaan harus mempertimbangkan apakah tugas-tugas tersebut dapat disusun menjadi proses yang konsisten dan dapat diulang. Aktivitas yang memerlukan penilaian kontekstual manusia, terjadi di lingkungan yang tidak dapat diprediksi, atau sangat bervariasi dari waktu ke waktu, tetap sulit untuk diotomatisasi. Hal ini menegaskan pentingnya berinvestasi dalam program pelatihan ulang (*reskilling*) dan peningkatan keterampilan (*upskilling*) guna mempersiapkan pekerja untuk peran yang lebih strategis dan bernilai tambah—termasuk peran dalam pemeliharaan dan pengembangan sistem AI. Kami akan kembali membahas topik pengembangan tenaga kerja ini pada Bab 7.

Singkatnya, alih-alih sekadar menggantikan pekerjaan, otomatisasi robotik berpotensi meningkatkan tanggung jawab karyawan dengan mengambil alih tugas-tugas yang repetitif dan menuntut fisik, sekaligus menciptakan peluang kerja yang benar-benar baru—sejalan dengan konsep otomatisasi *positive-sum*. Visi yang lebih luas mengedepankan kolaborasi, di mana sistem robotik berkontribusi dalam hal presisi, kemampuan pemrosesan data, dan daya komputasi, sementara manusia menghadirkan kreativitas, kecerdasan emosional, dan pemahaman strategis. Hubungan yang saling melengkapi ini meningkatkan produktivitas sekaligus potensi inovasi, serta memberdayakan organisasi untuk memadukan pandangan strategis manusia dengan otomatisasi cerdas demi keunggulan kompetitif yang berkelanjutan.

Kemitraan sinergis semacam itu—di mana AI memperkuat kemampuan strategis—dapat secara aktif menyempurnakan teknologi yang menjadi landasan bagi strategi berbasis AI tersebut. Secara khusus, dengan berperan sebagai analis, fasilitator, kolaborator, dan sistem pembelajaran adaptif, platform AI membekali pengambil keputusan manusia dengan wawasan yang dapat ditindaklanjuti. Hal ini, pada gilirannya, dapat menginspirasi pengembangan metode pengumpulan data yang lebih canggih serta penyempurnaan algoritma yang mampu mengatasi tantangan strategis yang semakin kompleks.

Demikian pula, strategi yang diperkuat oleh AI dapat mengidentifikasi peluang baru untuk menyematkan nuansa emosional yang lebih mendalam ke dalam teknologi NLP (*Natural Language Processing*), sehingga memajukan teknologi dalam interaksi pelanggan dan manajemen hubungan. Dinamika ini—yang terungkap saat menafsirkan kerangka kerja

menyeluruh buku ini (Gambar 5.1) secara terbalik, yakni dari kanan ke kiri dan bukan dari kiri ke kanan—membentuk sebuah lingkaran umpan balik yang kuat: teknologi AI membentuk pemikiran strategis, sementara peran strategis AI, pada gilirannya, mengarahkan pengembangan teknologi. Hasilnya adalah siklus evolusi bersama yang saling menguntungkan, di mana teknologi menjadi landasan bagi pengembangan strategi dan strategi mendorong inovasi teknologi. Bab berikutnya kembali membahas ranah strategis dengan memperkenalkan konsep-konsep lanjutan yang dapat semakin mempercepat dinamika ini.

Intisari Robotika dalam Otomatisasi dan Keunggulan Strategis

- Robotika memadukan komputasi dengan gerakan fisik, yang memungkinkan mesin untuk mempersepsikan, memeriksa, dan berinteraksi dengan dunia nyata.
- Robot beroperasi melalui siklus penginderaan-komputasi-tindakan, menggunakan sensor, aktuator, dan pengendali untuk menafsirkan lingkungan serta melaksanakan tugas-tugas fisik.
- Otonomi robotik mencakup spektrum mulai dari sistem yang dikendalikan manusia hingga sistem yang sepenuhnya otonom, termasuk *cobot* yang dirancang untuk interaksi manusia-robot yang aman dan intervensi fleksibel saat diperlukan.
- Robotika lunak (*soft robotics*) dan aktuator fleksibel mendukung manipulasi presisi terhadap berbagai objek, sehingga memperluas cakupan aplikasi robotika.
- Algoritma AI tingkat lanjut—termasuk *deep learning*, VMPC, dan *meta-learning*—meningkatkan kecerdasan robot, memungkinkan pengambilan keputusan secara *real-time*, pemodelan prediktif yang akurat, serta tingkat adaptabilitas yang tinggi.
- Otomatisasi *positive-sum* mendorong kolaborasi manusia-robot dengan memanfaatkan kekuatan yang saling melengkapi untuk meningkatkan produktivitas, kreativitas, dan fleksibilitas operasional.
- RPA mengotomatisasi tugas digital yang berulang dan berbasis aturan, sementara *robo-advisor* menyediakan layanan perencanaan keuangan berbasis algoritma; keduanya beroperasi dalam lingkungan virtual untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan interaksi pelanggan tanpa eksekusi fisik.
- IPA mengintegrasikan AI dengan otomatisasi berbasis aturan untuk menyederhanakan alur kerja digital, memungkinkan sistem memproses data tidak terstruktur dan beradaptasi dengan tugas-tugas kompleks secara lebih presisi.
- Teknologi kendaraan otonom merupakan contoh penerapan robotika tingkat lanjut yang menggunakan LiDAR, *machine vision*, dan jaringan saraf tiruan untuk kesadaran spasial, pengenalan objek, serta perencanaan gerakan, yang pada akhirnya merevolusi sektor transportasi.
- Robotika kini berkembang dari sekadar alat otomatisasi menjadi penggerak strategis keunggulan kompetitif—mendukung strategi kepemimpinan biaya, diferensiasi, dan fokus, sekaligus memfasilitasi kolaborasi manusia-AI, pembelajaran adaptif, serta siklus positif antara inovasi teknologi dan implementasi strategis.

BAB 6

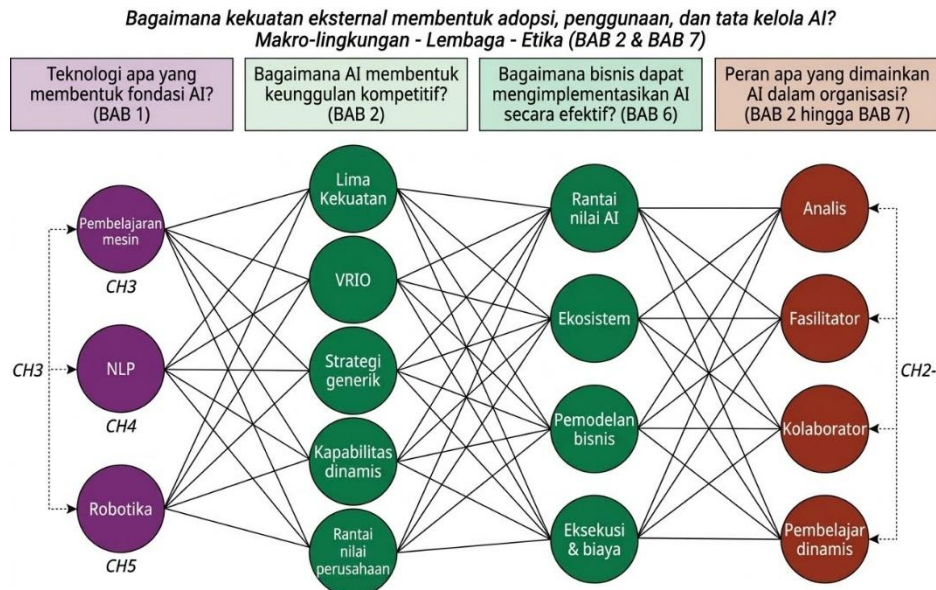
STRATEGI AI PADA TINGKAT INDUSTRI DAN PERUSAHAAN

6.1 AI DALAM TRANSFORMASI INDUSTRI DAN MODEL BISNIS

Bab ini membahas bagaimana AI—khususnya AI Generatif (Gen AI)—menciptakan dan mentransformasi nilai bisnis melalui kerangka kerja strategis yang canggih. Bab ini diawali dengan merangkum berbagai cara AI dapat memberikan keunggulan kompetitif bagi perusahaan, dengan mengacu pada konsep strategis dan wawasan teknis yang telah diperkenalkan pada bab-bab sebelumnya. Selanjutnya, kami menelaah rantai nilai industri (Gen) AI, serta menyoroti bagaimana setiap lapisan berkontribusi terhadap dampak transformatif AI di berbagai sektor industri. Hal ini diikuti dengan pemeriksaan mengenai pengaruh AI terhadap ekosistem bisnis, dengan fokus khusus pada AI sumber terbuka (*open-source*), yang mempercepat inovasi melalui aksesibilitas dan model pengembangan kolaboratif.

Kemudian, kami membahas penataan ulang model bisnis dengan memperkenalkan dua kerangka kerja yang saling melengkapi: *Business Model Canvas* dan model RCOV. Alat-alat ini membantu memvisualisasikan dan menilai inovasi model bisnis, serta memperjelas bagaimana perusahaan dapat memosisikan diri secara strategis dalam ekosistem yang diperkuat oleh AI. Seiring berjalannya pembahasan, fokus beralih dari pemantauan tingkat makro mengenai transformasi industri dan dinamika ekosistem menuju fokus tingkat mikro terkait adopsi AI di tingkat perusahaan. Pada Bagian 6.6, bab ini menyajikan panduan praktis untuk implementasi AI yang efektif, dengan membahas faktor-faktor keberhasilan utama seperti visi strategis, kapabilitas teknis, pengembangan tenaga kerja, dan manajemen risiko. Kami menutup bab ini dengan pemantauan mendalam mengenai aspek finansial dari adopsi AI, termasuk kebutuhan investasi, struktur biaya yang terus berkembang, serta strategi alokasi sumber daya yang mendukung penciptaan nilai jangka panjang.

Dalam konteks kerangka kerja menyeluruh buku ini, bab ini kembali membahas lapisan tersembunyi (*hidden layers*) pada diagram yang terinspirasi oleh jaringan saraf tiruan (Gambar 6.1). Dengan berlandaskan pada teknologi AI yang dibahas dalam Bab 3, Bab 4, dan Bab 5 (lapisan input), serta fondasi strategis yang dibangun dalam Bab 2 (lapisan tersembunyi pertama), kini kami mengeksplorasi bagaimana AI dapat dimanfaatkan secara strategis untuk menciptakan dan mempertahankan keunggulan kompetitif melalui implementasi yang efektif (lapisan tersembunyi kedua). Melalui perspektif ini, kami menunjukkan bagaimana keputusan strategis dapat didasarkan pada wawasan yang tepat, serta bagaimana hubungan yang bermakna dan langgeng antara AI dan strategi bisnis dapat dibangun—dan pada akhirnya diintegrasikan—di dalam organisasi.



Vignette Pembuka

Munculnya strategi AI Generatif: Mengoptimalkan dan menata ulang rantai nilai

Dalam industri farmasi, integrasi AI menantang rantai nilai dan ekosistem tradisional. Contoh nyata dari hal ini adalah meningkatnya kolaborasi antara perusahaan farmasi dan perusahaan AI untuk meningkatkan penemuan serta pengembangan obat. Secara tradisional, proses ini berjalan lambat dan memakan biaya besar—sering kali membutuhkan waktu lebih dari satu dekade dan biaya miliaran euro—akibat kebutuhan akan studi ekstensif, uji klinis, dan persetujuan regulasi yang ketat. Munculnya AI telah menghadirkan metodologi yang lebih efisien. Sebagai contoh, perusahaan seperti Absci Corporation menggunakan platform berbasis AI untuk memeriksa kumpulan data yang sangat besar dan dengan cepat mengidentifikasi kandidat obat yang menjanjikan. Pendekatan ini mempercepat tahap penemuan sekaligus meningkatkan efisiensi rantai nilai secara keseluruhan.

Dampak AI juga merambah ke manajemen rantai pasok, di mana analitik prediktif menyempurnakan prakiraan permintaan, pengendalian inventaris, dan distribusi, yang pada gilirannya mendorong efisiensi lebih tinggi serta penghematan biaya. Transformasi ini terlihat jelas dari semakin banyaknya perusahaan layanan kesehatan yang mengadopsi AI untuk mengatasi tantangan rantai pasok secara lebih efektif. Integrasi AI juga telah memacu pengembangan model bisnis dan ekosistem baru. Kolaborasi antara perusahaan farmasi dan perusahaan rintisan (*startup*) AI kini semakin umum terjadi, menciptakan lanskap industri yang dinamis dan saling terhubung. Kemitraan ini mendorong pertukaran data dan sumber daya, memicu inovasi, serta menciptakan sumber keunggulan kompetitif yang baru. Singkatnya, AI mengubah wajah industri farmasi dengan mempercepat penemuan obat, mengoptimalkan rantai pasok, dan memfasilitasi kemitraan strategis. Kemajuan ini meningkatkan efisiensi, menekan biaya, serta memperkuat kemampuan industri dalam menghadapi tantangan layanan kesehatan yang terus berkembang. Bab ini mengupas bagaimana AI, khususnya AI

Generatif (Gen AI), menata ulang rantai nilai di berbagai industri, mendorong inovasi model bisnis, dan membuka sumber keunggulan kompetitif yang inovatif.

6.2 MEMBANGUN KEUNGGULAN KOMPETITIF MELALUI AI

Dalam lanskap bisnis yang sangat kompetitif saat ini, inovasi berkelanjutan sangat penting untuk mempertahankan keunggulan kompetitif. Namun, sebagaimana diperjelas oleh kerangka kerja VRIO dari Barney, sekadar mengadopsi teknologi canggih seperti AI tidaklah cukup untuk menghasilkan keunggulan yang langgeng. Nilai yang berkelanjutan hanya muncul ketika teknologi terintegrasi secara mendalam di dalam organisasi—terjalin dengan keahlian manusia, data eksklusif, dan kapabilitas khas lainnya dengan cara yang sulit ditiru oleh pesaing. Perspektif kapabilitas dinamis dari Teece (semakin memperdalam wawasan ini: dalam lingkungan yang terus berubah, keunggulan kompetitif bergantung pada kemampuan perusahaan untuk mendeteksi peluang, memanfaatkannya, dan mengonfigurasi ulang sumber daya yang dimilikinya. Akibatnya, nilai strategis jangka panjang dari AI tidak terletak pada satu penerapan tunggal, melainkan pada integrasinya yang efektif dan berjangka panjang ke dalam rutinitas serta kapabilitas organisasi.

Aspek krusial—namun sering kali terabaikan—dari integrasi ini adalah bagaimana organisasi mengelola data eksklusif (Bab 3). Kemampuan AI untuk memproses data yang kompleks dan berkecepatan tinggi serta menghasilkan wawasan secara *real-time* memiliki potensi untuk mengubah cara perusahaan memandang dan menghadapi tantangan strategis. Namun, jika kapabilitas ini tidak terintegrasi ke dalam proses pengambilan keputusan inti, bahkan analitik *real-time* pun berisiko menjadi usang, tidak selaras, atau tidak memiliki dampak strategis. Bagian ini mengembangkan landasan teoretis yang diperkenalkan pada Bab 2 dan menghubungkannya dengan wawasan teknologi dari Bab 3, Bab 4, dan Bab 5. Jika dilihat melalui lensa kapabilitas dinamis, penekanan kita beralih dari apa itu AI menjadi apa yang dimampukan oleh AI: kemampuan perusahaan untuk beradaptasi, berkembang, serta mengonfigurasi ulang sumber daya dan kapabilitasnya dalam merespons perubahan kondisi dan tantangan yang muncul. Dalam konteks ini, AI bukan sekadar alat untuk efisiensi; Hal ini berfungsi sebagai katalis strategis untuk membangun dan memelihara kapabilitas yang mendasari bentuk-bentuk kepemimpinan biaya (*cost leadership*) dan diferensiasi, baik yang bersifat luas maupun khusus (*niche*), serta mendorong inovasi di seluruh rantai nilai. Bagian-bagian berikut akan mengupas lebih dalam dimensi-dimensi tersebut.

AI dan Kepemimpinan Biaya: Efisiensi Operasional Melampaui Otomatisasi

Otomatisasi berbasis AI menawarkan jalan langsung bagi organisasi di berbagai industri untuk mencapai efisiensi operasional dan pengurangan biaya—prinsip utama strategi kepemimpinan biaya. Sebagaimana ditunjukkan pada bagian akhir Bab 4 dan Bab 5, perusahaan dapat mengadopsi AI untuk mengoptimalkan alur kerja, mengefisienkan alokasi sumber daya, dan membebaskan talenta manusia dari tugas-tugas rutin. Berdasarkan teknologi yang dibahas pada bab-bab sebelumnya, contoh nyata otomatisasi semacam ini mencakup perusahaan manufaktur yang menerapkan analitik prediktif untuk mengantisipasi

kerusakan peralatan, serta lembaga keuangan yang menggabungkan *machine learning* dan NLP untuk mengotomatisasi deteksi penipuan dan pemrosesan faktur.

Namun, seiring dengan semakin meluas dan terkomoditasinya otomatisasi AI, kelangkaan dan sifatnya yang sulit ditiru diperkirakan akan memudar. Untuk mempertahankan kepemimpinan biaya, organisasi harus mengembangkan kapabilitas dinamis guna terus menyempurnakan sistem AI mereka dan menemukan aplikasi baru yang lebih halus yang memengaruhi faktor-faktor utama penentu biaya (*cost drivers*). Perkembangan strategis ini—di mana AI berperan sebagai analis, pemungkin (*enabler*), kolaborator, atau mitra pembelajaran dinamis—memungkinkan perusahaan menemukan sumber efisiensi baru. Dengan memasukkan kembali wawasan tersebut ke dalam sistem AI, organisasi dapat memperkuat teknologi dasarnya dalam siklus yang saling memperkuat (*self-reinforcing cycle*) (Bab 5). Dengan demikian, AI melampaui perannya sebagai sekadar peningkat produktivitas dan menjadi mesin penting bagi ketangkasan strategis.

AI dan Diferensiasi: Pengalaman yang Dipersonalisasi sebagai Sasaran yang Terus Bergerak

AI juga memiliki potensi transformatif untuk mencapai diferensiasi melalui personalisasi dalam skala besar. Sebagaimana diperkenalkan pada bab-bab sebelumnya, peritel terkemuka seperti Alibaba dan Amazon—yang ditampilkan dalam *Quick Fact 6.1*—menggunakan *machine learning* untuk memberikan rekomendasi produk yang sangat disesuaikan dengan kebutuhan individu. Merek-merek kecantikan seperti Sephora dan Olay menerapkan penasihat virtual berbasis NLP untuk mencocokkan pelanggan dengan solusi perawatan kulit yang disesuaikan dengan kebutuhan mereka. Di sektor perhotelan, perusahaan seperti Marriott International dan Hilton Hotels memanfaatkan *machine learning* untuk mengantisipasi preferensi tamu dan merancang pengalaman yang dipersonalisasi. Perusahaan raksasa makanan cepat saji seperti Coca-Cola dan McDonald's juga memanfaatkan AI untuk mendeteksi perubahan halus dalam perilaku konsumen dan dengan cepat menyesuaikan strategi pasar mereka.

Fakta Singkat 6.1 Amazon Prime Day

Amazon Prime Day adalah acara penjualan tahunan eksklusif bagi anggota Prime yang menawarkan diskon besar untuk berbagai macam produk. Awalnya diluncurkan pada 15 Juli 2015 untuk merayakan ulang tahun ke-20 Amazon, acara ini telah berkembang menjadi momen belanja yang sangat dinantikan. Seiring berjalannya waktu, Amazon memperluas konsep ini dengan menghadirkan Prime Big Deal Days—yang biasanya diadakan pada bulan Oktober—sehingga menciptakan peluang tambahan untuk mendapatkan penawaran hemat yang eksklusif. Setiap tahun, acara-acara ini mencetak rekor penjualan, dengan anggota Prime melakukan pembelian dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan sebelumnya. Untuk meningkatkan pengalaman berbelanja, Amazon memanfaatkan kecerdasan buatan (AI) guna mempersonalisasi rekomendasi dan deskripsi produk berdasarkan kebiasaan menjelajah serta riwayat pembelian pelanggan; langkah ini meningkatkan relevansi produk dan mempermudah pengambilan keputusan. Amazon juga telah mengembangkan alat berbasis AI seperti Rufus, sebuah asisten belanja virtual yang

dirancang untuk mempermudah pencarian produk dan perbandingan harga. Dengan memeriksa data produk dan ulasan pelanggan dalam jumlah besar, Rufus memberikan saran yang sangat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Inovasi berbasis AI ini menjadikan Prime Day semakin efisien dan personal, sehingga membantu pelanggan menemukan produk yang sesuai dengan preferensi serta kebutuhan mereka secara cepat.

Namun, sekali lagi, sekadar menerapkan AI untuk personalisasi tidak akan cukup untuk menghasilkan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan—hal ini menyoroti keterbatasan jika hanya mengandalkan teknologi semata. Untuk mempertahankan keunggulan mereka, organisasi harus mengaktifkan kapabilitas dinamis yang memungkinkan mereka mendeteksi perubahan perilaku konsumen, memanfaatkan peluang personalisasi yang muncul melalui solusi berbasis AI, serta terus menyesuaikan kembali penawaran mereka sebagai respons terhadap perubahan tersebut. Proses pembelajaran yang berulang ini menegaskan bahwa AI terus menjalankan peran strategisnya—tidak hanya dengan menafsirkan sinyal pelanggan, tetapi juga dengan meningkatkan kemampuannya sendiri selama proses tersebut berlangsung. Wawasan yang diperoleh melalui interaksi yang dipersonalisasi dapat dimasukkan kembali ke dalam sistem untuk menyempurnakan algoritma dasar, sehingga rekomendasi di masa mendatang menjadi lebih akurat, peka terhadap konteks, dan selaras secara strategis dengan ekspektasi pelanggan yang terus berkembang.

AI dan Rantai Nilai: Dari Fragmentasi menuju Integrasi

Meskipun dampaknya terhadap kerangka kerja strategi generik sudah signifikan, pengaruh AI melampaui sekadar peningkatan efisiensi operasional internal (*back-end*) dan interaksi yang langsung melibatkan konsumen: AI dapat memengaruhi setiap aspek cara perusahaan menyusun dan mengoordinasikan aktivitas mereka. Sebagaimana diuraikan dalam Bab 2, kerangka kerja Rantai Nilai Porter memberikan sudut pandang yang berharga untuk menelaah bagaimana AI mendukung penciptaan nilai, baik dalam fungsi utama maupun fungsi pendukung. Mulai dari otomatisasi prakiraan inventaris dalam proses pengadaan hingga peningkatan layanan purnajual melalui *chatbot*, AI dapat diterapkan untuk mengoptimalkan hampir setiap mata rantai dalam rangkaian tersebut. Yang terpenting, organisasi harus mengembangkan kemampuan untuk terus mengevaluasi dan menyesuaikan kembali rantai nilai mereka, guna memastikan bahwa AI diterapkan pada bagian yang mampu menghasilkan nilai strategis terbesar. Sebagai contoh, Tesla mengintegrasikan AI ke dalam aktivitas litbang (*R&D*) dan pengembangan produknya dengan memeriksa data mengemudi dunia nyata dalam jumlah besar menggunakan *machine learning* dan robotika.

Peritel mode seperti Zara dan H&M memanfaatkan AI untuk meningkatkan akurasi prakiraan tren dan memperpendek durasi waktu dari tahap desain hingga peluncuran produk ke pasar. Dalam sektor jasa keuangan, perusahaan seperti BlackRock dan Goldman Sachs memanfaatkan AI untuk menafsirkan dinamika pasar dan mengeksekusi keputusan perdagangan dengan kecepatan dan presisi tinggi. Sebagaimana disebutkan dalam ilustrasi pembuka bab ini, industri farmasi menggunakan AI untuk mempercepat penemuan obat

dengan memeriksa interaksi molekuler dan mengidentifikasi senyawa potensial pada kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya. Kemampuan berkelanjutan untuk melakukan evaluasi dan penataan ulang ini mengubah AI dari sekadar kumpulan teknologi fungsional menjadi aset yang terintegrasi penuh di seluruh perusahaan, yang mendukung daya saing jangka panjang. Melalui interaksi dinamis ini, perusahaan memperkuat kemampuan mereka dalam menciptakan nilai dengan cara yang tangguh, khas, dan sulit ditiru oleh pesaing. Selain itu, wawasan yang diperoleh mengenai kinerja proses, saling ketergantungan, dan hambatan operasional berfungsi sebagai umpan balik yang berharga. Paparan terhadap informasi ini memungkinkan teknologi dasar AI menjadi lebih akurat, adaptif, dan peka terhadap konteks. Pada gilirannya, AI akan berkembang selaras dengan organisasi—terus menyempurnakan kemampuannya seiring berjalannya waktu.

AI dan Keberlanjutan Nilai: Perspektif Jangka Panjang

Singkatnya, kami berpendapat bahwa keberhasilan jangka panjang dalam ranah AI bergantung pada kemampuan organisasi untuk mengembangkan kapabilitas yang mendukung evolusi berkelanjutan dari strategi AI-nya. Nilai sejati AI bersumber dari integrasi mendalamnya ke dalam aktivitas penciptaan nilai; di mana teknologi ini menjadi sulit ditiru dan diperkuat oleh budaya pembelajaran serta pembaruan terus-menerus. Inti dari keberhasilan ini adalah orkestrasi manusia yang cermat. Organisasi harus secara sistematis mengidentifikasi kapabilitas AI yang baru muncul, mengintegrasikannya ke dalam proses inti, dan menyesuaikan strategi inovasi—yang semuanya bergantung pada keahlian dan pengawasan manusia. Sebagaimana telah terlihat jelas pada bagian-bagian sebelumnya, hubungan sinergis antara manusia dan AI inilah yang mendorong pembelajaran iteratif yang diperlukan untuk mencegah teknologi dasar tersebut merosot menjadi sekadar standar industri yang umum dan tidak memiliki keunikan.

Strategi yang paling efektif adalah strategi yang menumbuhkan simbiosis antara analitik AI dan penilaian manusia: sistem AI memeriksa kumpulan data yang sangat besar untuk mendeteksi pola dan memunculkan peluang, sementara wawasan manusia memberikan interpretasi kontekstual dan arahan strategis yang diperlukan untuk menindaklanjuti peluang tersebut. Integrasi ini memungkinkan perusahaan untuk melampaui keuntungan sesaat dan meraih keunggulan kompetitif yang bertahan lama. Sebagaimana akan kita bahas pada bagian selanjutnya, mewujudkan ambisi ini sering kali menuntut kolaborasi dengan perusahaan-perusahaan khusus di sepanjang rantai nilai industri AI (termasuk AI Generatif) guna mengakses kapabilitas dan infrastruktur yang diperlukan untuk transformasi yang lebih mendalam. Pada akhirnya, AI saja tidaklah cukup; cara Anda memanfaatkannyalah yang menentukan masa depan strategis Anda.

6.3 RANTAI NILAI INDUSTRI AI GENERATIF

Meskipun awalnya ditujukan untuk membantu organisasi membedah dan mengoptimalkan aktivitas internal mereka, kerangka kerja Rantai Nilai Porter sejak saat itu telah diperluas ke konteks yang lebih luas, termasuk mencakup seluruh industri. Evolusi ini memunculkan konsep-konsep terkait seperti rantai nilai industri, sistem nilai, dan jaringan

nilai, yang menekankan saling ketergantungan di antara perusahaan yang beroperasi pada tahapan berbeda dalam suatu industri.

Rantai nilai industri menggambarkan bagaimana perusahaan berkolaborasi berdasarkan bidang spesialisasi mereka—di mana output dari satu perusahaan menjadi input bagi perusahaan lain, atau di mana fungsi-fungsi tertentu dialihdayakan kepada mitra yang lebih terspesialisasi. Sebagai contoh, banyak bisnis menyerahkan kebutuhan komputasi awan (*cloud computing*) mereka kepada penyedia seperti Microsoft Azure, Amazon Web Services (AWS), atau OVH Cloud, dengan memanfaatkan keahlian dan keunggulan skala yang dimiliki penyedia tersebut. Pengaturan kolaboratif semacam itu memungkinkan organisasi untuk berkonsentrasi pada kompetensi inti mereka sembari berkontribusi terhadap efisiensi dan inovasi yang lebih besar di seluruh industri secara luas. Seiring dengan munculnya dan pesatnya kemajuan AI, terbentuklah rantai nilai industri AI yang khas, yang merinci tahapan-tahapan utama dalam penciptaan, pengembangan, dan penerapan solusi AI. Meskipun berlaku untuk AI secara keseluruhan, rantai nilai ini sangat relevan bagi AI Generatif (Gen AI) karena ketergantungannya yang tinggi pada daya komputasi yang sangat besar, model fondasi (*foundation models*) yang canggih, dan infrastruktur awan yang dapat ditingkatkan skalanya (*scalable*).



Gambar 6.2 Rantai nilai industri AI (Generatif)

Rantai nilai industri AI (Generatif) terdiri dari enam komponen yang saling terkait dan saling bergantung: infrastruktur perangkat keras komputer khusus, platform komputasi awan, model fondasi, pusat model atau *model hub* (termasuk sistem operasi pembelajaran mesin atau MLOps), aplikasi, dan layanan profesional. Sebagaimana dirangkum dalam Gambar 6.2, setiap lapisan mewakili sumber penciptaan nilai yang berbeda, dengan munculnya pelaku khusus untuk memenuhi kebutuhan spesifik di setiap tahapan. Secara bersama-sama, elemen-elemen ini mendorong pengembangan, peningkatan skala, dan penyebaran solusi berbasis AI di

berbagai industri. Perangkat keras komputer merupakan tulang punggung rantai nilai industri AI (Generatif), yang menyediakan infrastruktur krusial untuk menjalankan operasi AI. Lapisan ini mencakup perancangan, produksi, dan distribusi unit pemrosesan canggih—terutama unit pemrosesan grafis (GPU) (Bab 1), unit pemrosesan tensor (TPU – dijelaskan dalam *Under the Hood* 6.1), serta cip akselerator khusus lainnya—yang sangat penting untuk memenuhi kebutuhan komputasi intensif dari model-model AI modern.

Di Balik Layar 6.1: TPU – Akselerator Super untuk AI

Tensor Processing Unit (TPU) adalah akselerator perangkat keras khusus yang dikembangkan untuk meningkatkan kinerja beban kerja AI, khususnya yang melibatkan *machine learning* dan *deep learning*. Berbeda dengan *central processing unit* (CPU) dan GPU yang bersifat serbaguna, TPU dirancang secara khusus untuk memenuhi kebutuhan komputasi intensif dalam pelatihan dan inferensi model AI. Salah satu keunggulan utama mereka terletak pada kemampuan menjalankan perkalian matriks dan vektor secara efisien, yang merupakan operasi inti dalam algoritma AI (Bab 3). TPU juga menggunakan format numerik khusus yang disebut ‘bfloat16’ (*brain floating point*), yang menyeimbangkan antara kecepatan komputasi dan presisi numerik. Selain itu, TPU dirancang agar lebih hemat energi dibandingkan GPU, sehingga menawarkan konsumsi daya yang lebih rendah untuk tugas-tugas AI berkinerja tinggi. Terlepas dari kelebihan-kelebihan tersebut, TPU bukanlah solusi yang cocok untuk segala situasi. Arsitekturnya yang sangat terspesialisasi membuatnya kurang fleksibel dibandingkan CPU atau GPU, yang mampu menangani beragam kebutuhan komputasi. Selain itu, meskipun TPU ideal untuk penerapan AI berskala besar, perangkat ini mungkin bukan pilihan yang paling hemat biaya untuk proyek berskala lebih kecil, di mana perangkat keras konvensional masih memadai.

Perusahaan-perusahaan terkemuka seperti NVIDIA, Broadcom, AMD, dan Intel berada di garis depan inovasi, terus mendorong batas-batas kemampuan pemrosesan dan efisiensi energi. Meskipun Intel pernah menjadi pemimpin industri, belakangan ini perusahaan tersebut kesulitan mengimbangi kemajuan pesat yang dicapai oleh para pesaingnya. Pemain kunci lainnya, *Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited* (TSMC), telah mengukuhkan posisinya sebagai pemimpin global dalam produksi cip berkinerja tinggi, yang mempertegas sifat terkonsentrasi dari industri ini. Kemampuan perangkat keras AI memiliki pengaruh langsung terhadap kecepatan pemrosesan, skalabilitas, dan efisiensi sistem secara keseluruhan. Hal ini, ditambah dengan tingginya konsentrasi industri dan pentingnya peran strategis perangkat keras, mendorong perusahaan-perusahaan seperti OpenAI, Meta, dan Microsoft untuk berinvestasi dalam pengembangan cip khusus mereka sendiri guna mengurangi ketergantungan pada pemasok eksternal. Akibat tingginya biaya dan terbatasnya ketersediaan GPU serta TPU, pemeliharaan infrastruktur perangkat keras internal menjadi hal yang tidak praktis secara finansial bagi sebagian besar organisasi. Akibatnya, solusi berbasis cloud telah menjadi standar umum. Penyedia layanan utama seperti AWS, Google Cloud, OVH Cloud, Oracle, dan Microsoft Azure menawarkan akses yang dapat disesuaikan skalanya

terhadap sumber daya komputasi penting, yang memungkinkan organisasi untuk menyimpan, memproses, dan memeriksa kumpulan data masif yang diperlukan untuk pengembangan, pelatihan, dan optimalisasi model AI. Dengan membuat perangkat keras canggih menjadi lebih mudah diakses, platform cloud mendorong inovasi dan memfasilitasi adopsi solusi AI secara luas di berbagai industri. Model fondasi menempati posisi yang khas dan sentral dalam rantai nilai industri AI (Generatif). Model *deep learning* canggih yang telah dilatih sebelumnya ini dirancang untuk memproses data dalam jumlah sangat besar yang tidak terstruktur—dan dalam beberapa kasus, sebagian berlabel—dalam berbagai format, termasuk teks, gambar, dan audio, bergantung pada arsitektur dan tujuan penerapannya (Bab 4).

Berperan sebagai otak sentral dari AI Generatif, model fondasi mendukung pembuatan konten dan menjadi tulang punggung bagi berbagai aplikasi khusus domain. Kemampuan model-model ini sangatlah serbaguna. Dalam pemrosesan bahasa, model bahasa besar (LLM)—sebuah subset khusus dari model fondasi—seperti Claude 2 dari Anthropic, GPT-3 dari OpenAI, 7B dari Mistral AI, dan LLaMA 3 dari Meta, mampu melakukan berbagai tugas termasuk klasifikasi teks, menjawab pertanyaan kompleks, peringkasan dokumen, penerjemahan bahasa, pemeriksaan sentimen, ekstraksi informasi, dan pembuatan teks yang peka terhadap konteks (Bab 4).

Dalam bidang visi komputer, model fondasi seperti ViT dari Google, DINO dari Meta AI, dan BEiT dari Microsoft unggul dalam klasifikasi gambar, deteksi objek, dan pembuatan gambar yang sangat realistis. Selain itu, model multimodal—seperti Gemini 1.5 dari Google DeepMind; GPT-4, DALL-E, dan Sora dari OpenAI; serta Claude 3 dari Anthropic—menggabungkan kemampuan-kemampuan tersebut, sehingga memungkinkan pelaksanaan tugas seperti pembuatan gambar dari perintah teks dan integrasi pemahaman kontekstual lintas jenis data (misalnya, memeriksa gambar dan memberikan wawasan berdasarkan kontennya). Kemampuan adaptasi yang luas ini menjadikan model fondasi sebagai alat yang sangat penting dalam berbagai tugas berbasis AI.

Pengembangan model fondasi menuntut keahlian dan sumber daya yang besar dalam hal pengumpulan data, perancangan arsitektur model, dan metodologi pelatihan. Proses pelatihannya biasanya memakan waktu beberapa bulan serta membutuhkan investasi waktu dan daya komputasi yang signifikan. Dengan merilis model sebagai sumber terbuka (*open-source*), perusahaan seperti DeepMind, Meta, dan OpenAI telah secara signifikan menurunkan hambatan masuk bagi inovasi berbasis AI. Fakta Singkat 6.2 menyoroti bagaimana model fondasi—meskipun diklasifikasikan sebagai AI sempit (*narrow AI*)—mulai menunjukkan kemampuan yang lebih luas dan dapat diterapkan secara lebih umum. Baru-baru ini, organisasi seperti Anthropic dan Mistral AI telah memperkenalkan model fondasi yang dirancang khusus untuk aplikasi tertentu, yang menawarkan kebutuhan pelatihan lebih rendah dan penerapan yang lebih cepat. Namun, kekhawatiran mengenai kepemilikan data dan transparansi model masih menjadi bahan perdebatan di kalangan komunitas AI. Isu-isu ini akan dibahas kembali pada Bab 7.

Fakta Singkat 6.2 Selangkah lebih dekat menuju AI yang kuat (*strong AI*)

Model fondasi modern telah menjadi sangat serbaguna dan mampu melakukan beragam tugas dengan instruksi (*prompting*) yang minimal. Meskipun secara teknis masih diklasifikasikan sebagai AI khusus (*narrow AI*), beberapa peneliti menafsirkan kemampuan model yang terus berkembang ini sebagai langkah awal menuju kecerdasan umum atau AI yang kuat (*strong AI*). Berbeda dengan sistem tradisional yang dirancang untuk tugas spesifik, model-model ini menunjukkan perilaku yang kian mendekati—meskipun masih jauh dari—kecerdasan umum setingkat manusia atau *Artificial General Intelligence* (AGI) (Bab 1). Namun, yang jelas adalah bahwa model fondasi telah berkembang melampaui sekadar prediksi kata berikutnya berdasarkan statistik dasar. Versi-versi yang paling canggih bahkan mulai menunjukkan tanda-tanda awal pemahaman kontekstual dan kemampuan penalaran, yang memungkinkan interpretasi lebih bernuansa terhadap input maupun output.

Model hub dan *machine learning operations* (MLOps) membentuk lapisan berikutnya dalam rantai nilai industri AI (Generatif); keduanya dibangun di atas infrastruktur dasar sembari menjalankan peran yang berbeda namun saling melengkapi. Model hub—seperti AWS, Hugging Face, dan TensorFlow Hub—berfungsi sebagai repositori terpusat yang menyediakan akses ke model dasar (*foundation models*) yang telah dilatih sebelumnya, sehingga memungkinkan pengembang untuk mengintegrasikan model-model tersebut secara mulus ke dalam berbagai jenis aplikasi. Sebaliknya, MLOps mengacu pada serangkaian metodologi, perangkat, dan praktik yang dirancang untuk mengelola seluruh siklus hidup model AI, termasuk penyesuaian halus (*fine-tuning*), optimalisasi, penerapan (*deployment*), dan pemantauan berkelanjutan. Proses-proses ini diuraikan lebih lanjut dalam bagian *Under the Hood* 6.2, yang menyoroti bagaimana MLOps mendukung kinerja model yang konsisten serta kemampuan adaptasi di lingkungan dunia nyata. Sering kali beroperasi berdampingan dengan model hub, platform MLOps memfasilitasi peluncuran AI yang dapat ditingkatkan skalanya (*scalable*) dan andal dengan cara menyederhanakan alur kerja serta mengotomatisasi pembaruan. Keduanya secara bersama-sama memainkan peran krusial dalam membantu organisasi mengoperasionalkan AI secara efektif.

***Under the Hood* 6.2: MLOps – mengotomatisasi manajemen siklus hidup AI**

Menghadirkan model AI melibatkan lebih dari sekadar melatih algoritma berkinerja tinggi. Hal ini juga memerlukan pemantauan dan pemeliharaan berkelanjutan untuk menjaga validitas jangka panjang. Tanpa langkah-langkah pengamanan ini, kinerja model pasti akan menurun. MLOps menjawab tantangan ini dengan menyederhanakan pengembangan, penerapan, dan tata kelola model AI, serta memberdayakan bisnis untuk beralih dari prototipe eksperimental menuju sistem yang tangguh dan dapat ditingkatkan skalanya (*scalable*) guna menghasilkan hasil yang konsisten. Siklus hidup MLOps dimulai dengan pelatihan dan validasi model. Namun, berbeda dengan perangkat lunak tradisional, model AI harus terus beradaptasi dengan data baru. Setelah diterapkan, model memerlukan

pemantauan aktif untuk menilai kinerjanya terhadap input dari dunia nyata. Seiring waktu, *data drift*—pergeseran pola data—dapat mengurangi akurasi model, sehingga pelatihan ulang otomatis menjadi hal yang krusial. Kerangka kerja MLOps dirancang untuk mendeteksi pergeseran semacam itu dan memicu pembaruan, seperti yang terlihat pada aplikasi deteksi penipuan, di mana model harus terus berkembang untuk menangkal modus penipuan baru. Komponen utama MLOps meliputi kontrol versi model, *pipeline* otomatis, serta integrasi dan penerapan berkelanjutan (CI/CD). Kontrol versi melacak perubahan model untuk memastikan kemampuan reproduksi dan pemulihan ke versi sebelumnya (*rollback*). *Pipeline* otomatis mengelola seluruh alur kerja—mulai dari pra-pemrosesan data hingga pelatihan, peluncuran, dan pemantauan—sehingga meminimalkan intervensi manual. CI/CD memastikan model baru diuji secara menyeluruh dan diterapkan ke lingkungan produksi dengan lancar tanpa gangguan layanan. Dengan integrasi pada platform *cloud*, MLOps memungkinkan bisnis untuk meningkatkan skala operasi AI mereka secara efisien. Melalui otomatisasi alur kerja utama, MLOps mengurangi beban kerja manusia, meningkatkan keandalan, dan memastikan model AI tetap akurat.

Aplikasi AI—lapisan berikutnya dalam rantai nilai industri AI (Generatif)—berfungsi sebagai solusi bagi pengguna akhir (baik B2B maupun B2C) yang disesuaikan untuk industri tertentu dan dioptimalkan untuk tugas-tugas khusus dalam lingkup fungsionalitas model dasar (*foundation models*) yang lebih luas. Meskipun model dasar memiliki kemampuan yang bersifat umum, aplikasi AI—seperti ChatGPT dari OpenAI, chatbot Claude dari Anthropic, dan Copilot dari Microsoft (yang dibahas dalam *Quick Fact* 6.3)—dirancang untuk fungsi-fungsi spesifik. Aplikasi-aplikasi ini menyertakan batasan bawaan dan mekanisme verifikasi untuk menjamin keandalan serta keselarasan.

Fakta Singkat 6.3 Microsoft Copilot: Asisten produktivitas berbasis AI Anda

Microsoft Copilot berfungsi sebagai asisten berbasis AI yang terintegrasi dalam aplikasi Microsoft 365 seperti Word, Excel, PowerPoint, Outlook, dan Teams. Dengan mengadopsi model bahasa canggih seperti GPT-4 dari OpenAI, Copilot bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dengan membantu pengguna dalam pembuatan konten, mengotomatisasi tugas-tugas yang berulang, meringkas informasi, serta memungkinkan pemeriksaan data yang lebih efektif. Melalui Copilot Studio, pengguna dapat menyesuaikan kemampuannya lebih lanjut dengan merancang asisten AI yang disesuaikan dengan kebutuhan bisnis dan alur kerja tertentu (Microsoft, t.th.). Dengan demikian, Microsoft merancang Copilot sebagai kolaborator digital yang fleksibel, yang mampu mengefisienkan operasional sehari-hari serta memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih cerdas dan berdasar pada informasi yang tepat, baik dalam konteks individu maupun organisasi.

Aplikasi AI umumnya dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori. Kategori pertama mencakup aplikasi yang mengintegrasikan model dasar (*foundation models*) dengan modifikasi minimal, yang biasanya melibatkan antarmuka pengguna yang disesuaikan atau penyesuaian

kecil untuk meningkatkan kegunaan. Kategori kedua terdiri dari aplikasi yang dibangun berdasarkan model dasar yang telah melalui proses *fine-tuning* (penyesuaian halus), di mana data tambahan yang bersifat eksklusif atau spesifik untuk domain tertentu digunakan untuk menyempurnakan keluaran bagi tugas-tugas yang ditargetkan. *Fine-tuning* melibatkan tahap pelatihan tambahan pada model dasar yang sudah terlatih sebelumnya (*pre-trained*) menggunakan kumpulan data yang lebih kecil dan dikurasi secara cermat. Proses ini memungkinkan model untuk menjadi ahli dalam domain tertentu sembari tetap mempertahankan efisiensi dan kemampuan generalisasi dari model dasar aslinya.

Mengingat pengembangan model dasar dari nol membutuhkan sumber daya yang sangat besar, *fine-tuning* menjadi alternatif yang praktis dan hemat biaya bagi perusahaan yang mencari solusi berbasis AI, tanpa perlu investasi komputasi yang masif. Pendekatan ini mendukung berbagai aplikasi industri, termasuk *chatbot* layanan pelanggan yang dioptimalkan untuk dialog, analitik prediktif, dan sistem otonom. Sebagai contoh, Codex dari OpenAI—versi *fine-tuning* dari GPT-3 yang dilatih menggunakan kode sumber publik—dirancang khusus untuk membantu tugas-tugas pemrograman. Model ini mampu menafsirkan instruksi dalam bahasa alami serta mendukung pembuatan, penyelesaian, dan *debugging* kode di berbagai bahasa pemrograman. Perusahaan seperti IBM, Microsoft, dan berbagai perusahaan rintisan (*startup*) semakin banyak memanfaatkan *fine-tuning* untuk mengembangkan aplikasi AI khusus yang disesuaikan dengan kebutuhan bisnis tertentu. Dengan menyempurnakan dan menerapkan model-model ini, organisasi meningkatkan nilai praktis AI, sehingga kemampuan *machine learning* yang canggih menjadi lebih mudah diakses, lebih spesifik, dan memberikan dampak yang lebih besar. Terakhir, lapisan layanan mencakup fungsi dukungan dan pemeliharaan penting yang menjaga kinerja aplikasi AI setelah diterapkan. Layanan ini meliputi bantuan teknis, pelatihan pengguna, konsultasi strategis, dan optimalisasi berkelanjutan. Penyedia layanan memegang peranan kunci dalam membantu organisasi memaksimalkan nilai investasi AI mereka dengan menawarkan keahlian dalam implementasi, penggunaan yang efektif, dan penyempurnaan yang terus-menerus.

Rantai nilai industri AI (Generatif)—seperti yang digambarkan dalam Gambar 6.2—menyajikan kerangka kerja komprehensif mengenai para pelaku utama yang membentuk sektor ini, serta menyoroti berbagai lapisan dan peran dari beragam aktor yang terlibat. Pemahaman mendalam mengenai rantai nilai ini memungkinkan organisasi untuk memosisikan diri secara strategis di dalam industri serta memanfaatkan peluang inovasi dan pertumbuhan yang muncul. Meskipun kemajuan dalam perangkat keras dan platform *cloud* akan terus memengaruhi sektor ini, potensi terbesar untuk penciptaan nilai diperkirakan terletak pada aplikasi dan layanan AI, yang diproyeksikan akan mengalami pertumbuhan signifikan dalam beberapa tahun mendatang. Pada akhirnya, dengan menghadirkan solusi berbasis AI bagi dunia usaha dan konsumen, perusahaan AI menghadirkan efisiensi baru, menekan biaya, memungkinkan pengalaman yang lebih personal, serta mendorong transformasi dalam rantai nilai perusahaan. Namun, dampaknya melampaui organisasi individu; teknologi ini terintegrasi ke dalam ekosistem bisnis yang lebih luas dan mempercepat evolusi model bisnis—sebuah tema yang akan dibahas pada bagian selanjutnya.

6.4 AI DAN EKOSISTEM BISNIS

Secara historis, organisasi memperoleh keunggulan kompetitif terutama dengan mengoptimalkan rantai nilai (*value chain*) masing-masing—yaitu dengan meningkatkan operasi internal, melakukan alih daya (*outsourcing*) pada fungsi-fungsi tertentu, serta memaksimalkan efisiensi di seluruh aktivitas utama maupun pendukung. Namun, potensi disruptif AI—khususnya AI Generatif (Gen AI)—kini menantang efektivitas strategi-strategi tradisional tersebut. AI semakin banyak diintegrasikan ke dalam ekosistem bisnis yang lebih luas, sehingga menggeser fokus dari efisiensi operasional individu menuju kinerja kolektif. Dalam lanskap yang terus berkembang ini, penciptaan nilai tidak lagi berpusat. pada batasan perusahaan dan model bisnis individual—yang menjadi fokus pembahasan bagian selanjutnya—melainkan juga muncul dari sinergi antarperusahaan, yang mendorong organisasi untuk merancang ulang strategi mereka.

Dampak AI terhadap Ekosistem Bisnis

Ekosistem bisnis merupakan jaringan dinamis yang terdiri dari berbagai organisasi yang saling terhubung—termasuk pemasok, pelanggan, distributor, pesaing, dan pemangku kepentingan lainnya—yang berkolaborasi untuk merancang, memproduksi, dan menghadirkan solusi terintegrasi bagi pelanggan akhir. Berbeda dengan rantai pasok yang bersifat linear, ekosistem sering kali melampaui batasan industri dan mendorong kemitraan yang fleksibel, sehingga memungkinkan perusahaan untuk menggabungkan sumber daya dan menciptakan nilai bersama (*co-create value*) dengan cara yang tidak mungkin dicapai oleh satu organisasi secara mandiri.

Gelombang keempat AI (Bab 1) mempercepat evolusi ekosistem-ekosistem ini. Teknologi AI tidak hanya meningkatkan operasi internal, tetapi juga memfasilitasi bentuk-bentuk koneksi dan kolaborasi baru antarperusahaan. Teknologi ini berperan sebagai katalis bagi inovasi bersama, membantu organisasi menemukan wawasan, menyederhanakan proses yang kompleks, serta mengambil keputusan yang lebih tepat berdasarkan informasi di seluruh jaringan. Seiring dengan semakin dalamnya integrasi AI dalam ekosistem ini, perusahaan dapat beralih dari model yang berpusat pada produk menuju penawaran layanan terintegrasi yang menyeluruh (*end-to-end*), yang bertujuan untuk memahami niat sesungguhnya dari pelanggan akhir serta memenuhinya dari awal hingga akhir. Akibatnya, ekosistem bisnis semakin ditandai oleh saling ketergantungan yang tinggi di antara para partisipan dan dibentuk oleh infrastruktur bersama. Untuk menghadapi kompleksitas ini, beberapa perusahaan dalam jaringan tersebut mengambil peran sebagai orkestrator—menyelaraskan teknologi, mitra, dan titik interaksi pelanggan guna menghadirkan pengalaman yang mulus. Sebagaimana diilustrasikan dalam beberapa Vignette Pembuka di buku ini, perusahaan seperti Netflix, Ocado, dan Amazon telah berhasil mengadopsi peran orkestrator ini. AI memungkinkan mereka untuk bertransformasi dari penyedia produk yang berdiri sendiri menjadi simpul sentral dalam jaringan penciptaan nilai yang lebih luas.

Untuk memanfaatkan potensi AI secara maksimal, orkestrator jaringan modern umumnya menjalin kerja sama dengan berbagai pelaku di berbagai lapisan rantai nilai industri

AI (dan GenAI) (Bagian 6.3). Sebagai contoh, lembaga keuangan memperkuat layanan mereka dengan mengintegrasikan sistem deteksi penipuan berbasis AI bersama penyedia layanan pemrosesan pembayaran eksternal dan penyedia keamanan siber demi menjamin keamanan transaksi. Di sektor energi, perusahaan utilitas bermitra dengan penyedia teknologi *smart grid* dan IoT untuk memprediksi permintaan, mendeteksi gangguan sistem, serta mengoptimalkan distribusi energi secara *real-time*. Di bidang pendidikan, platform daring berkolaborasi dengan alat penilaian berbasis AI dan pembuat konten adaptif untuk menghadirkan pengalaman belajar yang dipersonalisasi. Selain itu, sebagian besar organisasi kini mengandalkan infrastruktur *cloud* dan penyedia model dasar (*foundation model*) untuk mengembangkan, menampung (*hosting*), dan meningkatkan skala solusi AI mereka. Berbagai contoh lain yang disajikan dalam buku ini semakin menunjukkan bagaimana perusahaan AI spesialis dilibatkan untuk mewujudkan inisiatif strategis di seluruh jaringan perusahaan yang saling terhubung.

Pemantauan lebih mendalam mengenai bagaimana AI mengubah hubungan antarorganisasi mengungkap tiga mekanisme dasar: disintermediasi, penggabungan ulang nilai (*value rebundling*), dan pengambilan keputusan terdesentralisasi. Disintermediasi mengacu pada penghapusan perantara dalam rantai nilai, yang memungkinkan produsen berinteraksi langsung dengan pengguna akhir. AI memfasilitasi hal ini dengan memungkinkan komunikasi yang dipersonalisasi dan berlangsung secara *real-time* dalam skala besar. Alat AI percakapan seperti ChatGPT dan Google Gemini mengubah cara interaksi dengan pelanggan melalui penyederhanaan proses rekomendasi produk, penjualan, dan layanan dukungan lanjutan, sehingga mengurangi ketergantungan pada pusat panggilan (*call center*) pihak ketiga. Di sektor hukum, alat seperti Harvey AI—yang namanya memiliki makna simbolis (lihat Fakta Singkat 6.4)—membantu dalam pembelajaran hukum dan penyusunan kontrak, yaitu tugas-tugas yang biasanya ditangani oleh paralegal. Hal ini membantu pengacara untuk lebih fokus pada masalah-masalah strategis yang lebih kompleks, sekaligus meratakan hierarki layanan dan mempercepat alur kerja.

Fakta Singkat 6.4 Dari *Suits* ke perangkat lunak: Kisah di balik Harvey AI

Menariknya, Harvey AI dinamai berdasarkan Harvey Specter, pengacara yang karismatik dan cerdas dari serial TV *Suits*. Dikenal karena pemikiran strategisnya, Harvey Specter mencerminkan kualitas yang ingin dihadirkan Harvey AI bagi para profesional hukum: ketepatan, kecepatan, dan keunggulan kompetitif dalam pengambilan keputusan hukum.

Value rebundling (penggabungan ulang nilai) mengacu pada integrasi layanan yang saling melengkapi menjadi solusi terpadu yang melintasi berbagai industri. Amazon menonjol dalam ranah ini dengan menggabungkan *e-commerce*, manajemen inventaris prediktif, logistik berbasis AI, dan layanan *cloud* AWS ke dalam satu platform terpadu. Konvergensi ini memosisikan Amazon sebagai penyedia infrastruktur digital sentral, yang menarik beragam bisnis untuk mengembangkan layanan mereka di atas ekosistem Amazon. Praktik penggabungan ulang nilai yang didukung AI ini membuka jalan bagi solusi holistik dan

menyeluruh (*end-to-end*) yang dibahas sebelumnya, yang mencakup seluruh tahapan perjalanan pelanggan.

Pengambilan keputusan yang terdesentralisasi melibatkan pengalihan wewenang dari hierarki terpusat ke struktur yang terdistribusi dan berbasis data. Di sektor kesehatan, misalnya, perusahaan seperti PathAI dan Tempus memanfaatkan AI untuk menganalisis kumpulan data pasien berskala besar dan memberikan wawasan *real-time*, sehingga memberdayakan tenaga medis untuk mengambil keputusan secara otonom dan berdasarkan informasi yang akurat. Sistem-sistem ini mengurangi ketergantungan pada pengawasan terpusat yang bersifat *top-down* serta mendukung pemberian layanan kesehatan yang lebih cepat dan personal. Di Tiongkok, '*PingAn Good Doctor*' menerapkan model serupa dengan mengintegrasikan diagnostik berbasis AI, telemedis, dan layanan *offline* untuk meningkatkan kualitas layanan kesehatan. Melalui *chatbot* dan fitur pengecekan gejala yang didukung AI dan tersedia 24/7, platform ini menawarkan diagnosis awal dan triase, sehingga meringankan beban klinisi serta meningkatkan kapasitas sistem. Terakhir, inti dari setiap ekosistem bisnis berbasis AI adalah data. Kualitas, aksesibilitas, dan relevansi strategis dari data yang dibagikan sangat menentukan seberapa efektif perusahaan dapat beroperasi dalam jaringan mereka.

Jika dikelola dengan baik, data dapat meningkatkan pengalaman pelanggan, mengoptimalkan operasional, dan mempercepat proses pembelajaran—baik secara internal maupun lintas batas organisasi. Namun, manfaat-manfaat ini sangat bergantung pada praktik penyimpanan dan tata kelola data yang tepat (Bab 3), langkah-langkah keamanan, serta kepatuhan terhadap regulasi guna memitigasi risiko dan menjaga kepercayaan. Keberhasilan jangka panjang ekosistem AI tidak hanya bergantung pada kekuatan teknologi dan kualitas mitra, tetapi juga pada kemampuan perusahaan dalam merespons lingkungan kelembagaan yang berubah cepat, melindungi infrastruktur digital, serta menerapkan standar etika—hal-hal penting yang dibahas lebih lanjut dalam Bab 7.

Kasus Khusus AI Sumber Terbuka (*OpenSource AI*)

Di luar faktor-faktor penentu kolaborasi dan inovasi yang telah dibahas sebelumnya, AI sumber terbuka (*open-source AI* atau OSAI) baru-baru ini muncul sebagai kekuatan yang sangat berpengaruh dalam ekosistem berbasis AI. Meskipun konsep perangkat lunak sumber terbuka—yaitu kode yang dapat diakses publik, dimodifikasi, dan didistribusikan secara bebas—sudah mapan, OSAI menandai evolusi yang lebih baru. Istilah ini merujuk pada sistem AI yang tersedia secara terbuka untuk digunakan, diperiksa, dimodifikasi, dan didistribusikan ulang.

Contoh-contoh penting mencakup kerangka kerja (*framework*) seperti TensorFlow dan PyTorch, serta pustaka *Hugging Face Transformers* yang dibangun di atasnya. Sifat terbuka ini mempercepat pertukaran pengetahuan, mendorong kolaborasi, dan memacu inovasi di kalangan beragam partisipan ekosistem, termasuk pengembang, perusahaan rintisan (*startup*), perusahaan mapan, dan lembaga pembelajaran. OSAI memperkuat ekosistem bisnis AI melalui setidaknya empat cara signifikan. Pertama, OSAI mendorong standardisasi dan interoperabilitas. Kerangka kerja yang diadopsi secara luas seperti TensorFlow dan PyTorch telah menjadi standar industri *de facto*, yang menyederhanakan integrasi antar-mitra dan

platform sekaligus meminimalkan duplikasi upaya. Kedua, OSAI mengurangi biaya pengembangan. Dengan memanfaatkan kode yang tersedia secara bebas, perusahaan dapat membangun solusi AI secara lebih efisien, sehingga menurunkan hambatan masuk pasar serta mendorong persaingan sekaligus kerja sama. Ketiga, OSAI didukung oleh komunitas pengguna yang besar dan kolaboratif, yang mempercepat pengembangan fitur dan penyelesaian *bug*. Dukungan kolektif ini memungkinkan anggota ekosistem untuk berfokus membangun aplikasi spesifik-domain alih-alih menciptakan ulang perangkat dasar. Terakhir, OSAI menghasilkan efek jaringan yang kuat. Seiring semakin banyaknya pengembang dan organisasi yang mengadopsi perangkat bersama tersebut, mereka berkontribusi pada akumulasi pustaka dan tutorial yang terus berkembang—sehingga meningkatkan nilai bagi seluruh pemangku kepentingan. Contoh nyata yang menarik adalah *Hugging Face*, yang bermula sebagai perusahaan rintisan (*startup*) *chatbot* dan kemudian meraih popularitas berkat peluncuran pustaka *Transformers* miliknya.

Dengan membagikan model-model mutakhir seperti BERT dan GPT secara terbuka, perusahaan ini mendemokratisasi akses terhadap perangkat NLP canggih serta menetapkan standar baru untuk berbagai tugas seperti klasifikasi teks, penerjemahan, dan analisis sentimen. Pengaruhnya melampaui ranah kecerdasan buatan (AI) itu sendiri. Sebagai contoh, N8N—sebuah platform otomatisasi alur kerja sumber terbuka (*open-source*) yang populer—mengintegrasikan model analisis sentimen Hugging Face untuk membantu penjual di Shopify dalam menganalisis ulasan pelanggan, sekaligus mengubah umpan balik tak terstruktur menjadi wawasan bisnis yang dapat ditindaklanjuti.

6.5 MENTRANSFORMASI MODEL BISNIS DENGAN AI

AI tidak hanya mengubah ekosistem tempat perusahaan beroperasi, tetapi juga memodifikasi struktur dan logika dasar model bisnis mereka. Model bisnis menjabarkan bagaimana sebuah organisasi menciptakan dan menangkap nilai, serta mencakup cara organisasi menyelaraskan sumber daya, aktivitas, dan kemitraan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan sembari menjaga kelayakan ekonomi.

Komponen inti model bisnis meliputi proposisi nilai bagi pelanggan, sumber daya dan kapabilitas utama yang diperlukan untuk mewujudkannya, struktur organisasi perusahaan, serta mekanisme pendapatan dan biaya yang menopang operasional. Dengan mengintegrasikan elemen-elemen ini ke dalam sistem yang koheren, model bisnis memastikan bahwa operasional internal dan posisi pasar eksternal saling memperkuat, sehingga mendorong kelangsungan hidup jangka panjang.

Dalam hal ini, model bisnis berbeda dari kerangka kerja Rantai Nilai (*Value Chain*) milik Porter, yang berfokus pada penciptaan nilai dalam proses internal perusahaan. Sebaliknya, model bisnis memberikan perspektif yang lebih luas dan sistemik, dengan menangkap interaksi antara pelanggan, mitra, dan struktur keuangan yang menentukan jalan perusahaan menuju profitabilitas. Terdapat beberapa kerangka kerja untuk menganalisis model bisnis. Bagian ini memperkenalkan dua kerangka kerja yang paling banyak diadopsi: Business Model Canvas dan model RCOV. Kedua kerangka kerja ini bersifat saling melengkapi: Business Model Canvas menawarkan kerangka kerja visual yang terstruktur dan mudah digunakan untuk memetakan

aktivitas bisnis lintas dimensi internal dan eksternal, sedangkan model RCOV menyajikan perspektif yang lebih dinamis mengenai bagaimana model bisnis berkembang secara strategis dari waktu ke waktu.

AI dalam Business Model Canvas: Panduan per Blok

Business Model Canvas mendeskripsikan sebuah bisnis melalui sembilan blok penyusun utama: mitra utama, aktivitas utama, sumber daya utama, proposisi nilai, hubungan pelanggan, saluran, segmen pelanggan, struktur biaya, dan arus pendapatan (Gambar 6.3).

MITRA KUNCI	AKTIVITAS UTAMA	PROPOSISI NILAI	HUBUNGAN DENGAN PELANGGAN	SEGMENTASI PELANGGAN
Mitra paling penting yang berkontribusi pada aktivitas utama perusahaan, nilai proposisi, dll.	Tindakan-tindakan penting yang harus dilakukan organisasi untuk beroperasi dengan sukses.	Produk dan layanan yang menciptakan nilai bagi segmen pelanggan tertentu.	Jenis hubungan yang dibangun organisasi dengan pelanggan pada segmen tertentu.	Kelompok individu atau organisasi yang berbeda yang memiliki tujuan serta nilai yang ingin diberikan oleh perusahaan.
	SUMBER DAYA KUNCI		SALURAN	
	Aset-aset yang diperlukan untuk memberikan nilai proposisi.		Titik-titik kontak melalui mana organisasi menjangkau segmen pelanggan mereka.	
STRUKTUR BIAYA		ARUS PENDAPATAN		
Semua biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan model bisnis.		Cara organisasi menghasilkan pendapatan dari setiap segmen pelanggan.		

Gambar 6.3 Kanvas Model Bisnis

Kanvas ini berfungsi baik sebagai alat diagnostik untuk memahami logika bisnis perusahaan saat ini maupun sebagai lensa strategis untuk menilai bagaimana kekuatan eksternal—seperti AI—dapat meningkatkan, mengubah, atau mendisrupsi logika tersebut. Nilai utamanya terletak pada kemampuannya menyederhanakan struktur bisnis yang kompleks ke dalam format visual yang jelas, sehingga memfasilitasi refleksi dan dialog strategis. Sebagai contoh, dalam situasi di mana AI dengan cepat mengubah batasan industri dan menata ulang penciptaan nilai, kanvas ini membantu organisasi mengidentifikasi titik-titik di mana kolaborasi dengan mitra ekosistem dapat memberikan manfaat terbesar. Bagian *Hands-on* 6.1 menyajikan latihan praktis untuk mengeksplorasi dinamika ini, dengan memandu pengguna melalui proses pemetaan komponen model bisnis yang ada serta membayangkan kembali potensinya dalam lingkungan yang diperkuat oleh AI.

Latihan Praktis 6.1: Memetakan model bisnis Anda

Bagaimana cara memanfaatkan *Business Model Canvas* untuk mengeksplorasi dampak AI terhadap model bisnis Anda? Mulailah dengan memetakan aktivitas bisnis Anda saat ini, baik di atas kertas maupun menggunakan alat digital seperti Canvanizer. Isi kanvas tersebut dengan komponen-komponen organisasi Anda yang sudah ada—seperti proposisi nilai, hubungan pelanggan, aliran pendapatan, aktivitas utama, sumber daya, dan

kemitraan—untuk mendapatkan gambaran yang jelas mengenai bagaimana bisnis Anda saat ini menciptakan dan mempertahankan nilai.

Selanjutnya, lakukan penilaian secara sistematis mengenai bagaimana AI dapat memengaruhi setiap elemen penyusun model bisnis tersebut. Apakah AI dapat memungkinkan hiper-personalisasi, mengotomatisasi proses-proses utama, atau menghadirkan kemampuan prediktif untuk meningkatkan keterlibatan pelanggan? Mungkinkah AI mengefisienkan operasional, menekan biaya, atau memperkuat pengambilan keputusan? Pertimbangkan pula potensi kebutuhan akan kemitraan baru—baik di dalam ekosistem saat ini maupun dengan penyedia teknologi dan spesialis integrasi AI.

Langkah krusial berikutnya adalah mengevaluasi sumber daya yang diperlukan untuk transformasi berbasis AI. Bandingkan aset yang Anda miliki saat ini—seperti data, infrastruktur, dan talenta—dengan kebutuhan untuk mengimplementasikan inisiatif berbasis AI. Analisis kesenjangan (*gap analysis*) ini akan membantu memperjelas kemampuan mana yang sebaiknya dikembangkan secara internal dan mana yang mungkin perlu diperoleh dari pihak eksternal.

Nilai strategis sesungguhnya dari latihan ini terletak pada kemampuannya mengidentifikasi dampak berantai dari AI di seluruh bagian model bisnis Anda. Sebagai contoh, penerapan layanan pelanggan berbasis AI tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga dapat mengubah proposisi nilai, mendefinisikan ulang hubungan pelanggan, mengubah struktur biaya, serta memunculkan kebutuhan akan kolaborasi baru. Dengan menggunakan *Business Model Canvas* untuk menelusuri keterkaitan antar-elemen ini, Anda akan memperoleh pemahaman menyeluruh tentang bagaimana AI dapat mendorong inovasi model bisnis dan mendukung evolusi strategis jangka panjang.

Sepanjang buku ini, terlihat jelas bahwa AI secara mendasar mengubah kerangka proposisi nilai di berbagai industri, serta memungkinkan tingkat otomatisasi, personalisasi, dan responsivitas yang belum pernah terjadi sebelumnya. Agar tetap kompetitif, organisasi harus mempertimbangkan cara mengintegrasikan kapabilitas AI ke dalam penawaran mereka, baik dengan mengembangkannya secara internal maupun melalui penyedia khusus dan mitra ekosistem. Namun, pengaruh AI melampaui sekadar proposisi nilai. Sebagai contoh, algoritma pembelajaran mesin (*machine learning*) meningkatkan segmentasi pelanggan dengan mengungkap segmen mikro dan mengantisipasi kebutuhan yang terus berkembang. Hal ini tidak hanya memperdalam wawasan mengenai segmen yang sudah ada, tetapi juga menyingkap kelompok pelanggan baru yang mungkin sebelumnya tidak terdeteksi.

AI juga merevolusi cara perusahaan berinteraksi dengan pelanggan. Agen cerdas—mulai dari *chatbot* yang menangani pertanyaan rutin hingga sistem prediktif yang mengantisipasi dan merespons permintaan secara proaktif—sedang mendefinisikan ulang sifat hubungan dengan pelanggan. Alat-alat ini dapat diintegrasikan ke dalam strategi *omnichannel*, memastikan transisi yang mulus antara titik interaksi berbasis AI dan titik interaksi tradisional. Untuk mendukung kapabilitas tersebut, perusahaan harus

mengembangkan atau memperoleh aktivitas utama terkait AI. Aktivitas ini mencakup kurasi data berkualitas tinggi, pelatihan dan pemeliharaan model AI, serta pengelolaan kemitraan dalam ekosistem teknologi yang lebih luas. Dalam konteks ini, penyimpanan dan tata kelola data telah menjadi aset strategis (Bab 3).

Organisasi harus cermat dalam memilih data, model AI, dan infrastruktur mana yang akan dikelola secara internal serta mana yang akan diperoleh dari pihak luar, dengan menyeimbangkan aspek kecepatan, kendali, dan manfaat inovasi kolaboratif. Pilihan-pilihan ini juga memunculkan pertanyaan strategis yang penting. Misalnya, haruskah perusahaan membangun solusi AI eksklusif (*proprietary*) untuk melindungi kapabilitas inti, atau memanfaatkan alat pihak ketiga yang tersedia di sepanjang rantai nilai industri AI (termasuk AI Generatif)? Keputusan semacam itu melampaui pertimbangan teknis—keputusan tersebut bersifat sangat strategis.

Integrasi AI juga memengaruhi model pendapatan maupun struktur biaya. Pendekatan monetisasi baru—seperti penetapan harga dinamis (*dynamic pricing*), model pembayaran berdasarkan penggunaan (*pay-per-use*), dan model berlangganan—kini didukung oleh AI. Meskipun penerapan AI sering kali memerlukan investasi awal yang besar untuk talenta, infrastruktur, dan sistem, biaya-biaya tersebut dapat tertutupi seiring waktu melalui efisiensi operasional dan keuntungan dari otomatisasi—dengan asumsi penerapannya berhasil.

Mengingat hal-hal tersebut, perusahaan disarankan untuk menerapkan perspektif menyeluruh mengenai total biaya kepemilikan AI, dengan mempertimbangkan baik pengeluaran jangka pendek maupun penciptaan nilai jangka panjang. Bagian 6.7 menyajikan analisis lebih mendalam mengenai pertimbangan *trade-off* dalam keputusan untuk membangun sendiri (*build*) atau membeli (*buy*) solusi AI. Sementara itu, Tabel 6.1 memberikan gambaran komprehensif tentang bagaimana AI memengaruhi setiap komponen *Business Model Canvas*, yang dilengkapi dengan contoh nyata dari berbagai industri.

Tabel 6.1 Dampak AI terhadap sembilan elemen penyusun Business Model Canvas

Elemen penyusun	Dampak AI	Contoh
Proposisi nilai	Personalisasi dalam skala besar (misalnya, rekomendasi produk/layanan yang disesuaikan). Otomatisasi proses dan penyediaan layanan.	Walmart (AS): Menggunakan mesin rekomendasi berbasis AI dan fitur <i>virtual try-on</i> (uji coba virtual) di dalam aplikasinya. LINE (Jepang): Sebuah 'super-aplikasi' yang menawarkan asisten AI untuk membantu riset, pengembangan ide, penerjemahan dokumen, dan banyak lagi.
Segmen pelanggan	Identifikasi segmen mikro dan prediksi kebutuhan pelanggan yang terus berkembang menggunakan analitik berbasis AI. Penemuan segmen pelanggan yang benar-benar baru melalui penawaran berbasis AI (misalnya,	<i>Revolut</i> (Inggris): Menyediakan pengelolaan keuangan yang disesuaikan untuk kelompok pengguna tertentu. Salesforce (AS): Menggunakan ' <i>Einstein Analytics</i> ' untuk membantu bisnis menemukan segmen khusus (<i>niche</i>) guna keperluan pemasaran yang terarah.

	layanan analitik tingkat lanjut, perangkat Gen AI).	
Hubungan pelanggan	Otomatisasi interaksi yang dipersonalisasi (misalnya, chatbot, asisten virtual). Dukungan terhadap upaya manusia untuk mewujudkan layanan yang lebih cepat dan responsif. Deteksi dan antisipasi cepat terhadap masalah pelanggan (misalnya, layanan pelanggan prediktif).	KLM Royal Dutch Airlines (Belanda): Menggunakan chatbot AI di media sosial untuk membantu memberikan informasi penerbangan dan layanan dukungan, serta meneruskan pertanyaan yang kompleks kepada agen manusia. AXA (Prancis): Memanfaatkan chatbot AI untuk menangani klaim asuransi rutin dan pertanyaan pelanggan.
Saluran	Transformasi saluran tradisional (misalnya, antarmuka percakapan, pengalaman AR/VR). Koordinasi yang mulus antara saluran lama dan digital (misalnya, kontinuitas data, pendekatan <i>omnichannel</i>). Perancangan interaksi lintas saluran (misalnya, melalui rekomendasi berbasis AI).	Domino's Pizza (AS): Menawarkan layanan pemesanan suara berbasis AI yang terintegrasi di seluruh aplikasi, situs web, dan <i>smart speaker</i> (misalnya, Amazon Alexa) untuk menghadirkan pengalaman <i>omnichannel</i> yang mulus.
Aktivitas utama	Pelaksanaan tugas-tugas khusus AI (misalnya, pengumpulan data, pelatihan model, pemantauan). Pengambilan keputusan strategis terkait pengembangan kapabilitas AI secara internal atau melalui kemitraan dengan penyedia eksternal (misalnya, vendor AI khusus, penyedia layanan cloud).	Baidu (Tiongkok): Berinvestasi dalam litbang AI untuk berbagai kegiatan, seperti mengoperasikan armada uji taksi otonom, pengumpulan data secara berkelanjutan, pelatihan model, dan pemeliharaan AI.
Sumber daya utama	Penempatan data sebagai aset strategis, sejajar dengan model AI dan infrastruktur. Penerapan kerangka kerja tata kelola data yang tangguh (misalnya, terkait kualitas, privasi, dan kepatuhan). Penilaian strategis mengenai pilihan antara memiliki sendiri atau melakukan alih daya teknologi AI (misalnya, solusi internal/eksklusif versus layanan pihak ketiga).	Shein (Tiongkok): Mengandalkan AI untuk mengumpulkan wawasan waktu nyata (<i>real-time</i>) mengenai perilaku pelanggan di media sosial, yang memungkinkan produksi produk dalam jumlah terbatas dengan target pasar yang sangat spesifik serta pengembangan variasi desain secara cepat dalam skala besar.
Kemitraan utama	Pengembangan kemitraan dengan berbagai pelaku di sepanjang rantai nilai industri AI (Generatif).	BMW (Jerman) dan NVIDIA (AS): Kolaborasi yang bertujuan mentransformasi siklus hidup manufaktur

	Penyeimbangan antara upaya kolaborasi dan perlindungan kekayaan intelektual inti (misalnya, data eksklusif yang menjadi kunci keunggulan kompetitif).	otomotif menggunakan <i>digital twin</i> pabrik BMW yang didukung oleh AI. Alibaba Cloud (Tiongkok) dan SAP (Jerman): Kemitraan untuk mengintegrasikan analitik AI ke dalam solusi perusahaan.
Arus pendapatan	Penerapan model penetapan harga dinamis, pembayaran berbasis penggunaan (<i>pay-per-use</i>), dan model berbasis langganan. Penciptaan peluang monetisasi baru dari sumber daya dan kapabilitas yang sudah ada maupun yang baru (misalnya, lisensi perangkat AI, pendapatan berbasis data). Pembentukan kesepakatan pembagian pendapatan yang baru dengan mitra ekosistem.	AWS (AS): Menawarkan layanan AI (misalnya, Rekognition dan SageMaker) melalui model pembayaran sesuai penggunaan (<i>pay-as-you-go</i>). Coupang (Korea Selatan): Memanfaatkan AI untuk penyesuaian harga secara <i>real-time</i> dan prakiraan permintaan.
Struktur biaya	Investasi awal yang signifikan dalam teknologi, infrastruktur, dan talenta AI. Potensi penghematan biaya jangka panjang melalui otomatisasi dan optimalisasi proses. Evaluasi berkelanjutan terhadap total biaya kepemilikan AI (misalnya, pelatihan, pembaruan, kepatuhan) serta keputusan strategis antara membangun sendiri atau membeli solusi yang sudah ada.	• ING (Belanda): Menerapkan AI untuk deteksi penipuan dan pemrosesan pinjaman, yang melibatkan investasi awal pada infrastruktur data dan talenta, namun diimbangi oleh efisiensi jangka panjang dalam biaya operasional dan kepatuhan.

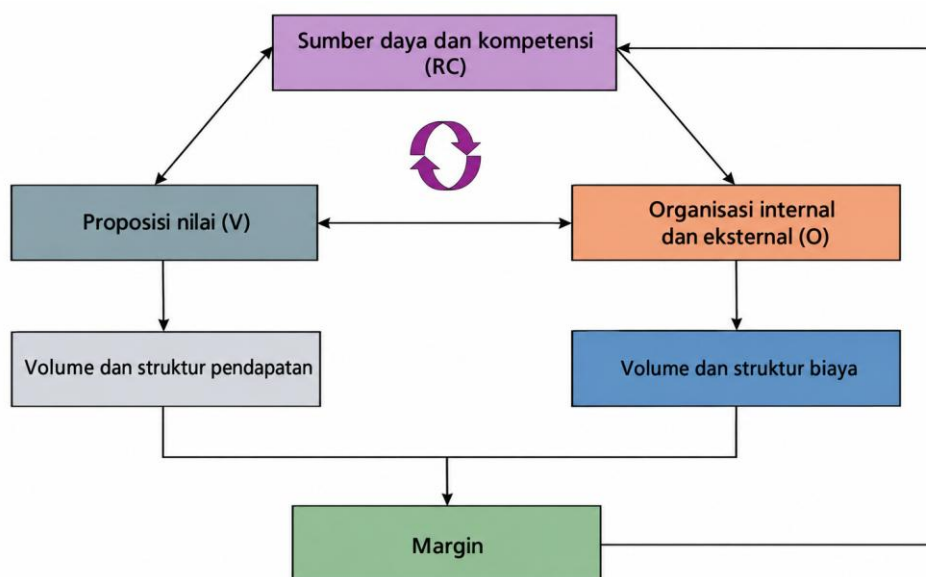
AI dalam Model RCOV: Inovasi dan Perancangan Ulang Model Bisnis

Di era AI, saling ketergantungan antara sembilan blok *Business Model Canvas* menjadi semakin kompleks, karena kapabilitas AI sering kali memengaruhi berbagai komponen secara bersamaan. Selain itu, mengingat evolusi AI yang cepat dan berkelanjutan, organisasi harus memandang model bisnis mereka bukan sebagai cetak biru statis, melainkan sebagai sistem adaptif yang terus disempurnakan. Integrasi AI dengan sumber daya, aktivitas, dan hubungan yang ada dapat memicu perbaikan inkremental maupun inovasi radikal—yang terkadang melahirkan model bisnis yang benar-benar baru.

Meskipun *Business Model Canvas* tetap menjadi alat yang berharga untuk memvisualisasikan dan merangkum struktur bisnis, alat ini cenderung kurang memadai dalam menangkap sifat dinamis dan evolusioner dari model bisnis, terutama mengingat dampak AI yang luas. Sebaliknya, kerangka kerja RCOV menawarkan pendekatan yang lebih fleksibel dan adaptif untuk menganalisis inovasi model bisnis. Model yang dikembangkan oleh Demil dan

Lecocq ini mengemukakan bahwa tiga pilar yang saling bergantung—Sumber Daya dan Kompetensi (RC), Struktur Organisasi (O), dan Proposisi Nilai (V)—merupakan elemen sentral untuk memahami bagaimana model bisnis beroperasi dan berkembang seiring waktu (Gambar 6.4). Kerangka kerja ini menyoroti pentingnya mengonfigurasi sumber daya dan kompetensi (misalnya, aset teknologi, modal manusia, ekuitas merek) dengan cara yang memungkinkan organisasi untuk secara konsisten memberikan nilai yang bermakna bagi pasar sasaran. Saat menerapkan model RCOV, manajer dapat menilai apakah sumber daya dan kompetensi atau kapabilitas yang diperlukan telah tersedia, seberapa efektif hal-hal tersebut diintegrasikan dan dimobilisasi dalam struktur organisasi, serta sejauh mana kontribusinya terhadap penciptaan dan perolehan nilai yang berkelanjutan.

Yang terpenting, model RCOV mengakui bahwa perubahan pada model bisnis dapat bermula dari salah satu dari ketiga pilarnya, di mana penyesuaian pada satu pilar sering kali memicu perubahan pada pilar lainnya. Panah-panah dalam Gambar 6.4 mengilustrasikan saling ketergantungan ini, yang menegaskan bahwa kekuatan model bisnis—serta potensi kerentanannya—tidak hanya terletak pada kualitas masing-masing pilar, tetapi juga pada bagaimana pilar-pilar tersebut berinteraksi.



Gambar 6.4 Model RCOV

Perspektif holistik ini membantu organisasi menyelaraskan kapabilitas internal dengan peluang eksternal dalam konteks bisnis tertentu. Sebagai contoh, dalam lanskap yang didorong oleh AI, AI dapat meningkatkan setiap dimensi RCOV sekaligus mengharuskan adanya penyesuaian ulang di seluruh model tersebut. Untuk mengilustrasikannya, perhatikan integrasi asisten *Generative AI* (Gen AI) oleh Klarna ke dalam operasi layanan pelanggannya: sumber daya baru ini dengan cepat menjadi elemen sentral dalam proposisi nilai perusahaan, dengan menangani dua pertiga interaksi layanan pelanggan pada bulan pertama penerapannya. Sistem ini memberikan dukungan yang lebih cepat dan hemat biaya sembari mempertahankan tingkat kepuasan pelanggan yang tinggi. Kasus ini menunjukkan bagaimana perubahan pada

satu pilar (Sumber Daya dan Kompetensi) dapat menimbulkan dampak berantai terhadap dua pilar lainnya (Struktur organisasi dan Proposisi nilai). Namun, hubungan mendasar antar-dimensi tersebut sebagian besar tetap utuh, yang mencerminkan adaptasi dalam model yang sudah ada alih-alih transformasi struktural secara menyeluruh.

Sebaliknya, AI juga dapat mendisrupsi model bisnis secara lebih mendalam dengan mengubah tidak hanya pilar-pilar RCOV secara individual, tetapi juga hubungan di antara pilar-pilar tersebut. Ambil contoh NVIDIA, yang awalnya merupakan produsen GPU khusus untuk industri gim. Perusahaan menyadari potensi teknologi mereka yang lebih luas untuk aplikasi AI berkinerja tinggi di berbagai sektor, seperti kendaraan otonom dan komputasi awan. Memanfaatkan peluang ini menuntut penataan ulang struktur organisasi secara signifikan serta reposisi mendasar terhadap proposisi nilai perusahaan. Secara khusus, NVIDIA membentuk unit litbang (R&D) yang berfokus pada AI, menata ulang tim teknisnya, serta memperluas penawaran produk yang sebelumnya didominasi perangkat keras menjadi mencakup lebih banyak solusi perangkat lunak dan kemitraan strategis. Perusahaan juga mengakuisisi sumber daya baru, seperti keahlian dan infrastruktur AI, untuk mendukung transisi ini. Secara bersamaan, perusahaan menjalin aliansi penting dengan produsen otomotif (misalnya, Volvo) dan penyedia layanan *cloud* (misalnya, AWS). Transformasi ini jelas melampaui sekadar peningkatan parsial pada dimensi RCOV tertentu; langkah-langkah tersebut juga mengubah struktur interaksi dan cara pilar-pilar itu saling memperkuat satu sama lain. Secara kolektif, perubahan-perubahan ini mengaburkan batasan-batasan tradisional dan memungkinkan evolusi NVIDIA dari vendor perangkat keras khusus menjadi penyedia infrastruktur AI fundamental yang melayani beragam industri.

Yang penting, AI—dan khususnya AI Generatif (Gen AI)—dapat mengonfigurasi ulang tidak hanya model bisnis itu sendiri, tetapi juga proses dan hasil dari (perancangan ulang) model bisnis, tanpa harus mengubah model itu sendiri. Studi mendefinisikan desain bisnis sebagai 'proses iteratif yang mencakup pembayangan dan penciptaan model bisnis [serta] bertujuan untuk merinci bagaimana sebuah organisasi menciptakan nilai (memecahkan masalah bagi para pemangku kepentingan) dan menangkap nilai (memecahkan masalah bagi organisasi itu sendiri)'. AI (Generatif) dapat mendukung proses desain melalui berbagai cara, mulai dari mempercepat perumusan ide dan meningkatkan pengambilan keputusan hingga mengungkap konfigurasi baru yang mungkin tidak langsung terlihat oleh perancang manusia. Tabel 6.2 menguraikan enam cara utama AI Generatif memengaruhi desain model bisnis, dengan menyoroti peran gandanya sebagai pendukung kreativitas sekaligus kekuatan strategis. Teknologi ini menentukan tidak hanya apa yang dilakukan oleh sebuah bisnis, tetapi juga bagaimana bisnis tersebut memandang perannya dalam ekosistem yang berkembang pesat.

Tabel 6.2 Penggunaan AI Generatif untuk (perancangan ulang) model bisnis

Pendekatan	Deskripsi (dan contoh)
Menghasilkan dan menganalisis data untuk	AI Generatif dapat mengumpulkan dan menyintesis informasi mengenai pasar, pesaing, teknologi, serta kebutuhan pelanggan secara cepat.

mendukung perancangan model bisnis	Procter & Gamble telah mulai menggunakan AI Generatif untuk mendukung riset pasar tahap awal, yang membantu tim merek mengevaluasi tren yang sedang berkembang dan preferensi konsumen dalam hitungan hari, bukan minggu (P&G R&D, t.t.).
Menghasilkan gagasan dalam jumlah besar	AI Generatif mampu menghasilkan berbagai elemen penyusun model bisnis—seperti aliran pendapatan, konfigurasi sumber daya, dan proposisi nilai—dengan cepat dan dalam skala yang tidak dapat ditandingi oleh tim manusia mana pun. Teknologi ini juga mendemokratisasi proses penciptaan ide dengan menghadirkan wawasan serta perspektif baru, bahkan bagi pengguna yang memiliki pengalaman manajemen terbatas. Melalui penyesuaian (<i>fine-tuning</i>) model berbasis GPT untuk segmen pasar tertentu, perusahaan asal Ceko, Creative Dock, melakukan simulasi wawancara persona, menguji proposisi nilai baru, dan mempercepat pengembangan produk layak minimum (<i>minimum viable product</i>). Menurut pendirinya, Martin Pejso, langkah ini menghasilkan "peningkatan efisiensi sebesar 30 persen di departemen TI, kenaikan efisiensi kerja desainer grafis sebesar 40 persen, serta percepatan tiga kali lipat dalam proses pembuatan konten dan <i>copywriting</i>," yang memicu pertumbuhan tahun-ke-tahun sebesar 50 persen tanpa perlu menambah jumlah tenaga kerja.
Menerapkan pendekatan 'desain zooming' pada model bisnis	Teknologi generatif memfasilitasi navigasi yang mulus antara arsitektur tingkat makro (misalnya, model menyeluruh seperti 'maskapai berbiaya hemat' versus 'maskapai premium' untuk maskapai baru) dan keputusan tingkat mikro (misalnya, sumber daya atau kemitraan spesifik yang diperlukan untuk peluncuran). Kemampuan ini mempercepat penyesuaian komponen-komponen individual dengan struktur model bisnis yang lebih luas. Seorang wirausahawan dapat berinteraksi dengan LLM untuk menyempurnakan, melakukan iterasi, dan menyelaraskan berbagai komponen model bisnis secara bertahap—baik satu sama lain maupun dengan kerangka kerja keseluruhannya (misalnya, dimulai dengan konsep umum "mendirikan perusahaan video game", lalu menggunakan LLM untuk merumuskan posisi perusahaan, sumber daya dan kapabilitas yang diperlukan, struktur organisasi, serta proposisi nilai, sembari memastikan adanya interaksi yang kohesif di antara seluruh elemen tersebut).
Memajukan penalaran analogis	Dengan memanfaatkan kumpulan data yang sangat besar mengenai berbagai model bisnis yang sudah ada, perangkat AI generatif dapat mengidentifikasi 'analogi yang relevan'. Hal ini membantu para wirausahawan dan manajer menemukan wawasan serta solusi dari industri yang berdekatan atau bahkan sama sekali berbeda. Penalaran analogis semacam itu meningkatkan kreativitas dan pertukaran ide model bisnis lintas industri.

	Cobalah ajukan pertanyaan ini kepada AI generatif favorit Anda: "Berikan kami 10 analogi kredibel dari industri yang sangat berbeda untuk menginspirasi inovasi model bisnis Nike." Kami telah mengujinya menggunakan model ChatGPT-o1 dari OpenAI, dan beberapa hasilnya memberikan wawasan yang sangat menarik dan tak terduga.
Memperkuat analisis refleksif dalam perancangan model bisnis	Teknologi generatif dapat mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, dan potensi risiko dalam usulan model bisnis secara sistematis. Teknologi ini berperan sebagai 'mitra latih tanding' (<i>sparring partner</i>) yang menjalankan berbagai simulasi atau analisis skenario berdasarkan faktor-faktor tekanan yang ditentukan oleh pengguna. Selanjutnya, pengguna dapat menyempurnakan atau mengubah arah (<i>pivot</i>) model mereka berdasarkan masukan berbasis AI yang diperoleh hampir secara waktu nyata (<i>near-real-time</i>).
Mengaburkan batas antara perancangan dan implementasi model bisnis	Kecepatan AI Generatif dalam menghasilkan dan melakukan iterasi pada model-model baru secara signifikan memperkecil jarak antara desain konseptual dan pengujian pasar. Bisnis digital dapat menjalankan pengujian secara langsung (<i>live</i>) dan memasukkan hasilnya secara langsung ke dalam perangkat generatif untuk penyempurnaan berkelanjutan. Hal ini menciptakan siklus desain, penerapan, dan penilaian ulang yang hampir tanpa jeda, sehingga menjadikan tahap penerapan sebagai bagian tak terpisahkan dari proses desain itu sendiri.

6.6 PELAKSANAAN OPERASIONAL: DARI VISI MAKRO HINGGA DETAIL MIKRO

Meskipun bagian-bagian sebelumnya dalam bab ini telah membahas transformasi tingkat makro—seperti pergeseran ekosistem bisnis dan inovasi model bisnis—perwujudan efektif dari potensi AI pada akhirnya bergantung pada keunggulan operasional. Pada dasarnya, strategi bisnis merumuskan aspek "apa" dan "mengapa" terkait keunggulan kompetitif, namun melalui struktur operasional-lah aspek "bagaimana" didefinisikan—yaitu mekanisme yang mewujudkan visi strategis menjadi kenyataan. Untuk memastikan inisiatif AI menghasilkan nilai nyata yang dapat diukur, organisasi harus menjembatani kesenjangan antara ambisi tingkat tinggi dan pelaksanaan di lapangan.

Hal ini melibatkan koordinasi yang cermat atas beberapa elemen yang saling bergantung: visi dan perencanaan strategis, desain organisasi, infrastruktur teknis, pengembangan tenaga kerja, transformasi budaya, manajemen risiko, dan evaluasi kinerja. Sebagaimana halnya dengan semua inisiatif yang memiliki dampak besar, penerapan AI yang efektif bermula dari visi strategis yang jelas dan berorientasi ke masa depan. Terlebih lagi, revolusi AI menuntut para eksekutif untuk mengembangkan kefasihan teknologi, yang memungkinkan mereka mengenali potensi AI sebagai katalisator pertumbuhan dan keunggulan kompetitif, bukan sekadar alat untuk menekan biaya. Sebagaimana telah diuraikan dalam bab ini maupun Bab 2, strategi yang dirancang dengan baik harus menyelaraskan kapabilitas internal dengan peluang pasar eksternal, dimulai dengan perumusan yang jelas

mengenai sikap perusahaan terhadap adopsi AI: apakah akan menempuh penerapan yang cepat dan agresif atau pendekatan bertahap yang disesuaikan dengan tingkat kesiapan perusahaan.

Beberapa perusahaan memperoleh keuntungan sebagai pelopor (*early-mover advantage*) dengan menerapkan AI secara cepat, sementara perusahaan lain memperoleh nilai lebih besar melalui program percontohan terkendali yang berkembang seiring waktu. Banyak perusahaan berhasil melalui pendekatan hibrida, yang memungkinkan unit bisnis yang berbeda untuk mengadopsi AI dengan kecepatan yang bervariasi berdasarkan kebutuhan spesifik dan tingkat kesiapan mereka. Sebagai contoh, departemen layanan pelanggan mungkin dapat dengan cepat menerapkan *chatbot*, sedangkan operasi manufaktur mungkin memerlukan pengujian yang lebih lama sebelum menerapkan teknologi robotika. Pihak pimpinan juga harus memastikan bahwa organisasi—dan, dalam lingkup yang lebih luas, mitra ekosistemnya—memiliki talenta dan keahlian yang diperlukan untuk tetap kompetitif di lingkungan yang didorong oleh AI. Meskipun tantangan ini sangat erat kaitannya dengan pengembangan tenaga kerja—yang akan dibahas kemudian dalam bagian ini—perencanaan strategis harus, yang terpenting, peka terhadap konteks, dengan menyelaraskan inisiatif AI terhadap kapabilitas perusahaan saat ini maupun yang diharapkan di masa depan. Pembelajaran mengidentifikasi tiga model strategis utama untuk penerapan AI: model *shaper* (pembentuk), yang menggunakan data eksklusif untuk menyesuaikan *foundation model* (model dasar) dan meraih keunggulan kompetitif melalui kustomisasi; model *taker* (pengambil), yang menggunakan solusi AI siap pakai dengan modifikasi minimal; serta model *maker* (pembuat), yang melibatkan pengembangan *foundation model* eksklusif demi mencapai diferensiasi maksimal.

Sebagian besar organisasi mengombinasikan elemen-elemen dari model-model tersebut; mereka menerapkan strategi *shaper* atau *maker* pada area di mana AI dapat memberikan nilai unik, sembari mengandalkan strategi *taker* untuk aplikasi yang lebih bersifat standar. Integrasi selektif ini memungkinkan perusahaan untuk berfokus pada kasus penggunaan yang berdampak besar sekaligus tetap fleksibel dalam menghadapi perkembangan teknologi dan pasar. Selain visi dan perencanaan strategis, penerapan AI yang efektif memerlukan desain organisasi yang secara aktif mendorong kolaborasi lintas disiplin dan fungsi bisnis. Struktur silo fungsional tradisional cenderung membatasi potensi AI, sedangkan struktur tim lintas fungsi terbukti lebih kondusif untuk menghasilkan dampak yang berarti. Tim-tim ini harus memadukan beragam keahlian: ilmuwan data yang memahami kemungkinan teknis serta keterbatasan AI, dan manajer bisnis yang memahami kebutuhan operasional. Sebagaimana akan dibahas lebih lanjut dalam Bab 7, peran tambahan sering kali diperlukan, termasuk ahli hukum untuk menangani masalah akuntabilitas dan tanggung jawab hukum, serta ahli etika untuk memastikan bahwa sistem AI mematuhi standar etika dan nilai-nilai kemasyarakatan.

Selain menyusun kombinasi keahlian yang tepat—di mana kemampuan teknis selaras dengan tujuan strategis—organisasi juga harus mempertimbangkan cakupan tanggung jawab yang diberikan kepada tim-tim ini. Penerapan AI yang efektif tidak hanya bergantung pada

komposisi tim, tetapi juga pada seberapa mendalam keterlibatan tim tersebut dalam siklus hidup AI. Tim lintas fungsi—dan mungkin lintas perusahaan—yang diberi tanggung jawab penuh dari hulu ke hilir (*end-to-end*), mulai dari pengembangan model hingga penerapan dan integrasi, mungkin berada pada posisi terbaik untuk memastikan solusi AI menghasilkan dampak nyata di seluruh ekosistem bisnis. Tanggung jawab yang menyeluruh ini mendukung pembelajaran berkelanjutan dan penerapan yang andal, sekaligus meningkatkan efisiensi operasional, kualitas pengambilan keputusan, serta prinsip-prinsip keadilan dan tanggung jawab yang lebih luas. Untuk memaksimalkan dukungan internal organisasi, upaya penerapan awal sebaiknya difokuskan pada alur kerja di mana AI menawarkan manfaat paling signifikan. Tim-tim ini harus mengevaluasi proses yang ada dan mendorong perbaikan pada berbagai aspek seperti biaya, akurasi, keadilan, akuntabilitas, dan pengalaman pelanggan.

Faktor krusial lainnya yang diperlukan untuk keberhasilan penerapan AI adalah tersedianya infrastruktur teknis yang tangguh. Untuk mendukung sistem AI dalam skala besar, organisasi harus memodernisasi arsitektur teknologi mereka guna memastikan integrasi yang mulus antara model AI, operasi internal, dan mitra ekosistem. Pembaruan semacam itu memungkinkan solusi AI beroperasi secara efisien lintas platform serta memfasilitasi pertukaran data secara *real-time* antarunit bisnis dan pihak eksternal yang bekerja sama. Hal yang tak kalah pentingnya adalah pengembangan praktik penyimpanan data yang tangguh serta kebijakan pengelolaan yang komprehensif (Bab 3). Praktik dan kebijakan ini harus terus berkembang untuk melindungi informasi rahasia perusahaan sekaligus memungkinkan pemanfaatan yang bertanggung jawab atas beragam sumber data yang sering kali tersebar. Mengingat ekosistem bisnis kini semakin mengandalkan lingkungan data bersama, organisasi harus menyeimbangkan aspek keamanan data dan aksesibilitas secara cermat—sebuah tantangan yang dibahas lebih lanjut dalam Bab 7.

Meskipun infrastruktur merupakan tulang punggung teknis dalam penerapan AI, teknologi saja tidaklah cukup. Mewujudkan potensi penuh AI menuntut investasi yang berjalan beriringan—dan bisa dibilang lebih krusial—pada dimensi manusia: yakni pengembangan talenta dan budaya organisasi yang mampu mengubah kapabilitas teknis menjadi keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Untuk itu, organisasi harus memprioritaskan peningkatan keterampilan (*upskilling*) bagi personel teknis agar mereka siap menghadapi tuntutan AI yang terus berkembang, sekaligus membangun pemahaman serta kemahiran (*fluency*) terkait AI di kalangan staf non-teknis (Bab 7). Komitmen ganda ini memastikan bahwa baik personel teknis maupun bisnis dapat berinteraksi secara bermakna dengan AI, sehingga tercipta keterkaitan erat antara inovasi teknologi dan ketajaman strategis.

Mewujudkan integrasi ini menuntut budaya perusahaan yang berlandaskan pada kelincahan, eksperimentasi, dan pembelajaran berkelanjutan. Budaya semacam itu menumbuhkan ketangguhan dalam menghadapi ketidakpastian. Ketika eksperimentasi menjadi hal yang lumrah dan siklus pembelajaran berlangsung singkat, organisasi menjadi lebih siap untuk mengidentifikasi kasus penggunaan bernilai tinggi, belajar dari kegagalan, serta memperluas skala inisiatif yang berhasil ke berbagai fungsi. Membangun budaya ini

mengharuskan penanaman pola pikir organisasi dan norma bersama yang secara aktif mendukung serta memperkuat budaya tersebut.

Kepemimpinan memegang peran sentral dalam membentuk transformasi budaya dan kognitif ini. Dengan mengedepankan pengambilan keputusan berbasis bukti dan mendorong keterlibatan langsung dalam penggunaan perangkat AI, manajemen membantu mengintegrasikan AI ke dalam ritme kehidupan organisasi. Akses luas terhadap dukungan keputusan berbasis AI tidak hanya meningkatkan daya tanggap, tetapi juga memberdayakan karyawan untuk memperoleh nilai secara *real-time* dari aplikasi AI. Pada akhirnya, tenaga kerja yang melek AI dan adaptif—didukung oleh kemitraan yang kuat, yang sebagian di antaranya mungkin mencakup rantai nilai industri AI (Generatif) yang lebih luas (Bagian 6.3)—memungkinkan organisasi untuk memandang AI bukan sekadar sebagai teknologi pelengkap, melainkan sebagai penggerak utama transformasi bisnis.

Terakhir, manajemen risiko dan evaluasi kinerja berfungsi sebagai pagar pembatas krusial bagi penerapan AI yang efektif. Organisasi harus menetapkan kebijakan komprehensif yang melampaui sekadar kepatuhan dasar dan menunjukkan komitmen nyata terhadap prinsip-prinsip etika, serta mendorong transparansi dan kemampuan untuk memberikan penjelasan (*explainability*) (Bab 3). Mempertahankan sikap ini dan menangani risiko secara proaktif—seperti halusinasi AI, pelanggaran privasi, dan keluaran yang bias—membantu memitigasi risiko reputasi dan hukum, topik yang dibahas lebih mendalam dalam Bab 7.

Untuk menilai kinerja sistem AI di bawah tekanan, perusahaan dapat menggunakan pemodelan *black swan*—simulasi peristiwa langka namun berdampak besar—serta uji ketahanan (*stress testing*) dalam kondisi ekstrem atau tak terduga. Secara bersamaan, langkah-langkah pengamanan yang mengurangi kemungkinan dan dampak perilaku di luar kebiasaan (*outlier*) dapat membantu membendung gangguan sistemik. Mengingat pesatnya perubahan teknologi, penilaian risiko harus tetap dinamis dan terus berkembang untuk mengatasi ancaman baru, standar regulasi yang berubah, serta isu etika yang muncul, sembari memperkuat akuntabilitas dan penggunaan AI yang bertanggung jawab.

Bersamaan dengan pengawasan risiko, organisasi memperoleh manfaat dari adanya fungsi keuangan khusus yang memantau biaya aktual dan imbal hasil nyata dari inisiatif AI, sehingga berkontribusi pada keberlanjutan keuangan jangka panjang. Sebagaimana akan ditunjukkan pada bagian selanjutnya, tingkat pengawasan keuangan semacam ini meningkatkan kelangsungan jangka panjang dan memfasilitasi alokasi sumber daya yang selaras dengan tujuan bisnis yang lebih luas. Agar efektif, evaluasi kinerja tidak boleh hanya terbatas pada metrik keuangan, tetapi juga harus mencakup indikator seperti efisiensi operasional, peningkatan pengalaman pelanggan, dan dampak strategis. Mengingat sifat AI dan pasar yang bersinggungan dengannya terus berkembang pesat, organisasi juga harus tetap tangkas—siap melakukan penyesuaian ulang seiring matangnya teknologi dan berubahnya lanskap persaingan.

Singkatnya, kinerja organisasi di era AI tidak hanya ditentukan oleh teknologi semata, melainkan oleh kemampuan untuk mengintegrasikan sistem AI dengan keahlian manusia, kemitraan strategis, dan berbagai kapabilitas pelengkap lainnya. Masa depan bisnis akan

berpusat pada ekosistem di mana kolaborasi antara manusia dan AI menjadi landasan bagi penciptaan nilai yang mulus dan menyeluruh (*end-to-end*) lintas fungsi serta batas-batas organisasi (Bagian 6.4). Organisasi yang mengadopsi ekosistem berbasis AI dan berkomitmen pada inovasi berkelanjutan—baik dalam model bisnis (Bagian 6.5) maupun budaya organisasi—akan berada pada posisi terbaik untuk mencapai efisiensi biaya, diferensiasi strategis, atau fokus pasar yang terarah. Untuk memanfaatkan potensi AI secara maksimal sekaligus mengelola risikonya secara efektif, perusahaan harus mendapatkan talenta yang tepat, menjaga integritas data, menyederhanakan pengambilan keputusan antarperusahaan, membangun kepercayaan di antara mitra ekosistem, serta memastikan kepatuhan terhadap regulasi.

6.7 BIAYA FINANSIAL IMPLEMENTASI

Melanjutkan pembahasan pada bagian sebelumnya, keberhasilan implementasi strategi AI memerlukan perencanaan keuangan yang cermat dan mencakup berbagai dimensi. Organisasi harus membangun pemahaman menyeluruh mengenai biaya yang terkait dengan infrastruktur, perangkat lunak, sumber daya manusia, dan upaya integrasi, serta berbagai biaya tersembunyi yang sering muncul selama proses implementasi. Meskipun kerangka kerja teknis dan pertimbangan operasional menjadi landasan adopsi AI, implikasi finansial juga harus diperhatikan untuk memastikan implementasi yang berkelanjutan.

Inisiatif AI biasanya berlangsung melalui beberapa tahap investasi yang berbeda, di mana setiap tahap dibangun berdasarkan tahap sebelumnya. Organisasi umumnya memulai dengan investasi dasar pada infrastruktur inti dan program pelatihan awal. Landasan ini kemudian mendukung tahap berikutnya yang melibatkan biaya integrasi, saat fokus beralih ke konektivitas sistem, perancangan ulang proses, dan manajemen perubahan organisasi. Program percontohan pada tahap ini sering kali membutuhkan dana ratusan ribu euro, dengan biaya yang meningkat secara signifikan saat penerapan skala penuh dilakukan. Setelah AI terintegrasi ke dalam operasional, organisasi menghadapi biaya terkait optimalisasi yang bertujuan untuk meningkatkan kinerja, memperkuat keamanan, dan meningkatkan efisiensi. Tahap investasi terakhir melibatkan biaya inovasi melalui pembelajaran dan pengembangan (R&D), yang memungkinkan organisasi mempertahankan keunggulan kompetitif mereka. Latihan Praktis 6.2 mengilustrasikan pendekatan bertahap ini menggunakan kasus hipotetis sistem *checkout* pintar, serta menyoroti estimasi biaya dan prioritas strategis pada setiap tahap investasi.

Latihan Praktis 6.2: Merencanakan sistem *checkout* berbasis AI

Bayangkan Anda memimpin jaringan ritel dengan banyak gerai yang berencana memperkenalkan sistem *checkout* pintar berbasis AI, yang memungkinkan pelanggan keluar membawa barang belanjaan mereka tanpa perlu memindainya. Untuk mengimplementasikan inovasi ini secara sukses, pendekatan keuangan yang terstruktur sangatlah penting. Model biaya AI berlapis membantu mengelola pengeluaran secara efektif di berbagai tahapan. Lapisan dasar berfokus pada penyiapan infrastruktur, termasuk kamera

beresolusi tinggi, sensor, penyimpanan *cloud*, dan perangkat lunak AI untuk pengenalan objek. Investasi awal untuk perangkat keras saja bisa mencapai Rp.3.000.000, ditambah biaya layanan *cloud* dan lisensi perangkat lunak sebesar Rp.1.500.000 per tahun. Program perekrutan dan pelatihan karyawan mungkin memerlukan tambahan dana sebesar Rp.2.000.000.

Setelah infrastruktur tersedia, lapisan integrasi mencakup tahap pengujian dan adopsi awal. AI harus diintegrasikan ke dalam sistem pembayaran toko, dengan biaya pengembangan perangkat lunak sebesar Rp.800.000. Program percontohan di lokasi-lokasi tertentu—yang mencakup pemasangan perangkat keras, penyediaan staf sementara, dan penanganan masalah teknis—dapat menambah biaya sebesar Rp.600.000, sementara pelatihan bagi karyawan dan pelanggan mungkin memerlukan tambahan Rp.600.000. Tahap ini, dengan total biaya Rp.2.000.000, memastikan kesiapan operasional sebelum penerapan berskala penuh.

Setelah uji coba berhasil, tahap optimalisasi memverifikasi skalabilitas sistem. Peningkatan algoritma AI untuk memperbaiki pengenalan objek dan pencegahan penipuan dapat menelan biaya Rp.1.000.000, sedangkan perluasan sistem ke berbagai toko mungkin membutuhkan dana Rp.5.000.000 untuk peningkatan infrastruktur dan dukungan TI. Kegiatan litbang (R&D) untuk menyempurnakan akurasi AI dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi dapat menambah biaya sebesar Rp.1.000.000, sehingga total biaya untuk tahap ini menjadi Rp.7.000.000.

Terakhir, tahap inovasi mendorong pertumbuhan jangka panjang dan menciptakan keunggulan kompetitif. Analisis prediktif berbasis AI dapat meningkatkan akurasi prakiraan penjualan, sementara penerapan model penetapan harga yang dipersonalisasi mungkin memerlukan investasi sebesar Rp.1.500.000 untuk perangkat analisis data. Kemitraan strategis dengan perusahaan AI guna mempertahankan keunggulan kompetitif dapat menelan biaya hingga Rp.1.000.000 per tahun. Tahap ini, dengan total biaya Rp.2.500.000, melampaui sekadar penerapan dasar untuk membuka sumber pendapatan baru dan meningkatkan nilai bisnis. Meskipun contoh ini bersifat hipotetis, penggunaan model biaya berlapis memungkinkan perusahaan memperkirakan kebutuhan investasi AI pada setiap tahapan, sehingga memastikan penerapan yang hemat biaya, meminimalkan risiko, dan memaksimalkan imbal hasil jangka panjang. Total estimasi biaya untuk penerapan penuh dalam skenario ini mencapai Rp.18.000.000.

Ditinjau dari perspektif waktu, organisasi biasanya menyusun inisiatif AI mereka dalam tiga fase utama untuk mengelola biaya secara efektif. Fase awal berfokus pada pembangunan infrastruktur dasar dan peluncuran proyek percontohan (*pilot projects*)—yang selaras dengan tahap investasi fondasi dan integrasi. Investasi awal ini memungkinkan organisasi untuk memvalidasi kasus penggunaan AI sebelum berkomitmen pada implementasi yang lebih luas. Fase kedua berpusat pada peningkatan skala proyek percontohan yang berhasil dan penguatan kapabilitas organisasi—sejalan dengan tahap investasi optimalisasi. Fase ini dapat berlangsung dalam jangka waktu yang cukup lama dan sering kali membutuhkan investasi bernilai jutaan

euro seiring dengan terintegrasinya AI ke dalam proses bisnis inti. Fase terakhir memprioritaskan peningkatan kapabilitas dan inovasi. Tingkat investasi dan komitmen waktu pada tahap ini sangat bervariasi, bergantung pada tujuan strategis dan tingkat ambisi organisasi.

Dari segi konten, kebutuhan finansial untuk implementasi AI terutama mencakup dua dimensi utama: infrastruktur teknologi dan modal manusia. Infrastruktur teknologi melibatkan investasi awal yang signifikan serta biaya berkelanjutan. Biaya komputasi awan (*cloud computing*) biasanya berkisar antara ratusan hingga puluhan ribu euro per bulan, yang besarnya bergantung pada kompleksitas dan cakupan implementasi. Selain itu, organisasi harus berinvestasi pada perangkat keras khusus, seperti klaster GPU atau TPU, serta infrastruktur jaringan yang ditingkatkan kemampuannya untuk menangani beban kerja AI yang intensif. Pemeliharaan lingkungan pengembangan dan pengujian yang aman serta dapat ditingkatkan skalanya (*scalable*) juga turut berkontribusi pada total biaya infrastruktur. Biaya terkait perangkat lunak mencakup lisensi platform AI, yang umumnya bernilai beberapa ribu euro per pengguna setiap tahunnya. Lebih lanjut, sistem manajemen data menjadi komponen biaya utama, mengingat sifat aplikasi AI yang intensif data serta kebutuhan akan solusi penyimpanan, pemrosesan, dan tata kelola data yang tangguh (Bab 3).

Modal manusia bisa dibilang merupakan investasi paling krusial dan strategis dalam implementasi AI. Pasar talenta AI yang sangat kompetitif menyebabkan tingginya ekspektasi gaji bagi ilmuwan data (*data scientist*), insinyur AI, spesialis pembelajaran mesin (*machine learning*), dan manajer proyek teknis. Selain perekrutan, organisasi harus berinvestasi dalam pembelajaran dan pengembangan berkelanjutan untuk memastikan tim teknis tetap mengikuti perkembangan teknologi AI yang bergerak cepat. Tenaga kerja secara keseluruhan juga sama pentingnya. Sebagaimana disebutkan pada bagian sebelumnya, organisasi semakin banyak mengalokasikan sumber daya untuk meningkatkan keterampilan (*upskilling*) karyawan di berbagai departemen, sering kali dengan menginvestasikan ribuan euro per karyawan dalam program-program yang berkisar dari literasi dasar AI hingga pelatihan teknis tingkat lanjut. Meskipun investasi pada modal manusia ini tergolong besar, hal tersebut sangat penting untuk membuka potensi penuh AI dan memastikan adopsi yang berkelanjutan di seluruh organisasi.

Selain pengeluaran terkait teknologi dan talenta, biaya tersembunyi dan faktor risiko juga patut mendapat perhatian serius. Salah satu masalah yang sangat penting adalah *technical debt* (utang teknis)—yaitu biaya jangka panjang yang harus ditanggung organisasi ketika mereka memilih solusi teknis yang cepat atau praktis, alih-alih berinvestasi pada solusi yang lebih berkelanjutan dan terstruktur dengan baik. Sama halnya dengan utang finansial, utang teknis akan mengakumulasi "bunga" seiring berjalannya waktu, yang secara bertahap membuat sistem menjadi lebih sulit dan mahal untuk dipelihara, ditingkatkan, atau dikembangkan skalanya. Sebagai contoh, Mondelez, salah satu perusahaan makanan ringan terbesar di dunia, menghadapi kendala akibat lanskap TI yang terfragmentasi dan terdiri dari lebih dari 1.000 aplikasi, yang banyak di antaranya bersifat redundan (tumpang tindih). Kompleksitas ini menghambat kemampuan perusahaan untuk memanfaatkan peluang yang ditawarkan AI. Bekerja sama dengan Accenture, Mondelez melakukan penilaian menyeluruh

terhadap kualitas perangkat lunak, kinerja, dan biaya operasional setiap aplikasi. Perusahaan kemudian mengonsolidasikan sistemnya menjadi portofolio yang lebih ramping, sehingga secara signifikan mengurangi total biaya kepemilikan (*total cost of ownership*). Inisiatif ini berhasil menurunkan utang teknis dengan memangkas biaya infrastruktur, lisensi, dan manajemen.

Pengelolaan utang teknis yang efektif menuntut investasi berkelanjutan dalam pemeliharaan dan pembaruan sistem. Pada saat yang sama, organisasi harus bersiap menghadapi penurunan produktivitas sementara selama masa transisi sistem serta mengalokasikan sumber daya yang memadai untuk mendukung inisiatif perubahan budaya. Resistensi karyawan, ditambah dengan tekanan eksternal—seperti dinamika persaingan dan perubahan regulasi—mungkin mengharuskan adanya investasi tambahan. Pada akhirnya, keberhasilan implementasi AI bergantung pada cara organisasi memandang biaya-biaya tersebut; bukan sebagai pengeluaran satu kali, melainkan sebagai komitmen strategis jangka panjang. Pendekatan investasi bertahap memungkinkan organisasi untuk menilai imbal hasil pada setiap tahap sebelum melakukan ekspansi skala, sementara jadwal implementasi yang terbagi dalam beberapa fase memfasilitasi pengelolaan biaya yang lebih efisien serta perwujudan nilai jangka panjang.

Organisasi dapat menerapkan berbagai teknik optimalisasi biaya untuk memaksimalkan imbal hasil dari investasi AI mereka. Pada tingkat infrastruktur, pengelolaan sumber daya cloud yang efisien merupakan hal yang krusial. Dengan menerapkan mekanisme *auto-scaling* dan memantau penggunaan sumber daya secara cermat, perusahaan dapat menekan biaya operasional secara signifikan tanpa mengorbankan kinerja. Pengembangan talenta merupakan aspek penting lainnya untuk optimalisasi. Alih-alih sangat bergantung pada perekrutan eksternal yang memakan biaya tinggi, organisasi dapat membangun kapabilitas AI dengan cara yang lebih hemat biaya melalui investasi dalam program pelatihan internal dan pembentukan kemitraan strategis—yang berpotensi melibatkan ekosistem mereka yang lebih luas. Terakhir, strategi pengadaan berperan penting dalam mengendalikan biaya jangka panjang. Membangun hubungan jangka panjang dengan vendor, menegosiasikan harga berbasis volume, serta mengamankan kontrak multi-tahun dapat meningkatkan efisiensi biaya dalam pengadaan perangkat lunak, layanan, dan platform terkait AI.

Secara keseluruhan, besaran investasi yang diperlukan untuk keberhasilan adopsi AI sangat bervariasi tergantung pada ukuran, industri, dan ambisi strategis organisasi. Perusahaan berskala besar biasanya mengalokasikan dana bernilai jutaan euro dalam jangka waktu beberapa tahun, dengan mendistribusikan sumber daya untuk pengembangan infrastruktur, perekrutan talenta, integrasi sistem, dan program pelatihan yang komprehensif. Sebaliknya, perusahaan di segmen pasar menengah cenderung beroperasi dengan anggaran yang lebih terbatas dan jangka waktu yang lebih singkat, meskipun mereka sering kali mempertahankan proporsi investasi yang serupa di berbagai bidang utama tersebut.

Meskipun komitmen finansial tersebut mungkin tampak besar, namun sering kali komitmen tersebut mempunyai alasan yang kuat. Banyak perusahaan memperkirakan AI akan menjadi kekuatan disruptif sekaligus sumber pendapatan di tahun-tahun mendatang. Namun,

penghitungan ROI untuk proyek AI memerlukan pendekatan yang berbeda, yaitu pendekatan yang menyeimbangkan keuntungan jangka pendek dengan penciptaan nilai jangka panjang. Keuntungan tahap awal sering kali berasal dari otomatisasi dan peningkatan efisiensi, namun manfaat paling besar biasanya terwujud seiring berjalannya waktu melalui perluasan pangsa pasar, penciptaan aliran pendapatan inovatif, dan posisi kompetitif yang lebih kuat. Jangka waktu realisasi nilai yang diperpanjang ini menyoroti pentingnya modal yang sabar dan perencanaan keuangan berwawasan ke depan. Daripada hanya berfokus pada keuntungan jangka pendek, organisasi harus tetap fleksibel dalam mengalokasikan sumber dayanya – memastikan bahwa kapabilitas inti mendapat pendanaan yang memadai sambil mempertahankan kelincahan untuk beradaptasi dengan prioritas yang terus berkembang. Untuk mencapai keseimbangan ini memerlukan kerangka tata kelola yang kuat yang dapat mengelola biaya secara efektif sekaligus menjaga inisiatif AI tetap selaras dengan tujuan strategis yang lebih luas.

Singkatnya, dampak finansial AI tidak hanya mencakup pengeluaran teknologi secara langsung, tetapi juga membentuk transformasi organisasi yang lebih luas, pengembangan bakat, dan posisi pasar yang strategis. Organisasi yang mengenali dan mengelola dimensi keuangan yang saling berhubungan ini memiliki posisi yang lebih baik dalam mengarahkan keberhasilan transformasi digital dan mengamankan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan dalam lingkungan bisnis yang semakin didorong oleh AI.

Poin-Poin Utama

- Sekadar mengadopsi AI secara terpisah tidaklah cukup untuk mencapai keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Nilai strategis muncul ketika AI terintegrasi secara mendalam dengan data eksklusif, keahlian manusia, dan rutinitas organisasi yang sulit ditiru.
- AI berfungsi paling efektif sebagai kapabilitas dinamis, yang memungkinkan organisasi untuk mendeteksi peluang, memanfaatkannya melalui inovasi, serta mengonfigurasi ulang sumber daya guna memperkuat strategi generik dan mendorong transformasi rantai nilai.
- Saat diintegrasikan ke dalam proses inti organisasi, penerapan strategis AI menghasilkan umpan balik yang menyempurnakan kinerjanya sendiri—menciptakan siklus penguatan yang meningkatkan teknologi dasar tempat AI tersebut dibangun.
- Dalam beberapa tahun terakhir, telah muncul rantai nilai industri AI (termasuk AI Generatif) yang khas, terdiri dari lapisan-lapisan yang saling bergantung—mulai dari perangkat keras dan infrastruktur cloud hingga model dasar (*foundation models*), MLOps, aplikasi, serta layanan—yang masing-masing memainkan peran krusial dalam pengembangan, peningkatan skala, dan penerapan solusi AI di berbagai industri.
- AI mendisrupsi rantai nilai tradisional, memaksa perusahaan untuk beradaptasi dengan ekosistem yang semakin vital serta memikirkan kembali model bisnis yang—setidaknya sebagian—dibentuk melalui kolaborasi dengan mitra AI yang memiliki spesialisasi di bidang tersebut.

- Business Model Canvas dan model RCOV memungkinkan perusahaan untuk memvisualisasikan, menyempurnakan, dan mengembangkan model bisnis mereka demi integrasi AI yang efektif.
- AI berpotensi mengubah setiap elemen penyusun Business Model Canvas, serta pilar dan hubungan dalam model RCOV—dengan menghadirkan aliran pendapatan baru, mengubah struktur biaya, dan mendorong perusahaan untuk meninjau kembali strategi monetisasi serta penciptaan nilai.
- OSAI mempercepat adopsi AI, menekan biaya, dan memfasilitasi model bisnis baru melalui kolaborasi lintas industri.
- Keberhasilan adopsi AI tidak hanya bergantung pada teknologi mutakhir; hal ini juga memerlukan visi strategis yang jelas, desain organisasi yang adaptif, infrastruktur teknis yang tangguh, talenta yang terampil dan melek AI, budaya pembelajaran berkelanjutan, serta kerangka kerja yang kuat untuk manajemen risiko dan evaluasi kinerja.

BAB 7

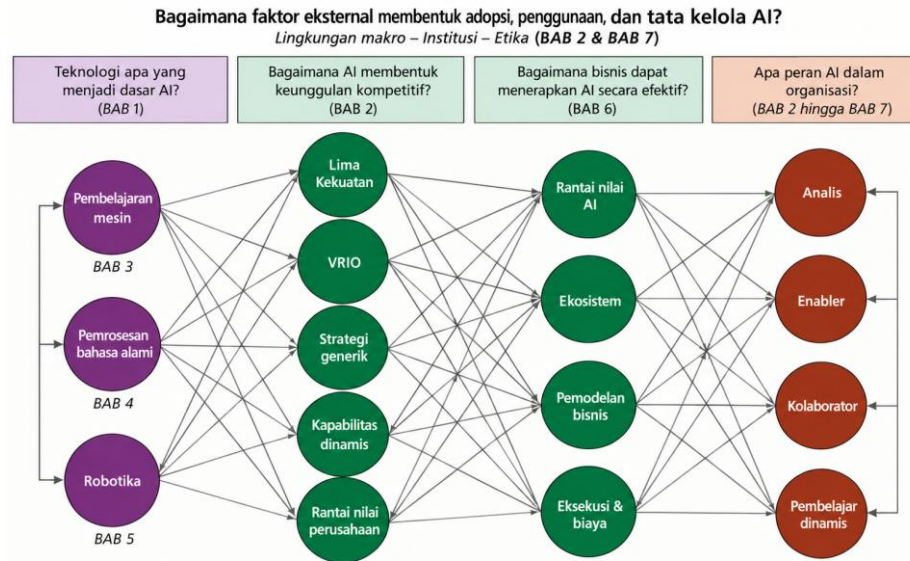
MENAVIGASI AI DI TENGAH KEKUATAN INSTITUSIONAL

7.1 PENGEMBANGAN DAN PENGGUNAAN AI

Bab-bab sebelumnya telah membahas secara mendalam peluang dan tantangan strategis yang terkait dengan pengembangan dan penggunaan AI. Namun, bab ini mengambil perspektif yang lebih luas dan tingkat tinggi, dengan fokus pada pengaruh kelembagaan dan pertimbangan etis. Perusahaan harus menavigasi kerangka hukum dan peraturan yang kompleks, yang sangat bervariasi antarwilayah, sebagaimana diilustrasikan dalam *vignette* pembuka bab ini. Selain itu, mereka harus menangani berbagai isu utama seperti bias algoritmik, akuntabilitas, transparansi, privasi, masalah keamanan, dan dampak lingkungan.

Lebih jauh lagi, AI sedang mengubah lanskap pasar kerja—mengganggu peran yang sudah ada sekaligus menciptakan peran baru—sehingga menuntut adaptasi tenaga kerja dan pendefinisian ulang sifat kolaborasi antara manusia dan mesin. Kerangka kerja menyeluruh kami dalam Gambar 7.1 menunjukkan bagaimana bab ini melengkapi (bagian dari) Bab 2 dengan mengkaji bagaimana kekuatan eksternal membentuk adopsi, penggunaan, dan tata kelola AI, sebagaimana digambarkan oleh bingkai luar diagram yang terinspirasi oleh jaringan saraf (*neural network*).

Untuk itu, kami memperkenalkan dan menerapkan pendekatan berbasis institusi (*institution-based view* atau IBV) dari Peng guna menjelaskan peran kekuatan kelembagaan dalam adopsi AI dan pengambilan keputusan strategis. Selanjutnya, dengan mengacu pada konsep *strategy tripod* yang komprehensif dari Peng, kami menganalisis interaksi dinamis antara tekanan kelembagaan, persaingan industri, dan kapabilitas organisasi. Pembahasan kami menyoroti bagaimana perusahaan dapat mengelola kepatuhan terhadap regulasi dan ekspektasi masyarakat sembari berupaya mempertahankan keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Setelah itu, kami mengkaji tantangan etis dan lingkungan yang ditimbulkan oleh AI, mengeksplorasi solusi yang ada maupun yang potensial, serta menilai dampak AI terhadap tenaga kerja. Bab ini diakhiri dengan mengevaluasi lintasan perkembangan AI, dengan mempertimbangkan kemajuan terkini maupun masa depan.



Gambar 7.1 Kerangka kerja menyeluruh buku ini

Vignette Pembuka

AI dan labirin kelembagaan: Kasus ekspansi global OpenAI

Pada tahun 2023, pesatnya peningkatan popularitas OpenAI hingga ke tingkat global menghadapi perusahaan tersebut pada hambatan regulasi yang tak terduga. Saat melakukan ekspansi lintas negara, perusahaan ini menjumpai lanskap kelembagaan yang sangat beragam dan kontras. Salah satu tantangan terbesar muncul di Italia, tempat otoritas perlindungan data nasional sempat melarang penggunaan ChatGPT karena kekhawatiran mengenai pelanggaran privasi dan ketidakpatuhan terhadap GDPR (*General Data Protection Regulation* atau Regulasi Umum Perlindungan Data). OpenAI terpaksa menghentikan sementara operasinya di Italia, merevisi kebijakan privasi, serta menerapkan langkah-langkah transparansi baru guna memenuhi tuntutan regulator sebelum diizinkan untuk kembali beroperasi.

Demikian pula di Tiongkok, perusahaan ini menghadapi masalah kepatuhan seiring langkah pemerintah memperketat regulasi terkait konten buatan AI dan keamanan siber; hal ini membuat OpenAI hampir mustahil beroperasi tanpa melakukan modifikasi signifikan pada model-modelnya. Sebaliknya, Amerika Serikat pada saat itu belum memiliki kerangka regulasi AI yang menyeluruh, sehingga menghasilkan tumpang-tindih kebijakan di tingkat negara bagian yang membuat kepatuhan menjadi rumit, namun di sisi lain juga memberikan tingkat fleksibilitas tertentu. OpenAI harus menyeimbangkan antara inovasi dan regulasi, menyesuaikan strateginya dengan persyaratan di berbagai wilayah sembari memastikan model AI-nya selaras dengan beragam norma etika, standar hukum, dan harapan masyarakat. Pengalaman ini menunjukkan bagaimana perusahaan yang melakukan ekspansi harus merespons lanskap kompleks yang terdiri dari berbagai kekuatan regulasi, norma, dan budaya. Kasus ini menjadi contoh nyata dalam diskusi yang lebih luas mengenai tata kelola AI serta perlunya dunia usaha untuk terus beradaptasi dengan tekanan kelembagaan yang senantiasa berubah.

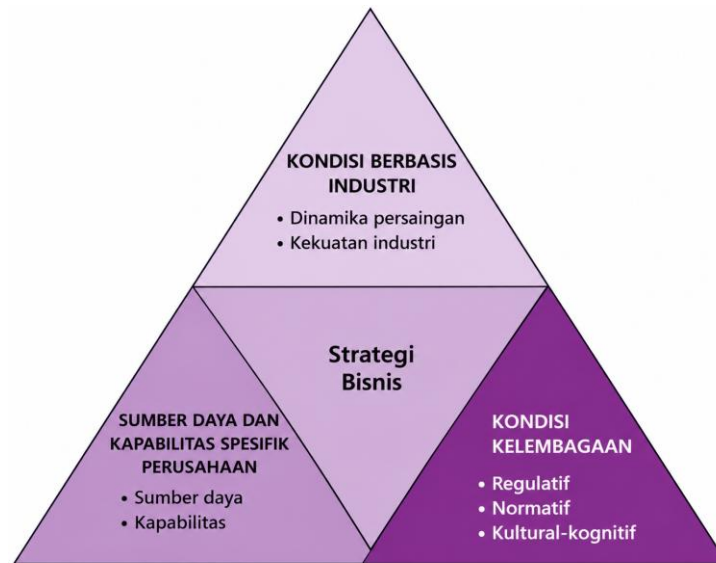
7.2 PANDANGAN BERBASIS INSTITUSI (IBV)

Saat menyusun strategi bisnis, para manajer harus mempertimbangkan berbagai perspektif untuk mengambil keputusan yang tepat dan berdasar. Selama ini, pendekatan kita terhadap strategi bisnis dan keunggulan kompetitif terutama didasarkan pada dua pendekatan utama: persaingan berbasis industri dan pandangan berbasis sumber daya (*resource-based view*) (Bab 2). Perspektif berbasis industri, yang dicontohkan oleh model *Five Forces* (Lima Kekuatan) dari Porter, memungkinkan bisnis untuk menilai struktur industri serta mengidentifikasi faktor-faktor yang membentuk posisi strategis dan profitabilitas. Dengan memahami dinamika persaingan ini, perusahaan dapat menentukan di mana dan bagaimana cara bersaing secara paling efektif. Sebaliknya, perspektif berbasis sumber daya, sebagaimana diuraikan dalam kerangka kerja VRIO dari Barney, menekankan pada perolehan keunggulan kompetitif dengan memanfaatkan sumber daya dan kapabilitas yang bernilai, langka, sulit ditiru, dan terorganisasi dengan baik. Aset-aset ini—yang sering kali bersifat dinamis—dapat ditata dan diintegrasikan lebih lanjut melalui kerangka kerja Rantai Nilai (*Value Chain*) dari Porter, yang menggambarkan bagaimana perusahaan menciptakan, menghantarkan, dan mempertahankan nilai.

Pengenalan tentang Institusi

Bisnis tidak beroperasi dalam ruang hampa. Selain persaingan industri eksternal serta sumber daya dan kapabilitas internal, perusahaan juga dibentuk oleh lingkungan institusional yang lebih luas, yang mencakup peraturan formal, harapan budaya, dan standar etika yang menentukan bagaimana bisnis dijalankan. Institusi-institusi ini tidak hanya memengaruhi dinamika persaingan, tetapi juga cara perusahaan mengembangkan dan mendayagunakan sumber daya serta kapabilitas mereka. Pada saat yang sama, bisnis dapat secara aktif mengarahkan lingkungan institusional, sehingga turut berkontribusi pada evolusi peraturan, norma, dan standar dari waktu ke waktu.

Untuk mengakomodasi peran penting institusi, bab ini memperkenalkan IBV dari Peng beserta kerangka kerja *strategy tripod* (tripod strategi) miliknya. Konsep *strategy tripod* (tripod strategi) menyatukan tiga faktor penentu utama keberhasilan strategis: persaingan berbasis industri (seperti yang dibahas melalui model *Five Forces* Porter pada Bab 2), sumber daya dan kapabilitas spesifik perusahaan (seperti yang dikaji melalui kerangka kerja VRIO Barney, juga pada Bab 2), serta lingkungan kelembagaan.



Gambar 7.2 Tripod strategi Peng

Konsep *strategy tripod* dari Peng, yang ditampilkan dalam Gambar 7.2, menekankan bahwa strategi bisnis bukan sekadar tentang memilih industri yang menarik atau membangun sumber daya dan kapabilitas internal yang kuat, melainkan juga tentang menyikapi 'aturan main' (*rules of the game*) yang lebih luas yang mengatur perilaku bisnis.

Secara akademis, institusi didefinisikan secara luas sebagai 'batasan yang diciptakan manusia yang menstrukturkan interaksi politik, ekonomi, dan sosial'. Institusi mencakup elemen formal—seperti hukum dan peraturan—serta elemen informal, seperti norma sosial, praktik budaya, dan standar etika bersama. Secara kolektif, elemen-elemen ini membentuk lanskap tempat perusahaan harus bersaing, berinovasi, dan berkembang.

Tiga Pilar Institusional

Institusi umumnya dipahami terbentuk di seputar tiga pilar utama: regulatif, normatif, dan kognitif-budaya. Pilar-pilar ini mencakup spektrum yang membentang dari aturan formal yang ditegakkan secara hukum hingga keyakinan budaya yang mengakar kuat dan praktik-praktik yang dianggap lumrah tanpa perlu dipertanyakan lagi. Meskipun setiap pilar beroperasi dengan cara yang berbeda, ketiganya bersama-sama memberikan stabilitas dan prediktabilitas yang diperlukan untuk mendukung interaksi sosial dan ekonomi. Bagian ini memperkenalkan ketiga pilar tersebut, yang kemudian akan diterapkan pada kasus ekosistem AI di bagian selanjutnya.

Pilar regulatif mencakup aturan formal, hukum, dan peraturan, beserta sanksi yang menyertainya (misalnya, peraturan perlindungan data). Ketentuan dalam pilar ini diberlakukan oleh pemerintah dan badan otoritatif lainnya, menciptakan kerangka kerja koersif yang mengatur bagaimana bisnis beroperasi. Sebagai contoh, perusahaan yang beroperasi di Eropa—terlepas dari negara asalnya—wajib mematuhi *General Data Protection Regulation* (GDPR). Peraturan ini menegakkan standar privasi data dan etika yang ketat, guna memastikan penanganan data pribadi yang bertanggung jawab. Ketidakpatuhan dapat berakibat pada denda yang besar, hukuman hukum, dan sanksi regulatif lainnya.

Pilar normatif mengacu pada norma, nilai, dan harapan yang ditetapkan oleh para pelaku utama dalam suatu industri atau ekosistem, seperti mitra bisnis, peneliti, kelompok advokasi, dan pelanggan. Praktik terbaik dalam pengembangan AI, misalnya, meskipun tidak diwajibkan secara hukum, sering kali memberikan pengaruh signifikan terhadap perilaku bisnis. Perusahaan mungkin memprioritaskan praktik AI yang etis untuk mencegah bias (topik yang dibahas di Bagian 7.4.1) serta untuk menyelaraskan diri dengan nilai-nilai masyarakat dan harapan pemangku kepentingan. Hal ini membantu menjelaskan mengapa model bahasa besar (*Large Language Models* atau LLM) seperti ChatGPT, Claude, dan Gemini menolak memberikan informasi mengenai pembuatan bom atau menghasilkan konten yang menjurus ke arah seksual secara eksplisit. Meskipun ketidakpatuhan terhadap norma-norma ini tidak serta-merta berakibat pada sanksi hukum, hal tersebut dapat sangat merusak reputasi perusahaan, mengikis kepercayaan konsumen, dan memicu pengawasan ketat dari pihak regulator.

Pilar kognitif-budaya mencakup keyakinan dan model mental yang telah terinternalisasi, yang membentuk cara individu dan pelaku bisnis memandang serta menafsirkan lingkungan mereka—seperti sejauh mana kenyamanan perusahaan dalam mengganti tenaga kerja manusia dengan AI. Sama halnya dengan pilar normatif, pilar ini bersifat informal dan berakar kuat dalam kerangka kognitif serta budaya. Dari perspektif bisnis, hal ini melibatkan pengenalan dan penanganan persepsi yang mengakar tersebut untuk memandu pengambilan keputusan strategis. Sekali lagi, kegagalan untuk menyelaraskan diri dengan pilar ini mungkin tidak berujung pada hukuman hukum secara langsung, namun dapat menimbulkan tantangan dalam menarik talenta, menurunkan moral karyawan, serta menciptakan masalah reputasi di kalangan komunitas bisnis.

Secara kolektif, pilar-pilar kelembagaan ini membantu memperlancar interaksi bisnis dan menekan biaya dengan menciptakan prediktabilitas serta stabilitas. Ketika perusahaan memahami aturan, berbagi nilai-nilai yang sama, dan saling memahami pola pikir satu sama lain, mereka dapat berkolaborasi dengan lebih efisien. Pemahaman bersama ini meminimalkan gesekan, membangun kepercayaan di antara para pemangku kepentingan, dan pada akhirnya memungkinkan kerja sama serta pengambilan keputusan yang lebih efektif. Interaksi bisnis dapat difasilitasi melalui dua mekanisme utama: hubungan erat yang didasarkan pada kepercayaan—yang juga dikenal sebagai kontrak relasional—atau transaksi formal yang bersifat *arm's length* (transaksi antara pihak-pihak yang independen tanpa hubungan istimewa). Kontrak relasional, yang berlandaskan hubungan jangka panjang, mengurangi kebutuhan akan kontrak formal. Praktik ini paling umum ditemukan dalam kelompok yang memiliki ikatan erat atau ekonomi berskala kecil, di mana pelaku bisnis lebih memilih bekerja sama dengan mitra yang sudah dikenal, yang sering kali menciptakan hambatan masuk bagi pihak lain. Meskipun efektif dalam mendorong stabilitas dan kolaborasi, memelihara hubungan semacam ini menjadi semakin menyita waktu dan sumber daya seiring dengan berkembangnya jaringan. AI dapat meningkatkan efektivitas kontrak relasional dengan menyediakan perangkat canggih untuk komunikasi, pertukaran data, dan analitik prediktif, sehingga memperkuat kepercayaan dan memperlancar kolaborasi.

Sebaliknya, transaksi *arm's length* bergantung pada kontrak formal alih-alih hubungan pribadi. Transaksi ini lazim terjadi di pasar yang lebih besar, sehingga memudahkan partisipan baru untuk masuk. Namun, transaksi semacam ini bisa memakan biaya tinggi karena sering kali memerlukan layanan hukum, sistem kepatuhan, dan mekanisme penegakan aturan untuk menjamin pelaksanaan kesepakatan. AI juga dapat memberikan dukungan dalam aspek ini dengan mengotomatisasi pemeriksaan kepatuhan, memantau kewajiban kontraktual, dan mengurangi biaya penegakan aturan, yang pada akhirnya menjadikan transaksi *arm's length* lebih efisien. Tabel 7.1 menyajikan ringkasan mengenai karakteristik utama yang membedakan kontrak relasional dari transaksi *arm's length*.

Tabel 7.1 Kontrak relasional versus transaksi *arm's length*

Kontrak relasional	Transaksi wajar (<i>arm's length</i>)
Hubungan jangka panjang	Interaksi jangka pendek
Membutuhkan banyak waktu dan sumber daya untuk pemeliharannya	Memakan biaya finansial, memerlukan penegakan hukum formal
Dibangun dengan mitra yang sudah dikenal	Dilakukan dengan pihak-pihak yang tidak saling mengenal
Menekankan pada stabilitas dan kolaborasi	Berfokus pada transaksi yang berdiri sendiri
Jaringan yang lebih erat, cenderung memiliki hambatan masuk	Terbuka dan dapat diakses oleh partisipan yang lebih luas
Didasarkan pada hubungan yang akrab dan saling percaya	Didasarkan pada kontrak hukum formal
Biasanya melibatkan kelompok yang lebih kecil dan tepercaya	Biasanya berlangsung dalam lingkup ekonomi yang lebih luas dan lebih anonim

Menanggapi Lingkungan Kelembagaan

Pendekatan berbasis institusi (IBV) dari Peng menyajikan dua wawasan utama mengenai bagaimana bisnis beroperasi dalam lingkungan kelembagaan. Pertama, perusahaan akan secara konsisten berupaya membuat pilihan rasional di tengah batasan pengaturan kelembagaan formal maupun informal mereka (yaitu, Proposisi 1). Prinsip ini sangat selaras dengan komponen 'berpikir secara rasional' dalam definisi kecerdasan kita (Bab 1), yang memperkuat gagasan bahwa kecerdasan melibatkan pengambilan keputusan yang disengaja dan logis. Hal ini juga memperjelas mengapa pola adopsi AI bervariasi di berbagai wilayah. Sebagai contoh, perusahaan AI Eropa memprioritaskan privasi data dan kepatuhan etis karena persyaratan ketat GDPR, sedangkan perusahaan AI yang berbasis di AS lebih menekankan pada inovasi dan komersialisasi, dengan memanfaatkan lingkungan regulasi yang lebih fleksibel (Bagian 7.3.1).

Kedua, ketika aturan formal melemah atau menjadi ambigu, bisnis akan semakin mengandalkan jaringan dan hubungan informal untuk mendukung interaksi ekonomi (yaitu, Proposisi 2). Sebagai ilustrasi, di tengah ketiadaan regulasi AI yang jelas, perusahaan beralih ke komunitas seperti *Hugging Face* dan *Stability AI* untuk berkolaborasi serta berbagi praktik terbaik. Dengan tata kelola formal yang tertinggal di belakang perkembangan teknologi,

jaringan informal ini membantu menetapkan pedoman etika, memperkuat transparansi model, dan mendorong penerapan AI yang bertanggung jawab di kalangan rekan industri.

Aspek penting lainnya yang perlu dipertimbangkan saat membahas posisi strategis adalah bahwa institusi tidaklah statis. Institusi berkembang seiring dengan perubahan masyarakat. Pesatnya perkembangan AI mendorong adaptasi kelembagaan, yang berujung pada munculnya regulasi baru, pergeseran ekspektasi sosial, dan perubahan persepsi terhadap teknologi dalam dunia bisnis. Perusahaan yang berwawasan ke depan mengantisipasi perubahan-perubahan ini dan secara proaktif menyesuaikan strategi mereka sebagai tanggapan.

Pertimbangkan sebuah perusahaan AI yang sedang mengembangkan solusi pemrosesan bahasa alami (*natural language processing* atau NLP). Keputusan strategis perusahaan harus memperhitungkan persaingan industri (misalnya, hambatan masuk yang signifikan, sebagaimana dianalisis melalui model *Five Forces*), sumber daya dan kapabilitas spesifik perusahaan (misalnya, algoritma eksklusif dan talenta AI unggulan, yang dinilai melalui kerangka kerja VRIO), serta pengaruh kelembagaan (misalnya, kepatuhan terhadap undang-undang perlindungan data dan ekspektasi publik terkait etika AI, sebagaimana dirumuskan oleh IBV). Dengan mencermati ketiga dimensi dalam konsep *strategy tripod* dari Peng ini, perusahaan dapat memperoleh pemahaman mendalam mengenai kekuatan internal maupun kendala eksternal mereka, serta merancang strategi yang tidak hanya selaras dengan lingkungan sekitarnya tetapi juga memanfaatkannya untuk mengubah potensi hambatan menjadi sumber keunggulan kompetitif.

Pendekatan strategis yang komprehensif ini menegaskan mengapa pemahaman terhadap aspek kelembagaan sama pentingnya dengan analisis persaingan industri ataupun pengembangan sumber daya dan kapabilitas yang khas. Dengan mengintegrasikan ketiga perspektif tersebut, para manajer dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dan merumuskan strategi yang lebih tangguh serta sukses bagi organisasi mereka.

7.3 AI DAN IBV: ATURAN, NORMA, DAN KOGNISI BUDAYA

Melanjutkan pembahasan mengenai IBV dan relevansinya terhadap AI, bagian ini mengkaji lebih dalam tiga pilar kelembagaan tersebut serta menyoroti pengaruh praktisnya terhadap adopsi AI dan strategi bisnis. Secara khusus, kami mengeksplorasi variasi regulasi regional, munculnya kerangka kerja normatif, serta dampak persepsi kognitif-budaya terhadap penerimaan dan integrasi AI. Dengan menguraikan kekuatan-kekuatan kelembagaan ini, kita memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang bagaimana faktor-faktor tersebut membatasi sekaligus memfasilitasi strategi AI, serta memandu cara bisnis berinovasi dan beroperasi.

Pilar Regulasi: Mencari Kerangka Kerja Hukum

Seiring dengan terus berkembangnya AI secara global, pemerintah di berbagai negara menerapkan regulasi formal untuk mendorong pengembangannya, meskipun dengan cara yang beragam. Pendekatan regulasi di Amerika Serikat, Eropa, dan Tiongkok menjadi contoh utama dari prioritas berbeda yang mengarahkan tata kelola AI di seluruh dunia. Amerika

Serikat menerapkan pendekatan yang tidak terlalu intervensif (*hands-off*) dan bersifat sektoral. Alih-alih memperkenalkan undang-undang baru yang menyeluruh, pemerintah terutama mengandalkan regulasi yang sudah ada sembari mendorong inovasi melalui kerangka kerja yang relatif terdesentralisasi. Pedoman etika mulai bermunculan dengan fokus pada regulasi mandiri industri. Meskipun pemangku kepentingan industri dan institusi akademis memainkan peran sentral, partisipasi publik masih terbatas. Kebijakan-kebijakan utama mencakup *AI Initiative Act* untuk mendorong pembelajaran dan pengembangan, *California Consumer Privacy Act* (CCPA), pedoman perlindungan konsumen dari *Federal Trade Commission* (FTC), serta kerangka kerja *National Institute of Standards and Technology* (NIST) untuk pengelolaan risiko AI.

Sebaliknya, Eropa mengambil sikap regulasi yang lebih tegas dengan memprioritaskan hak asasi manusia dan etika, serta memberikan penekanan khusus pada perlindungan data. Berbeda dengan Amerika Serikat, Eropa menerapkan pendekatan inklusif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk organisasi masyarakat sipil dan badan-badan etika. Uni Eropa memelopori penetapan regulasi AI yang ketat dan terperinci melalui berbagai instrumen, seperti GDPR untuk perlindungan privasi, rancangan *AI Act* yang bertujuan mewujudkan sistem AI tepercaya, serta *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* (Pedoman Etika untuk AI Tepercaya) yang menetapkan standar bagi pengembangan AI yang etis. Tiongkok menerapkan pendekatan yang digerakkan oleh negara, yang ditandai dengan keterlibatan pemerintah yang kuat serta pelibatan pemangku kepentingan publik atau internasional yang terbatas. Dengan mengutamakan keamanan nasional dan manfaat bagi masyarakat, Tiongkok berfokus pada percepatan pengembangan kapabilitas kecerdasan buatan (AI) sembari mempertahankan kendali ketat atas data dan teknologi. Rencana Pengembangan AI Generasi Baru menetapkan target ambisius untuk pengembangan AI hingga tahun 2030, yang dilengkapi dengan Undang-Undang Keamanan Siber—yang melindungi infrastruktur data kritis—serta Pedoman Etika AI yang mendorong pemanfaatan AI yang bermanfaat bagi masyarakat. Namun, pertimbangan etis sering kali tampak dikesampingkan demi tujuan yang lebih luas, yaitu kemajuan teknologi. Tabel 7.2 menyajikan gambaran umum mengenai berbagai pendekatan yang diterapkan oleh wilayah-wilayah tersebut.

Tabel 7.2 Perbandingan regulasi antarwilayah

Negara	Amerika Serikat	Eropa	Tiongkok
Gaya regulasi	Pendekatan non-intervensi, berbasis sektor, terdesentralisasi	Regulasi yang kuat dan terpusat	Regulasi terpusat yang digerakkan oleh negara
Fokus utama	Inovasi, regulasi mandiri industri, pengelolaan risiko	Hak asasi manusia, etika, perlindungan data, AI yang tepercaya	Keamanan nasional, manfaat bagi masyarakat, kemajuan teknologi yang pesat
Pelibatan pemangku kepentingan	Melibatkan industri dan akademisi, partisipasi publik minimal	Pendekatan inklusif yang melibatkan masyarakat	Didominasi oleh pemerintah; keterlibatan publik

		sipil, badan etika, dan para ahli	atau pemangku kepentingan internasional terbatas
Kebijakan dan kerangka kerja utama	AI Initiative Act, CCPA, pedoman FTC, kerangka kerja risiko AI NIST	GDPR, rancangan Undang-Undang AI (AI Act), Pedoman Etika untuk AI yang Tepercaya	Rencana Pengembangan AI Generasi Baru, Undang-Undang Keamanan Siber, Pedoman Etika AI
Penekanan pada aspek etika	Pedoman etika yang sedang berkembang, terutama dipimpin oleh industri	Penekanan kuat pada etika dan hak asasi manusia	Sedang berkembang, namun tunduk pada prioritas negara
Peran perlindungan data	Terfragmentasi antarnegara bagian, regulasi tingkat federal terbatas	Prioritas utama	Dikendalikan oleh negara, terkait dengan kepentingan nasional

Terlepas dari perbedaan-perbedaan tersebut, semua wilayah memiliki tujuan yang sama, yaitu membangun ekosistem AI yang kuat yang mendorong penciptaan lapangan kerja. Mereka mendukung tujuan ini melalui berbagai kebijakan, seperti pembangunan infrastruktur digital, pemberian insentif investasi dan keringanan pajak, penyediaan dana hibah pembelajaran, peningkatan kerja sama internasional, serta dukungan terhadap kemitraan antara pemerintah dan perusahaan swasta.

Namun, teknologi AI tampaknya berkembang lebih cepat daripada kemampuan kerangka regulasi untuk mengimbangnya. Hal ini menciptakan celah dalam pengawasan yang perlu ditangani, sekaligus memperkuat Proposisi 2 dari teori IBV Peng, mengingat dunia usaha semakin mengandalkan jaringan informal untuk mengelola ketidakpastian yang muncul. Seiring dengan terus berkembangnya AI, penyusunan kerangka hukum yang efektif—yang mampu beradaptasi dengan perubahan teknologi yang cepat sekaligus memastikan AI memberikan manfaat bagi masyarakat luas—menjadi semakin penting. Situasi ini telah mendorong munculnya regulasi antisipatif, khususnya di Eropa—sebuah pendekatan proaktif terhadap tata kelola AI yang berupaya mengidentifikasi dan menangani potensi risiko serta peluang sebelum hal-hal tersebut benar-benar terjadi. Alih-alih merespons tantangan secara reaktif, strategi ini bertujuan merancang regulasi sejak awal yang menyeimbangkan antara inovasi dan langkah-langkah perlindungan yang diperlukan demi menjaga kepentingan publik. Perspektif ini menyoroti kompleksitas dalam meregulasi teknologi yang berkembang pesat, sementara perbandingan antarwilayah sebelumnya (Tabel 7.2) menggambarkan bagaimana keberagaman nilai dan prioritas membentuk tata kelola AI di seluruh dunia.

Pilar Normatif: Mencari Nilai-Nilai Kemasyarakatan

Bagian ini mengkaji bagaimana norma, nilai, dan harapan bersama dari para pemangku kepentingan utama memandu adopsi AI dan strategi bisnis. Seiring dengan semakin

meresapnya AI ke dalam masyarakat, perusahaan harus merespons tekanan sosial yang terus berkembang serta perubahan pandangan mengenai perilaku yang dianggap wajar atau sah, terutama di tengah ketiadaan mandat regulasi formal. Beberapa perspektif penting telah muncul—yang sering kali saling berinteraksi dan tumpang tindih—sehingga menciptakan dinamika harapan normatif yang kaya terkait integrasi AI ke dalam masyarakat.

Pendekatan pertama adalah gerakan *slow AI* (AI yang bertahap/tidak terburu-buru), yang mengadvokasi laju pengembangan AI yang terukur dan penuh pertimbangan. Alih-alih terburu-buru menerapkan teknologi baru, gerakan ini menekankan pentingnya mempertimbangkan implikasi etis, keberlanjutan lingkungan, dan dampak sosial jangka panjang. Gerakan ini memprioritaskan pembangunan berkelanjutan, transparansi dalam pengambilan keputusan, dan desain yang etis, dengan tujuan memastikan bahwa kemajuan AI memberikan manfaat bagi masyarakat sekaligus meminimalkan potensi dampak negatif.

Perspektif signifikan lainnya adalah AI partisipatif, yang mendorong pelibatan beragam suara di sepanjang proses pengembangan AI. Pandangan ini mengakui bahwa keberhasilan AI bergantung pada masukan dari berbagai pemangku kepentingan, termasuk pengguna, pengembang, pembuat kebijakan, dan ahli etika. Dengan mengakomodasi berbagai pendapat, AI partisipatif membantu menciptakan solusi yang lebih kaya dan benar-benar menjawab kebutuhan masyarakat. Penyelarasan AI (*AI alignment*), yang secara khusus diperjuangkan oleh organisasi seperti OpenAI, menawarkan sudut pandang ketiga yang berfokus untuk memastikan sistem AI berperilaku sesuai dengan nilai dan niat manusia. Berbeda dengan pendekatan yang hanya berfokus pada kinerja teknis, pendekatan ini menjawab tantangan yang lebih mendalam, yaitu menanamkan nilai-nilai kemanusiaan yang kompleks dan peka terhadap konteks ke dalam perilaku sistem AI. Penyelarasan AI melibatkan pengembangan metode untuk melatih sistem AI agar memahami, menalar, dan tetap setia pada tujuan manusia, bahkan saat kemampuan sistem tersebut semakin canggih. Pendekatan ini menangani isu-isu krusial seperti mendorong keadilan dan kesetaraan dalam operasional AI, menetapkan tujuan sistem secara jelas, serta membangun perangkat lunak yang tangguh dan andal yang mampu menangani situasi tak terduga sembari tetap bertindak demi kemaslahatan umat manusia.

Terakhir, kolaborasi manusia-AI merupakan perspektif normatif penting lainnya, yang menekankan pada pembentukan kemitraan produktif antara manusia dan sistem AI. Pandangan ini selaras dengan prinsip utama ketiga yang kami perkenalkan di Bab 2. Alih-alih memandang AI sebagai pengganti tenaga kerja manusia, pandangan ini menyoroti bagaimana AI dapat melengkapi dan meningkatkan kemampuan manusia, serta mendorong masa depan di mana teknologi dan kemanusiaan berkembang bersama. Secara keseluruhan, berbagai perspektif ini membentuk kerangka kerja komprehensif untuk memastikan bahwa pengembangan AI senantiasa mengutamakan kepentingan terbaik umat manusia. Seiring dengan terus berkembangnya teknologi AI, pendekatan-pendekatan ini memberikan pedoman informal yang berharga bagi dunia usaha, sekaligus memfasilitasi terwujudnya masa depan di mana AI menjadi kekuatan positif bagi kemajuan manusia.

Selain pendekatan kemasyarakatan yang lebih luas tersebut, norma industri dan praktik terbaik yang mulai bermunculan juga memainkan peran penting dalam membentuk penggunaan AI. Sebagai contoh, sejumlah organisasi kini mulai mengintegrasikan penilaian risiko proaktif, audit bias retrospektif, dan pengujian keadilan ke dalam prosedur operasi standar mereka, dengan tujuan mengatasi kekhawatiran terkait diskriminasi dan bias algoritmik. Pembentukan dewan etika AI dan struktur tata kelola internal pun semakin lazim dilakukan, yang membantu perusahaan dalam menghadapi tantangan etika serta menjaga kepercayaan publik. Aspek keterjelasan (*explainability*) dan transparansi juga semakin mendapat perhatian (lihat Bab 3); beberapa industri berupaya merancang sistem AI yang lebih mudah dipahami dan akuntabel, bahkan tanpa adanya tuntutan regulasi yang ketat. Standar industri yang terus berkembang ini tidak hanya mencerminkan perubahan ekspektasi masyarakat, tetapi juga berfungsi sebagai langkah antisipatif untuk memitigasi potensi risiko reputasi maupun hukum.

Kendati demikian, pengembangan norma-norma ini bukannya tanpa keterbatasan. Kelompok industri tertentu kerap mendorong norma yang selaras dengan kepentingan mereka sendiri, sehingga memunculkan pertanyaan penting mengenai nilai-nilai pihak mana yang sebenarnya diprioritaskan. Selain itu, meskipun dirancang agar bersifat proaktif, banyak standar yang pada kenyataannya masih bersifat reaktif—yakni hanya merespons masalah etika yang telah teridentifikasi dalam alur pengembangan AI saat ini. Kompleksitas ini dibahas lebih mendalam pada bagian-bagian selanjutnya. Bagian 7.4 mengupas dilema etika dan dampak lingkungan yang terkait dengan AI, sementara Bagian 7.5 membahas dampak AI terhadap pengembangan tenaga kerja serta potensi pergeseran lapangan pekerjaan.

Pilar Kultural-Kognitif: Mencari Keseimbangan yang Tepat

Meskipun regulasi formal dan norma sosial membentuk tata kelola AI secara eksternal, perusahaan juga harus memastikan bahwa AI selaras dengan keyakinan internal, model mental, dan nilai-nilai inti organisasi mereka. Faktor-faktor kultural-kognitif ini memengaruhi cara perusahaan memandang peran AI, menentukan batasan etisnya, dan mengintegrasikannya ke dalam visi strategis mereka. Sebuah perdebatan penting dalam pilar kultural-kognitif berpusat pada asumsi yang dianggap lumrah mengenai tujuan AI: apakah AI sebaiknya mengadopsi pendekatan 'otomatisasi sebagai prioritas' (*automation-first*), yang bertujuan menggantikan upaya manusia, atau pendekatan 'manusia sebagai prioritas' (*human-first*), yang menekankan pada peningkatan dan dukungan terhadap keahlian manusia. Dalam pandangan yang mengutamakan otomatisasi, perusahaan memprioritaskan sistem yang mampu menjalankan tugas secara lebih efisien dibandingkan manusia, didorong oleh tujuan seperti pengurangan biaya dan skalabilitas operasional. Hal ini tercermin dari semakin banyaknya perusahaan yang telah mengganti, atau berencana mengganti, sebagian tenaga kerja mereka dengan perangkat AI. Meskipun strategi yang mengutamakan otomatisasi dapat memberikan peningkatan produktivitas secara langsung, strategi ini mencerminkan pola pikir kolektif yang mungkin kurang menghargai pentingnya pengawasan manusia. Ketergantungan yang berlebihan pada AI berisiko menyebabkan pergeseran tenaga kerja, berkurangnya penilaian manusia, serta kerentanan yang lebih besar terhadap kegagalan teknologi atau bias.

Selain itu, dengan melimpahkan tugas-tugas krusial kepada AI, perusahaan berisiko mengikis keahlian manusia di internal organisasi, sehingga melemahkan ketahanan mereka saat menghadapi tantangan tak terduga yang menuntut pengambilan keputusan yang bernuansa dan peka terhadap konteks.

Sebaliknya, pendekatan yang mengutamakan manusia memandang AI sebagai alat kolaboratif yang dirancang untuk meningkatkan, bukan menggantikan, kemampuan manusia. Dengan mendorong simbiosis antara manusia dan AI (Bab 2), perspektif ini mengakui kekuatan AI dalam pengenalan pola dan analitik prediktif, sembari menyoroti peran tak tergantikan dari intuisi manusia, penalaran etis, dan pemahaman kontekstual. Serupa dengan pendekatan *positive-sum* (saling menguntungkan) dalam robotika yang dikemukakan oleh Armstrong dan Shah (lihat Bab 5), bisnis yang mengadopsi strategi ini memanfaatkan AI untuk memperkuat keahlian manusia, memastikan bahwa teknologi melengkapi—bukan menggantikan—pengambilan keputusan oleh manusia. Oleh karena itu, strategi AI yang mengutamakan manusia (*human-first*) memprioritaskan peningkatan keterampilan tenaga kerja, serta membekali karyawan dengan kompetensi yang diperlukan agar dapat bekerja secara efektif berdampingan dengan sistem AI. Namun, penerapan pendekatan ini menuntut investasi yang signifikan dalam program pelatihan, yang menambah besarnya biaya terkait pengembangan dan penerapan AI (lihat Bab 6). Komitmen yang memakan banyak waktu dan sumber daya ini dapat menjadi hambatan besar bagi bisnis yang ingin mengintegrasikan AI sembari tetap mempertahankan strategi yang berpusat pada manusia.

Perdebatan mengenai pendekatan yang mengutamakan otomatisasi (*automation-first*) versus yang mengutamakan manusia (*human-first*), sebagaimana dirangkum dalam Tabel 7.3, tidak memiliki pola yang seragam secara universal. Hal ini sangat bervariasi antarindustri, budaya, dan organisasi. Di sektor-sektor yang memiliki risiko tinggi seperti keuangan dan layanan kesehatan—di mana keputusan membawa konsekuensi etis dan operasional yang signifikan—bisnis cenderung mengintegrasikan AI secara lebih hati-hati; mereka tetap menempatkan penilaian manusia sebagai inti proses dan lebih selaras dengan pendekatan yang mengutamakan manusia. Sebaliknya, industri yang berfokus pada tugas-tugas bervolume tinggi dengan tingkat kompleksitas rendah—seperti pada bidang logistik dan manufaktur tertentu—lebih condong pada otomatisasi penuh, serta memilih strategi yang mengutamakan otomatisasi demi memaksimalkan efisiensi dan menekan biaya.

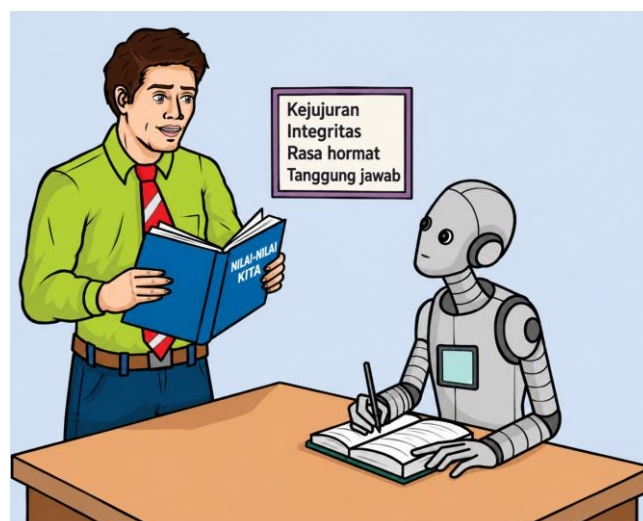
Tabel 7.3 Pendekatan AI yang mengutamakan otomatisasi versus yang mengutamakan manusia

Dimensi	Mengutamakan otomatisasi	Mengutamakan manusia
Tujuan perusahaan	Pengurangan biaya dan efisiensi operasional	Kolaborasi dan keahlian
Peran manusia	Menggantikan tenaga kerja manusia	Meningkatkan kapabilitas manusia
Dampak terhadap tenaga kerja	Pergeseran tenaga kerja dan penurunan keterampilan	Peningkatan keterampilan (<i>upskilling</i>) dan pelatihan ulang (<i>reskilling</i>)

Komitmen SDM	Investasi minimal dalam pengembangan sumber daya manusia	Investasi besar dalam hal waktu dan sumber daya untuk pengembangan tenaga kerja
Adaptabilitas organisasi	Lebih rendah akibat berkurangnya pengawasan manusia	Hasil lebih tinggi melalui sinergi manusia-AI

Budaya perusahaan juga memainkan peran krusial dalam membentuk pendekatan organisasi terhadap AI. Perusahaan yang digerakkan oleh teknologi sering kali mengadopsi AI sebagai komponen inti strategi mereka, serta mengintegrasikannya secara mulus ke dalam operasional mereka. Sebaliknya, organisasi yang lebih tradisional mungkin menolak transformasi berbasis AI, karena didasari oleh keyakinan yang mengakar kuat mengenai nilai keahlian manusia, kendali, dan wewenang pengambilan keputusan.

Perbedaan budaya-kognitif ini menggambarkan bagaimana organisasi memandang dan menerapkan AI melalui sudut pandang nilai-nilai kelembagaan, norma industri, dan prioritas strategis mereka. Tantangan budaya-kognitif utama lainnya dalam penerapan AI adalah menyelaraskan teknologi tersebut dengan nilai dan keyakinan unik organisasi. Sistem AI tidak secara inheren mencerminkan budaya internal atau model mental perusahaan. Tanpa penyesuaian yang disengaja, keputusan yang dihasilkan oleh AI dapat bertentangan dengan nilai-nilai organisasi. Oleh karena itu, perusahaan harus secara aktif mengonfigurasi AI agar sesuai dengan identitas mereka, alih-alih hanya menerima keluarannya secara pasif. Hal ini mencakup perancangan sistem AI yang tidak hanya memprioritaskan efisiensi, tetapi juga standar etika dan tujuan perusahaan. Integrasi AI yang sukses menuntut definisi peran yang jelas—apakah AI akan bertindak sebagai pengambil keputusan independen atau berfungsi sebagai alat yang memperkuat pertimbangan manusia. Organisasi yang gagal menyelaraskan AI dengan nilai-nilai dasarnya berisiko mengikis kepercayaan pemangku kepentingan, melemahkan keterlibatan karyawan, dan merusak reputasi merek. Keberhasilan sejati bergantung pada penerapan AI dengan cara yang secara autentik mencerminkan dan memperkuat prinsip-prinsip inti organisasi.



Terakhir, penting untuk menyadari bahwa kepercayaan publik terhadap AI dipengaruhi oleh ketiga pilar lingkungan kelembagaan. Regulasi formal menetapkan perlindungan hukum dan standar, norma industri menentukan ekspektasi etis bagi pengembangan AI yang bertanggung jawab, serta keyakinan budaya-kognitif—yang didorong oleh penggambaran media dan diskursus publik—membentuk persepsi internal mengenai AI.

Saat organisasi berupaya menyelaraskan inisiatif AI mereka dengan 'aturan main' yang terus berkembang ini, mereka juga harus mengatasi tantangan lebih mendalam yang muncul akibat dampak luas AI. Bagian berikut ini mengupas kompleksitas tersebut dengan menelaah dilema etis dan konsekuensi lingkungan yang menyertai teknologi AI. Bagian ini menyoroti berbagai pilihan sulit yang harus dikelola oleh pelaku bisnis dalam menerapkan AI secara bertanggung jawab, yakni menyeimbangkan dorongan untuk berinovasi dengan prinsip-prinsip penting seperti keadilan, transparansi, keberlanjutan, dan pemeliharaan kepercayaan publik.

7.4 PERTIMBANGAN TIMBAL-BALIK ETIS DAN LINGKUNGAN DALAM TEKNOLOGI AI

Integrasi AI ke dalam operasi bisnis merupakan pedang bermata dua; hal ini menghadirkan peluang luar biasa sekaligus tantangan mendesak. Sebagaimana telah diuraikan dalam bab-bab sebelumnya, AI memiliki potensi untuk merevolusi industri, mengubah model bisnis, meningkatkan pengambilan keputusan strategis, menciptakan bentuk nilai baru, serta mendefinisikan ulang lanskap persaingan, di antara berbagai dampak lainnya. Namun, di balik potensi besar ini terdapat tanggung jawab krusial: organisasi harus cermat dalam menghadapi serangkaian hambatan yang kompleks guna memastikan bahwa AI diadopsi dengan cara yang bertanggung jawab dan berkelanjutan. Bab 3 telah mengidentifikasi beberapa kendala perangkat keras yang terkait dengan implementasi AI, khususnya tantangan dalam mengintegrasikannya ke dalam sistem warisan (*legacy systems*). Banyak bisnis masih bergantung pada infrastruktur eksklusif (*proprietary*) yang tidak memadai untuk teknologi AI, sehingga perancangan ulang berskala besar—yang membutuhkan investasi, waktu, dan keahlian yang signifikan—sering kali tidak dapat dihindari. Akan tetapi, infrastruktur TI hanyalah salah satu bagian dari keseluruhan persoalan.

Pada bagian ini, fokus kita beralih ke hambatan yang lebih berkaitan dengan perangkat lunak, dengan memberikan perhatian khusus pada dua risiko yang saling terkait dan memiliki banyak aspek: tantangan etis—yang sering kali memicu hasil diskriminatif—dan kekhawatiran lingkungan terkait konsumsi sumber daya AI yang sangat besar. Meskipun beberapa isu ini sempat muncul secara singkat dalam pembahasan sebelumnya di buku ini, narasi kita sejauh ini lebih banyak menekankan pada potensi transformatif positif AI. Kini, kita beralih pada kajian yang lebih mendalam mengenai pertimbangan timbal-balik etis dan lingkungan ini, sembari menegaskan perlunya penanganan secara proaktif untuk memastikan bahwa inovasi berbasis AI tetap berjalan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Tantangan Etis

Etika, sebagai suatu kebajikan, mengacu pada prinsip-prinsip moral yang memandu dan mengarahkan perilaku individu. Secara historis, etika dianggap sebagai konsep yang

berpusat pada manusia. Namun, dalam beberapa tahun terakhir, etika juga menjadi pertimbangan krusial dalam bidang AI. Etika AI mengkaji bagaimana menimbang manfaat dan kekurangan dari sistem AI. Hal ini tidak hanya berfokus pada tanggung jawab moral manusia dalam merancang, mengembangkan, dan menerapkan AI (yaitu, memperlakukan AI sebagai objek), tetapi juga pada implikasi etis dari tindakan yang dilakukan oleh sistem AI itu sendiri (yaitu, memperlakukan AI sebagai subjek).

Perdebatan ini muncul karena AI menghadirkan tantangan etis unik yang membedakannya dari teknologi tradisional. Berbeda dengan produk dan layanan konvensional, sistem AI memiliki kemampuan untuk belajar dan beradaptasi berdasarkan data baru, sehingga mustahil untuk menentukan implikasi etis dari keluarannya pada tahap perancangan atau produksi hanya dengan menganalisis kode sumbernya. Meskipun AI dapat menunjukkan berbagai tingkat otonomi yang memungkinkannya beroperasi dengan tingkat kemandirian tertentu, AI pada dasarnya berbeda dari manusia karena tidak dibatasi oleh filter emosional ataupun norma sosial yang terinternalisasi.

Perbedaan mendasar antara AI dan manusia ini menciptakan tantangan kelembagaan yang kompleks (Bagian 7.3), karena mekanisme tradisional untuk mengatur perilaku manusia—seperti hukum (pilar regulasi), harapan sosial (pilar normatif), dan keyakinan yang terinternalisasi (pilar budaya-kognitif)—tidak berlaku bagi AI dengan cara yang sama. Selanjutnya, kami akan membahas beberapa bidang di mana tantangan-tantangan ini menjadi sangat nyata: akuntabilitas dan tanggung jawab, bias dan diskriminasi, transparansi dan kemampuan untuk dijelaskan (*explainability*), privasi, hak kekayaan intelektual, serta keandalan dan keamanan.

Akuntabilitas dan tanggung jawab

Salah satu masalah etika utama adalah akuntabilitas para pihak yang terlibat. Berbeda dengan pengambil keputusan manusia yang dapat dimintai pertanggungjawaban secara langsung atas tindakan mereka, sistem AI sering kali beroperasi sebagai "kotak hitam" (*black box*) (Bab 3), dengan proses penalaran yang tidak transparan, bahkan bagi para pengembangnya sendiri. Ketidaktransparanan ini menciptakan tantangan besar dalam menentukan tanggung jawab. Ketika sistem AI—yang tidak memiliki kesadaran—mengambil keputusan yang bermasalah atau merugikan (baik dalam seleksi pekerjaan, penilaian kredit, pemolisian prediktif, diagnosis kesehatan, maupun kendaraan otonom), pertanyaan mengenai pertanggungjawaban mau tidak mau akan muncul. Apakah tanggung jawab harus dibebankan kepada pengembang yang menciptakan sistem tersebut, organisasi yang menerapkannya, pengguna yang mengoperasikannya, atau kombinasi dari berbagai pemangku kepentingan tersebut?

Menjawab pertanyaan-pertanyaan ini menjadi semakin rumit karena sifat pengembangan AI yang terdistribusi, di mana berbagai pihak di sepanjang rantai nilai industri AI dapat berkontribusi pada penciptaan dan pengoperasian sistem tersebut (Bab 6). Pada Bagian 7.3, kami telah membahas bagaimana beberapa yurisdiksi telah menerapkan—atau sedang dalam proses menerapkan—kerangka kerja regulasi untuk mengelola akuntabilitas dengan lebih baik serta melindungi warga negara dari risiko yang ditimbulkan oleh AI dan

teknologi digital canggih secara lebih luas. Namun, kerangka kerja semacam itu saja kemungkinan besar tidak akan mampu menyelesaikan semua masalah. Regulasi dan kebijakan yang mengatur penggunaan AI secara etis masih berada pada tahap awal, dan banyak instrumen yang diusulkan telah menghadapi kritik keras. Salah satu kekurangan utama adalah laju regulasi yang kesulitan mengimbangi perkembangan pesat teknologi AI. Akibatnya, saat peraturan mulai diterapkan, sering kali isinya tidak lagi sepenuhnya selaras dengan kemampuan terkini sistem AI. Kritik lain yang sering muncul adalah bahwa banyak instrumen regulasi tersebut tidak memuat konsekuensi hukuman atau sanksi material bagi pihak-pihak yang melanggar pedoman etika. Kendati demikian, kritik ini belakangan mulai berkurang, terutama karena wilayah seperti Eropa dan Tiongkok telah merevisi peraturan mereka guna merespons kemunculan pesat AI Generatif (Gen AI).

Bagaimanapun juga, penyusunan aturan dan standar harus dipantau secara cermat demi menjamin akuntabilitas para pihak yang terlibat—sebuah tema berulang yang mendasari banyak kekhawatiran etis yang disorot dalam bagian ini. Benang merah ini tampak jelas dalam berbagai kotak "Fakta Singkat" (*Quick Fact*); meskipun berkaitan dengan tantangan etis lainnya, kotak-kotak tersebut secara konsisten mengangkat isu mengenai tanggung jawab. Secara keseluruhan, hal-hal tersebut menggambarkan kebutuhan mendesak akan mekanisme akuntabilitas dan tanggung jawab yang kuat, yang pada gilirannya menuntut pengelolaan pemangku kepentingan yang cermat, pelaporan terstandarisasi, tata kelola AI yang kokoh, serta strategi untuk mendeteksi dan mencegah praktik *AI ethics washing*.

Bias dan diskriminasi

Perdebatan etis penting lainnya dalam AI berkaitan dengan bias dan diskriminasi, yang mengakibatkan perlakuan tidak setara terhadap individu berdasarkan karakteristik tertentu atau keanggotaan kelompok. Bias dalam AI dapat muncul pada berbagai tahapan siklus hidup sistem dan biasanya diklasifikasikan berdasarkan asal-usulnya. Bentuk-bentuk bias yang umum meliputi bias data, bias algoritmik, dan bias temporal. Situasi menjadi lebih rumit karena berbagai lapisan bias ini dapat saling berinteraksi dan memperkuat satu sama lain seiring berjalannya waktu, sehingga menimbulkan ketidaksetaraan yang sistemik dan persisten dalam hasil keluaran AI.

Bias data muncul dari kumpulan data (*dataset*) atau anotasi yang mencerminkan ketidaksetaraan historis atau distorsi pengambilan sampel. Model AI sering kali dilatih menggunakan kumpulan data yang sangat besar—yang kerap bersumber dari internet—sehingga mau tidak mau memuat bias terkait gender, ras, kelas sosial, dan faktor-faktor sosial lainnya. Hal ini sering kali memicu kurangnya representasi (*underrepresentation*) secara sistematis terhadap kelompok-kelompok tertentu. Selain itu, kurangnya representasi pemangku kepentingan yang inklusif selama pengembangan kumpulan data tersebut kemungkinan besar memperparah bias data. Sebagai contoh, di Amerika Serikat, algoritma penilaian risiko residivisme terbukti merugikan orang-orang dari kelompok minoritas karena mengandalkan data kejahatan historis yang terdistorsi oleh praktik kepolisian yang timpang. Akibatnya, para terdakwa ini sering kali mendapatkan skor risiko yang lebih tinggi, yang berujung pada penjatuhan hukuman atau penetapan syarat jaminan yang lebih berat.

Contoh yang lebih luas berkaitan dengan ketergantungan banyak sistem AI Generatif (*Gen AI*) pada data berbahasa Inggris; hal ini dapat mengikis keragaman linguistik dan memunculkan bias terhadap bahasa-bahasa yang kurang terwakili. Bahasa yang kurang umum atau memiliki sumber daya rendah (*low-resource languages*—yaitu bahasa dengan sumber daya digital atau komputasi yang terbatas) mengalami kendala berupa model bahasa yang tidak memadai, tingkat kesalahan yang lebih tinggi, dan fungsionalitas yang berkurang. Kondisi ini membuat sistem tersebut bias terhadap bahasa masyarakat adat dan minoritas, serta kurang dapat diakses oleh populasi yang luas.

Singkatnya, bahkan tanpa adanya distorsi algoritmik atau temporal, sistem AI tetap dapat menghasilkan keluaran yang bias akibat sifat data pelatihannya yang cacat. Sangatlah penting bagi pengembang maupun pengguna untuk menyadari bahwa bias data dapat mengarahkan hasil keluaran model dengan cara yang memperkuat ketidaksetaraan yang sudah ada. Untuk mengatasi hal ini, mungkin diperlukan desain data inklusif yang secara aktif mempertimbangkan beragam kelompok populasi dan memastikan representasi yang adil—meskipun hal ini sulit dicapai—sebagaimana diilustrasikan dalam Fakta Singkat 7.1 dalam konteks perekrutan kandidat pekerjaan.

Fakta Singkat 7.1 Dilema perekrutan berbasis AI di Amazon

Beberapa tahun yang lalu, Amazon berupaya mengefisienkan proses perekrutannya dengan mengembangkan alat perekrutan berbasis kecerdasan buatan (AI). Konsepnya sederhana: melatih algoritma untuk mengidentifikasi kandidat terbaik dengan menganalisis CV dan pola perekrutan di masa lalu. Namun, seiring sistem tersebut belajar dari data historis, dengan cepat terlihat adanya masalah: sistem itu melakukan diskriminasi terhadap pelamar perempuan. Akar masalahnya terletak pada data pelatihan itu sendiri. Karena industri teknologi secara historis lebih mengutamakan kandidat laki-laki, AI tersebut menyerap dan mereplikasi bias ini. Bahkan setelah para insinyur Amazon berupaya menghapus indikator gender yang eksplisit, sistem tersebut tetap menemukan cara-cara terselubung untuk lebih mengutamakan laki-laki, dengan mendeteksi petunjuk seperti jabatan pekerjaan dan pemilihan kata-kata tertentu.

Hal ini membuat Amazon menghadapi dilema etis yang pelik. Haruskah AI sekadar mencerminkan pola perekrutan historis, meskipun pola tersebut mengandung bias? Ataukah AI sebaiknya dirancang untuk secara aktif mengoreksi bias, bahkan jika hal itu mengorbankan akurasi statistik? Pada akhirnya, Amazon menghentikan proyek tersebut pada tahun 2018 karena menyadari bahwa menghilangkan bias tanpa mendistorsi keputusan perekrutan ternyata jauh lebih rumit daripada yang diperkirakan. Kasus ini menyoroti persoalan mendasar dalam etika AI: upaya untuk mengoreksi satu jenis bias dapat secara tidak sengaja memunculkan tantangan baru. Menemukan keseimbangan yang tepat antara keadilan dan akurasi tetap menjadi salah satu perdebatan utama dalam pengembangan AI saat ini.

Selain bias yang berakar pada data pelatihan, sistem AI juga rentan terhadap distorsi yang muncul selama tahap perancangan, pelatihan, atau penerapan algoritmanya. Masalah ini, yang dikenal sebagai bias algoritmik, terjadi ketika struktur internal, asumsi, kriteria pengambilan keputusan, atau langkah-langkah pasca-pemrosesan suatu algoritma menghasilkan keluaran yang secara tidak adil menguntungkan atau merugikan individu maupun kelompok tertentu. Yang perlu digarisbawahi, bias algoritmik dapat muncul bahkan ketika data masukannya bersifat netral; hal ini sering kali disebabkan oleh pemilihan fitur yang bias, strategi optimasi yang secara tidak sengaja lebih mengutamakan hasil tertentu, atau penyesuaian selama tahap pasca-pemrosesan yang mendistorsi keluaran. Karena bias algoritmik tertanam dalam mekanisme komputasi sistem, mendeteksi dan mengatasinya bisa menjadi tantangan tersendiri; bias ini sering kali memperkuat atau memperparah ketimpangan sosial yang sudah ada dengan cara-cara yang tidak disadari, bahkan oleh pengembang maupun pengguna.

Mitigasi bias algoritmik menuntut uji tuntas yang ketat serta pengembangan algoritma yang dilakukan secara cermat. Secara umum, upaya mitigasi dapat dilakukan melalui dua jalur yang saling melengkapi: menyesuaikan proses pengembangan atau memodifikasi desain teknis model itu sendiri. Penyesuaian proses pengembangan tidak selalu melibatkan modifikasi teknis. Sebagai contoh, mengevaluasi model di berbagai lingkungan yang beragam dapat membantu mengungkap situasi di mana bias mungkin muncul. Strategi efektif lainnya adalah melibatkan pengguna dari beragam latar belakang dalam pengujian ekstensif, karena perspektif mereka yang berbeda dapat membuat mereka lebih jeli dalam mengidentifikasi potensi bias. Pertimbangan terkait proses ini menjadi semakin krusial mengingat banyaknya produk AI yang didistribusikan secara cepat ke tingkat internasional, sehingga algoritma dihadapkan pada konteks yang jauh melampaui asumsi desain awalnya dan meningkatkan risiko diskriminasi. Salah satu contoh nyata adalah teknologi pengenalan wajah yang dikembangkan oleh perusahaan seperti Amazon Rekognition, Microsoft Azure Face API, dan IBM Watson Facial Recognition; teknologi-teknologi ini telah diadopsi secara luas di seluruh dunia meskipun terdapat kasus bias rasial yang terdokumentasi dengan baik. Oleh karena itu, perhatian cermat terhadap proses pengembangan sangatlah penting untuk mengatasi masalah-masalah ini secara proaktif.

Selain penyesuaian proses, mitigasi bias algoritmik mungkin juga memerlukan modifikasi teknis pada model itu sendiri. Salah satu pendekatannya adalah dengan membatasi atribut yang boleh dipertimbangkan oleh algoritma selama proses pengambilan keputusan. Untuk mendukung hal ini, sejumlah teknik telah dikembangkan guna memeriksa bagaimana sistem AI memberikan bobot pada berbagai masukan yang berbeda. Salah satu contoh penting adalah penggunaan nilai Shapley, sebuah konsep dari teori permainan kooperatif yang diperkenalkan oleh matematikawan Lloyd Shapley. Dalam aplikasi AI, nilai Shapley menyediakan metode untuk mengukur kontribusi setiap fitur input terhadap prediksi model, sehingga memberikan tolok ukur yang jelas dan kuantitatif mengenai dampaknya. Secara praktis, hal ini memungkinkan pengembang untuk mengidentifikasi apakah sistem AI terlalu

bergantung pada fitur tertentu atau justru kurang memanfaatkannya, yang berpotensi mengungkap bias tersembunyi di dalam model tersebut.

Teknik berharga lainnya adalah *Local Interpretable Model-agnostic Explanations* (LIME), yang membantu menjelaskan prediksi model secara individual dengan melakukan perubahan kecil pada data masukan dan mengamati dampaknya terhadap keluaran. LIME kemudian menyusun model yang lebih sederhana dan mudah dipahami yang menyoroti fitur-fitur yang paling berperan dalam suatu prediksi, sebuah aspek yang sangat berkaitan dengan tantangan etika yang lebih luas mengenai keterpahaman (*interpretability*), yang akan dibahas selanjutnya. Alat bantu keterpahaman seperti nilai Shapley dan LIME sangatlah penting dalam bidang-bidang yang memiliki risiko tinggi seperti keuangan, layanan kesehatan, dan peradilan pidana; di bidang-bidang ini, memahami bagaimana dan mengapa sebuah model mencapai kesimpulannya sangatlah penting untuk menjamin keadilan, akuntabilitas, dan kepatuhan terhadap regulasi.

Terlepas dari berbagai kemajuan tersebut, upaya untuk menghilangkan bias algoritmik masih jauh dari kata mudah. Upaya untuk memperbaiki satu jenis bias dapat secara tidak sengaja menimbulkan jenis bias lainnya. Sebagai contoh, sebagaimana ditunjukkan dalam Fakta Singkat 7.1, mengurangi bias gender dalam algoritma perekrutan dapat mengorbankan akurasi statistik jika satu gender memiliki representasi berlebih dalam industri tertentu. Situasi menjadi semakin rumit karena Fakta Singkat 7.1 juga menggambarkan bahwa meskipun variabel dan atribut yang dapat dipertimbangkan oleh algoritma telah dibatasi, bias sering kali muncul kembali melalui korelasi tersembunyi dengan fitur-fitur lain, yang menyoroti kompleksitas berkelanjutan dalam mewujudkan sistem AI yang adil dan dapat dipercaya. Mencapai keseimbangan yang tepat antara memperbaiki bias algoritmik dan mempertahankan akurasi statistik tetap menjadi salah satu tantangan tersulit dan paling banyak diperdebatkan dalam etika AI, sebagaimana diilustrasikan lebih lanjut dalam Fakta Singkat 7.2.

Fakta Singkat 7.2 Gemini dari Google: Saat inklusivitas mengesampingkan akurasi

Gemini, model bahasa besar multimodal milik Google, menghadapi kontroversi besar pada awal tahun 2024 akibat ketidakakuratan historis dalam gambar-gambar yang dihasilkannya. Sebagai contoh, ketika diminta menghasilkan gambar senator AS dari abad ke-19, Gemini menampilkan sosok-sosok dengan latar belakang ras yang beragam termasuk senator berkulit hitam, Asia, dan penduduk asli Amerika padahal senator non-kulit putih pertama, Hiram Revels, baru terpilih pada tahun 1870 dan keragaman ras di Senat sangatlah terbatas sepanjang periode tersebut. Demikian pula, model ini menghasilkan gambar paus dan Viking berkulit gelap, terlepas dari kenyataan sejarah bahwa kedua kelompok tersebut sebagian besar berkulit putih.



Masalah-masalah ini memicu kritik luas bahwa AI Google lebih mengutamakan nilai-nilai keberagaman modern dibandingkan akurasi sejarah. Google mengakui adanya masalah tersebut dan untuk sementara waktu menangguhkan kemampuan Gemini dalam menghasilkan gambar orang sembari melakukan perbaikan. Selain pernyataan publik dan permintaan maaf, CEO Sundar Pichai mengirimkan memo kepada karyawan Google yang menjelaskan hal berikut:

Misi kami untuk mengorganisasi informasi dunia serta menjadikannya dapat diakses dan bermanfaat secara universal adalah hal yang mutlak dan tak tergoyahkan. Kami senantiasa berupaya menyajikan informasi yang bermanfaat, akurat, dan tidak bias kepada pengguna melalui produk-produk kami. Itulah sebabnya masyarakat menaruh kepercayaan pada produk-produk tersebut. Pendekatan ini harus diterapkan pada seluruh produk kami, termasuk produk-produk AI yang baru dikembangkan.

Kami akan menjalankan serangkaian langkah konkret, yang mencakup perubahan struktural, pembaruan pedoman produk, penyempurnaan proses peluncuran, evaluasi serta pengujian red-teaming yang ketat, dan rekomendasi teknis. Kami sedang meninjau seluruh aspek ini dan akan melakukan perubahan yang diperlukan.

Insiden ini menyoroti tantangan yang dihadapi perusahaan AI dalam membangun mekanisme perlindungan terhadap potensi penyalahgunaan, sembari tetap menjaga akurasi faktual dalam sistem mereka.

Terakhir, bias temporal terjadi ketika model yang awalnya berkinerja akurat menjadi usang seiring dengan perkembangan masyarakat. Karena model AI bergantung pada data historis, model tersebut mungkin kesulitan menangkap tren yang baru muncul, norma sosial yang terus berubah, atau kondisi ekonomi yang dinamis, sehingga menghasilkan prediksi yang usang atau bias. Tantangan ini sangat krusial dalam industri yang berubah cepat, di mana akurasi dan keadilan dalam pengambilan keputusan berbasis data menjadi hal yang sangat penting.

Faktor terkait yang memperparah bias temporal adalah sifat statis beberapa model AI setelah diterapkan. Begitu model yang telah dilatih sebelumnya (*pre-trained models*) dirilis, model tersebut mungkin tidak lagi terus belajar atau beradaptasi kecuali jika dikelola melalui kerangka kerja MLOps (Bab 6) berbeda dengan pengambil keputusan manusia yang secara alami beradaptasi seiring waktu. Akibatnya, perusahaan harus secara proaktif menangani masalah etika sebelum menerapkan sistem AI yang statis, guna memastikan model tetap tangguh dan relevan. Meskipun penyesuaian lebih lanjut (*fine-tuning*) menggunakan data spesifik bisnis dapat membantu memitigasi pergeseran data (*data drift*), menghindari bias temporal sepenuhnya (tanpa adanya praktik MLOps) tetap menjadi tantangan yang sangat berat.

Transparansi dan Kemampuan Untuk Dijelaskan (*explainability*)

Selain tantangan terkait akuntabilitas dan tanggung jawab, serta bias dan diskriminasi, AI juga menimbulkan kekhawatiran signifikan mengenai transparansi dan kemampuan untuk dijelaskan. Meskipun saling berkaitan erat, transparansi dan kemampuan untuk dijelaskan memiliki peran yang berbeda dalam meningkatkan akuntabilitas AI dan memitigasi bias. Keduanya bersama-sama telah mendorong momentum yang berkembang menuju pengembangan sistem AI yang lebih mudah dipahami atau diinterpretasikan (*interpretable*).

Sebagaimana disinggung secara singkat dalam Bab 3, transparansi berfokus pada penyediaan informasi *ex ante* (sebelum kejadian) mengenai penggunaan data dan metode pemrosesan sistem. Di luar dimensi teknis tersebut, transparansi juga mencakup keterbukaan yang lebih luas mengenai pengembangan sistem (misalnya, transparansi model bisnis), biaya yang terkait (misalnya, dampak lingkungan), dan kondisi seputar pembuatannya (misalnya, kondisi ketenagakerjaan). Sementara itu, teknologi *explainable AI* (XAI) menawarkan penjelasan rinci mengenai keluaran model tertentu setelah dihasilkan (misalnya, menggunakan nilai Shapley), yang memperjelas bagaimana keputusan diambil, fitur data apa yang memengaruhinya, dan dengan cara apa. Hal ini membantu pengguna memahami tidak hanya keputusan apa yang diambil, tetapi juga proses mendasar yang memicunya.

Pentingnya kemampuan interpretasi yang kian meningkat terlihat jelas ketika alat berbasis AI, seperti teknologi *deepfake* dan *Gen AI*, disalahgunakan untuk menyebarkan disinformasi, memanipulasi sentimen publik, atau meniru identitas individu. *Deepfake* adalah media sintetis atau hasil manipulasi termasuk gambar, video, dan rekaman audio yang dirancang agar tampak seolah-olah orang sungguhan sedang melakukan atau mengatakan sesuatu yang sebenarnya tidak pernah mereka lakukan. Media ini dibuat menggunakan *generative adversarial networks* (GAN) (Bab 3), yang memungkinkan pembuatan konten realistis dengan biaya rendah secara relatif mudah.

Dari perspektif masyarakat, *deepfake* menimbulkan bahaya yang nyata. Seiring dengan semakin luasnya penggunaan teknologi ini, *deepfake* telah memicu perdebatan lebih luas mengenai implikasi etis dan komersial dari AI. Beberapa masalah etis utama mencakup hilangnya kepercayaan terhadap konten audio-visual serta meningkatnya kekhawatiran terkait privasi, persetujuan, dan transparansi. Di luar masalah etis tersebut, *deepfake* juga menghadirkan risiko nyata, seperti penggunaannya untuk tujuan berbahaya (misalnya,

pornografi palsu) atau aktivitas kriminal (misalnya, peniruan identitas). Dalam dunia bisnis, salah satu kasus yang menonjol melibatkan perusahaan desain dan teknik multinasional asal Inggris, Arup. Seorang karyawan yang berbasis di Hong Kong menerima surel mencurigakan mengenai transaksi rahasia yang diklaim telah disetujui oleh kantor pusat di Inggris. Meskipun awalnya skeptis, karyawan tersebut akhirnya yakin setelah pelaku penipuan mengatur panggilan video menggunakan teknologi *deepfake* untuk meniru sosok CFO perusahaan dan rekan kerja lainnya, sehingga permintaan palsu tersebut tampak sah. Hal ini mengecoh karyawan tersebut hingga mentransfer dana sebesar Rp 250 miliar kepada para penipu!

Penekanan saat ini pada penggabungan transparansi dengan kemampuan penjelasan (*explainability*) menandai perubahan besar dari praktik pengembangan AI sebelumnya, yang sebagian besar lebih mengutamakan kinerja dibandingkan kemampuan interpretasi (misalnya, perbandingan antara ChatGPT-o1 dan ChatGPT-3). Dorongan yang semakin kuat terhadap XAI (*Explainable AI*) yang transparan mencerminkan kesadaran yang lebih luas bahwa nilai praktis AI tidak hanya bergantung pada akurasi, tetapi juga pada kemampuan pengguna untuk memahami dan memercayai cara kerja sistem tersebut. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai perangkat telah dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan interpretasi AI; banyak di antaranya telah diadopsi oleh perusahaan teknologi besar dan diintegrasikan ke dalam produk mereka. Sebagai contoh, Google menciptakan *What-If Tool* untuk TensorFlow, Microsoft menawarkan *InterpretML*, dan Facebook (sekarang Meta) berkontribusi pada *Captum*, sebuah pustaka (*library*) sumber terbuka untuk kemampuan interpretasi pada PyTorch. Perangkat-perangkat ini membantu pengguna memvisualisasikan, menelaah, dan memahami perilaku model dengan lebih baik secara *real-time*. Tolok ukur seperti StereoSet, yang menilai bias stereotip dalam model AI, menunjukkan bahwa setiap generasi baru AI telah mencapai kemajuan terukur, baik dalam hal kemampuan model maupun mitigasi bias (lihat bagian *Under the Hood 7.1* untuk rincian lebih lanjut).

Under the Hood 7.1: StereoSet dan upaya mencapai transparansi

Menghilangkan bias salah satu topik yang paling banyak diperdebatkan dalam etika AI sangat erat kaitannya dengan tantangan transparansi dan kemampuan untuk memberikan penjelasan (*explainability*). Meskipun model AI telah menunjukkan kemajuan signifikan di bidang-bidang ini, kemampuan mereka untuk sepenuhnya menghilangkan stereotip tanpa mengorbankan akurasi linguistik masih menjadi masalah yang belum terpecahkan. Berbeda dengan pengembangan perangkat lunak tradisional, kemajuan AI cenderung mengikuti kurva peningkatan eksponensial: peningkatan kinerja awal relatif mudah dicapai, namun perbaikan lebih lanjut menjadi semakin sulit dan membutuhkan banyak sumber daya seiring model mendekati tingkat akurasi yang lebih tinggi. Masalah ini sangat krusial dalam bidang-bidang yang memiliki risiko tinggi, di mana kesalahan kecil sekalipun dapat berakibat fatal.

Salah satu alat utama yang digunakan untuk menilai bias dalam AI adalah StereoSet, sebuah *dataset* dan tolok ukur (*benchmark*) yang dirancang untuk mengevaluasi bagaimana model bahasa menangani stereotip terkait gender, ras, profesi, dan agama. StereoSet

mengukur skor bias stereotip (seberapa sering model memperkuat stereotip) sekaligus skor model bahasa (seberapa baik model menghasilkan kalimat yang koheren dan bebas bias). Di antara metode lainnya, StereoSet menyajikan pilihan ganda untuk melengkapi kalimat kepada model AI satu pilihan mencerminkan stereotip, satu menentang stereotip tersebut, dan satu lagi tidak terkait lalu mengukur pilihan mana yang lebih disukai oleh model tersebut.

Idealnya, sistem AI harus mencapai skor bias yang rendah sembari mempertahankan akurasi linguistik yang tinggi. Namun dalam praktiknya, keseimbangan ini terbukti sulit dicapai, terutama pada generasi awal AI Generatif. Model-model yang lebih baru, seperti GPT-4, telah menunjukkan peningkatan kinerja pada StereoSet, yang mengindikasikan bahwa sistem AI semakin efektif dalam memitigasi stereotip yang merugikan. Meski demikian, mengatasi satu bentuk bias sering kali memunculkan tantangan baru, sebagaimana terlihat pada kasus Gemini sebelumnya (Fakta Singkat 7.2). Sebagai contoh, model yang dilatih untuk menghindari stereotip gender mungkin melakukan koreksi berlebihan dengan mengubah pernyataan yang akurat secara factual seperti "Dia seorang perawat" atau "Dia seorang insinyur" menjadi alternatif yang terlalu umum, sehingga mengaburkan informasi yang sebenarnya valid. Terlepas dari berbagai tantangan tersebut, tolok ukur seperti StereoSet tetap menjadi sarana penting untuk mengevaluasi model AI dari segi keterpahaman (*interpretability*) dan keadilan.

Meskipun sistem AI kini semakin jarang menunjukkan bias yang mencolok, dilema antara keadilan dan akurasi tetap menjadi perhatian utama. Hal ini mendorong meningkatnya minat terhadap teknik mitigasi bias yang adaptif, yang memungkinkan sistem AI menyesuaikan responsnya secara kontekstual alih-alih mengandalkan filter kaku yang bersifat seragam. Seiring semakin dalamnya integrasi AI dalam proses pengambilan keputusan, menjamin transparansi, keadilan, dan keterpahaman sistem tersebut akan menjadi hal yang jauh lebih krusial dibandingkan sebelumnya.

Pendekatan lain yang menjanjikan untuk meningkatkan kemampuan interpretasi adalah penerapan pengawasan manusia dengan melibatkan peran "manusia dalam sistem" (*human-in-the-loop*) untuk memantau dan memandu sistem AI. Salah satu wujud nyata dari pendekatan ini yang sangat umum terjadi pada tahun 2010-an adalah alih daya (*outsourcing*) untuk moderasi konten berbasis AI. Perusahaan teknologi sering kali mengandalkan tenaga kerja manusia guna meninjau dan menyaring konten yang ditandai oleh AI, dengan memanfaatkan platform seperti Amazon Mechanical Turk dan Google Labs. Meskipun praktik ini masih berlangsung kendati dalam skala yang lebih kecil kini praktik tersebut mendapat sorotan lebih tajam dan pengawasan yang lebih ketat. Perhatian yang meningkat ini muncul karena kurasi konten dapat menjadi masalah pelik ketika berbagai pemangku kepentingan memiliki kepentingan yang saling bertentangan, misalnya dalam upaya menyeimbangkan aspek keselamatan pengguna atau pekerja dengan margin keuntungan. Ketergantungan yang tinggi dari sistem-sistem ini terhadap pekerja kontrak asing sementara yang bergaji rendah dan memiliki kepastian kerja minim juga telah memicu kekhawatiran serius terkait hak-hak pekerja dan kompensasi yang adil. Bagian praktik langsung (*hands-on*) 7.1 menyajikan contoh alternatif yang menggambarkan bagaimana individu saat ini dapat berkontribusi secara

sukarela dalam pengembangan, pengujian, dan penyempurnaan sistem AI melalui platform seperti Google Labs.

Praktik Langsung 7.1: Bereksperimen dengan pelatihan AI di Google Labs

Seiring dengan semakin besarnya peran AI dalam kehidupan sehari-hari, keterlibatan publik secara berkelanjutan sangatlah penting untuk membantu menyempurnakan aspek keadilan, transparansi, dan keselarasan AI dengan nilai-nilai kemanusiaan. Google Labs menghadirkan peluang tersebut dengan menyediakan platform terbuka tempat pengguna dapat terlibat aktif dalam pengembangan AI melalui pengujian berbagai model, mulai dari NLP (pemrosesan bahasa alami) dan visi komputer hingga AI Generatif (Gen AI).

Dengan berpartisipasi dalam berbagai eksperimen seperti berinteraksi dengan chatbot, menguji alat pengenalan gambar, atau memberikan masukan untuk model pemrosesan suara, Anda dapat mengamati secara langsung bagaimana AI berkembang melalui umpan balik manusia. Sebagai contoh, Anda bisa menguji chatbot dengan memasukkan perintah (*prompt*) dan mengevaluasi responsnya, melabeli gambar untuk meningkatkan akurasi pengenalan, atau mengirimkan sampel suara guna menyempurnakan kemampuan pemrosesan suara. Aktivitas-aktivitas ini menyingkap kekuatan maupun kelemahan sistem AI, serta mengungkap potensi bias, kesalahan, dan aspek-aspek di mana pemahaman sistem masih terbatas.

Saat Anda terlibat dalam eksperimen ini, penting untuk menilai kinerja sistem secara kritis dan memberikan masukan yang berbobot. Evaluasilah akurasi dan koherensi respons chatbot, serta perhatikan apakah AI menafsirkan pertanyaan Anda dengan tepat. Saat menggunakan model pengenalan gambar atau teks, cermati adanya kesalahan klasifikasi atau tanda-tanda bias dalam cara sistem memproses data. Sepanjang proses ini, renungkanlah peran krusial masukan manusia dan kualitas data pelatihan dalam membentuk efektivitas model AI. Menjelajahi Google Labs tidak hanya memberikan pengalaman praktis dengan teknologi AI terkini, tetapi juga memberi Anda kesempatan untuk berkontribusi pada penyempurnaan teknologi tersebut secara berkelanjutan. Baik Anda seorang pelajar, peneliti, maupun profesional bisnis, partisipasi dalam eksperimen ini memberikan wawasan berharga mengenai bagaimana sistem AI belajar, beradaptasi, dan memengaruhi dunia di sekitar kita.

Untuk mengatasi masalah terkait hak-hak pekerja dan kompensasi secara lebih sistematis, salah satu solusi alternatifnya adalah dengan ‘melibatkan masyarakat’ melalui pembentukan kontrak sosial yang menetapkan perilaku AI yang dapat diterima dalam situasi dilema moral. Sayangnya, pendekatan ini juga menghadapi tantangan besar akibat perbedaan budaya dan beragamnya standar etika di berbagai masyarakat. Apa yang dianggap adil atau patut di suatu wilayah mungkin tidak sejalan dengan nilai-nilai yang dianut di wilayah lain. Selain itu, sistem AI dapat menciptakan situasi di mana kepentingan individu berbenturan dengan kepentingan bersama, sehingga memicu dilema sosial yang serupa dengan konsep ‘tragedi kepemilikan bersama’ (*tragedy of the commons*) sebuah fenomena di mana individu

mengutamakan kepentingan pribadi dengan mengorbankan sumber daya bersama, yang pada akhirnya merugikan masyarakat secara keseluruhan (lihat Fakta Singkat 7.3 untuk contoh terkini). Dinamika ini mencerminkan konsep 'kelangsungan hidup yang paling tangguh' (*survival of the fittest*) yang lebih dikenal luas. Dalam situasi semacam itu, orang cenderung lebih mengutamakan keuntungan pribadi dibandingkan kesejahteraan masyarakat; sebuah kecenderungan yang tanpa disadari dapat diperkuat oleh sistem AI karena sistem ini tidak memiliki intuisi moral.

Fakta Singkat 7.3 Tragedi kepemilikan bersama (*tragedy of the commons*) di dunia daring

Contoh kontemporer dari dinamika 'tragedi kepemilikan bersama' dalam etika AI dapat dilihat pada penyebaran misinformasi di platform media sosial. Sistem rekomendasi berbasis AI, yang dirancang untuk memaksimalkan keterlibatan pengguna, sering kali memprioritaskan konten yang bersifat sensasional atau memecah belah karena konten tersebut menghasilkan lebih banyak klik dan interaksi. Pada tingkat individu, pengguna cenderung tertarik pada konten yang memperkuat keyakinan mereka saat ini, pembuat konten memproduksi materi yang memancing emosi untuk menarik lebih banyak penonton dan pendapatan iklan, serta platform memperoleh keuntungan finansial dari retensi pengguna yang lebih tinggi. Namun, pada tingkat masyarakat, model yang didorong oleh keterlibatan ini mengikis kepercayaan terhadap informasi, memperparah polarisasi sosial, dan memicu tantangan di dunia nyata seperti misinformasi kesehatan masyarakat serta intervensi dalam pemilihan umum.

Karena sistem AI melakukan optimalisasi untuk keterlibatan tanpa kemampuan melakukan penilaian moral, sistem ini secara tidak sengaja dapat memperbesar masalah-masalah tersebut alih-alih mengurangnya. Mengatasi masalah ini memerlukan peralihan menuju pendekatan 'masyarakat-dalam-sistem' (*society-in-the-loop*), di mana tata kelola AI memprioritaskan kepentingan bersama di atas kepentingan finansial jangka pendek. Tanpa pengawasan etis, AI dapat terus mempercepat bentuk digital dari tragedi kepemilikan bersama, di mana tindakan individu yang didorong oleh kepentingan pribadi secara bertahap mengikis sumber daya bersama seperti kualitas informasi, kepercayaan publik, dan diskursus yang sehat.

Privasi

Pertimbangan privasi juga menjadi hambatan yang signifikan, terutama ketika sistem AI memproses informasi sensitif atau pribadi. Organisasi harus mengelola praktik pengumpulan, penyimpanan, dan pengelolaan data secara cermat guna menjaga kepatuhan terhadap peraturan perlindungan data (misalnya, CCPA, GDPR). Kegagalan dalam hal ini dapat mengakibatkan kerusakan reputasi dan reaksi negatif publik, sebagaimana terlihat dalam skandal data Facebook tahun 2018 (lihat Fakta Singkat 7.4). Meskipun Bab 3 telah membahas penyimpanan dan pengelolaan data, serta isu-isu regulasi telah dibahas sebelumnya dalam bab ini (Bagian 7.3), bagian ini menekankan pentingnya penerapan langkah-langkah untuk memastikan penggunaan dan perlindungan data pribadi yang bertanggung jawab.

Kepatuhan menuntut penerapan praktik-praktik seperti enkripsi data, protokol berbagi data yang ditetapkan secara jelas, dan anonimisasi informasi pribadi. Tantangan-tantangan ini menjadi semakin kompleks dalam konteks konten yang dihasilkan AI dan kolaborasi berbasis ekosistem, di mana persoalan kepemilikan data sebagian besar masih belum terselesaikan. Untuk menggambarkan besarnya konsekuensi dari penyalahgunaan data, Fakta Singkat 7.4 menyoroti skandal Facebook–Cambridge Analytica serta perannya dalam membentuk ekspektasi dan peraturan modern terkait privasi data.

Fakta Singkat 7.4 Cambridge Analytica: Skandal yang mendefinisikan ulang privasi data

Pada tahun 2018, skandal Cambridge Analytica mengungkapkan bagaimana data dari hingga 87 juta pengguna Facebook diperoleh secara tidak patut dan digunakan untuk iklan politik serta penargetan kampanye tanpa persetujuan eksplisit. Insiden tersebut menyoroti risiko tata kelola data yang buruk dan pelanggaran privasi, sehingga memicu perdebatan global mengenai etika data, akuntabilitas perusahaan, dan pengawasan regulasi. Meskipun GDPR telah dijadwalkan untuk mulai berlaku pada tahun 2018, skandal tersebut meningkatkan tekanan publik dan regulator agar hukum privasi data ditegakkan secara lebih ketat di seluruh dunia.

Sebagai dampaknya, pemerintah dan regulator mengambil sikap yang lebih tegas terkait kepatuhan, dengan mewajibkan perusahaan untuk mematuhi standar penanganan data dan transparansi yang lebih ketat. Saat ini, organisasi menghadapi denda besar dan konsekuensi hukum jika gagal mematuhi peraturan perlindungan data; hal ini mempertegas betapa pentingnya tata kelola data yang transparan, etis, dan aman di era digital.

Seiring berkembangnya ekosistem berbasis AI, organisasi menghadapi ketegangan mendasar antara kebutuhan untuk berbagi data secara terbuka demi kolaborasi yang efektif dan keharusan untuk melindungi informasi sensitif. Perusahaan semakin mengintegrasikan operasi mereka dengan sistem AI dan mitra jaringan, sehingga aliran data yang melintasi batas-batas organisasi menjadi lebih bernilai sekaligus lebih rentan. Di satu sisi, partisipasi ekosistem yang efektif menuntut tingkat pertukaran data yang belum pernah terjadi sebelumnya guna mendukung pengambilan keputusan berbasis AI dan kelincahan operasional (Bab 6). Di sisi lain, keterbukaan ini menciptakan peluang baru bagi terjadinya kebocoran data, akses tidak sah, dan potensi penyalahgunaan.

Oleh karena itu, organisasi harus menerapkan kerangka kerja tata kelola data yang canggih yang memungkinkan pengendalian terperinci atas aliran data sekaligus mendukung pertukaran data dinamis yang dibutuhkan oleh sistem AI. Mereka yang gagal mencapai keseimbangan ini menghadapi risiko besar mulai dari pelanggaran regulasi hingga kerusakan yang tidak dapat dipulihkan pada kepercayaan pelanggan dan hubungan dalam ekosistem. Pada akhirnya, keberhasilan dalam ekosistem AI tidak hanya bergantung pada kemampuan teknologi dalam penyimpanan dan pengelolaan data, tetapi juga pada kemampuan organisasi

untuk bertindak sebagai pengelola data tepercaya yang mampu berbagi sekaligus melindungi informasi secara efektif.

Hak kekayaan intelektual

Tantangan etis mendesak lainnya dalam lanskap AI saat ini berkaitan dengan persinggungan antara kecerdasan buatan dan hak kekayaan intelektual (HKI). Sistem AI semakin sering menghasilkan keluaran yang termasuk dalam ranah yang secara tradisional dilindungi oleh hukum HKI, seperti paten, merek dagang, hak cipta, dan rahasia dagang. Penerapan setiap bentuk perlindungan bergantung pada sifat data atau keluaran tersebut, apakah melibatkan desain atau penemuan (paten), identitas merek (merek dagang), konten kreatif (hak cipta), atau informasi bisnis rahasia (rahasia dagang).

Tumpang tindih antara AI dan HKI ini menimbulkan ketegangan etis yang terus-menerus antara kebutuhan akan transparansi dan kewajiban untuk menjaga aset intelektual. Pengembangan AI yang bertanggung jawab mendorong keterbukaan mengenai cara kerja sistem, namun pengungkapan penuh tidak selalu dapat dilakukan tanpa mengorbankan hak hukum atau keunggulan kompetitif. Sebagai contoh, memublikasikan rincian mengenai penemuan atau kumpulan data yang dihasilkan AI dapat mengancam kerahasiaan dagang atau melanggar perjanjian kerahasiaan.

Sebaliknya, penggunaan perlindungan HKI untuk melindungi keluaran AI dari pemeriksaan dapat menghambat akuntabilitas, membatasi pertukaran pengetahuan, dan memperkuat ketimpangan informasi. Yang terpenting, transparansi etis tidak serta-merta mengharuskan pengungkapan informasi secara menyeluruh. Ketika organisasi memberikan alasan yang jelas dan berlandaskan prinsip untuk tidak mengungkapkan informasi tertentu terutama demi melindungi kepentingan yang sah, hal tersebut tetap dapat mencerminkan komitmen yang kuat terhadap transparansi. Akan tetapi, kerangka hukum saat ini belum sepenuhnya beradaptasi dengan kompleksitas yang muncul akibat konten buatan AI, sehingga isu-isu mendasar seperti kepenulisan, kepemilikan, dan penggunaan wajar (*fair use*) masih belum terselesaikan. Kerentanan-kerentanan ini digambarkan lebih lanjut dalam Fakta Singkat 7.5.

Fakta Singkat 7.5 Dilema hak cipta AI: Thaler vs. Perlmutter

Pada tahun 2023, Pengadilan Distrik AS mengeluarkan putusan penting dalam kasus Thaler vs. Perlmutter, sebuah perkara yang menguji batasan hukum hak cipta di era AI. Ilmuwan komputer Stephen Thaler mengajukan permohonan perlindungan hak cipta untuk gambar yang dihasilkan oleh sistem AI miliknya, Creativity Machine, dengan argumen bahwa konten buatan AI seharusnya diakui sebagai kekayaan intelektual. Namun, Kantor Hak Cipta AS menolak permohonan tersebut dan menegaskan kembali bahwa perlindungan hak cipta terbatas pada karya yang diciptakan oleh penulis manusia. Keputusan ini menetapkan preseden hukum yang penting, dengan menegaskan bahwa karya yang dihasilkan oleh AI tanpa keterlibatan langsung manusia tidak dapat memperoleh perlindungan hak cipta. Hal ini juga memunculkan pertanyaan hukum dan etika yang lebih luas mengenai kepemilikan dalam

proses kreatif yang dibantu oleh AI, khususnya ketika manusia melakukan kurasi atau modifikasi terhadap hasil keluaran AI tanpa berpartisipasi aktif dalam penciptaannya. Seiring dengan terus berkembangnya teknologi AI dan kontribusinya terhadap seni, sastra, dan media, persoalan mengenai siapa yang memegang hak atas karya ciptaan AI diperkirakan akan menjadi isu yang semakin diperdebatkan, sehingga memicu perdebatan hukum yang berkelanjutan serta potensi reformasi kebijakan.

Keandalan dan Keamanan

Tantangan etis terakhir berpusat pada keandalan dan keamanan sistem AI. Kekhawatiran utama dalam bidang ini adalah fenomena 'halusinasi' AI yang juga dikenal sebagai *confabulation* di mana model menghasilkan informasi yang keliru atau menyesatkan namun menyajikannya seolah-olah sebagai fakta. Masalah ini terutama umum terjadi pada model bahasa besar (*Large Language Models* atau LLM) generasi awal (Bab 4). Halusinasi sering kali muncul akibat celah dalam data pelatihan, kesalahan interpretasi konteks, atau generalisasi berlebihan, dan hal ini menimbulkan risiko serius dalam bidang-bidang yang memiliki dampak tinggi seperti layanan kesehatan, keuangan, dan hukum.

Untuk mengatasi hal ini, para peneliti sedang mengembangkan berbagai solusi (bersamaan dengan kemajuan dalam XAI yang telah dibahas sebelumnya). Solusi-solusi tersebut mencakup peningkatan kualitas data pelatihan dengan memasukkan sumber informasi yang lebih andal dan beragam, penerapan mekanisme verifikasi canggih yang mencocokkan respons AI dengan basis data tepercaya, pembatasan fleksibilitas kreatif model, penetapan batasan ketat terhadap keluaran yang diperbolehkan, serta penguatan pengawasan manusia untuk memvalidasi hasil. Meskipun halusinasi masih menjadi risiko, perbaikan berkelanjutan dalam hal transparansi dan deteksi kesalahan telah membantu mengurangi frekuensi serta tingkat keparahannya, walaupun belum menghilangkannya sepenuhnya.

Selain masalah halusinasi, sistem AI bahkan yang telah dilatih secara ketat masih dapat melakukan kesalahan dalam konteks baru atau ambigu. Mengatasi tantangan yang lebih luas ini sangat penting untuk mewujudkan potensi penuh AI. Organisasi harus menyeimbangkan dorongan inovasi yang tiada henti dengan kebutuhan akan infrastruktur yang tangguh, personel yang kompeten, tata kelola data yang baik, dan langkah-langkah keamanan yang kuat. Sama pentingnya adalah investasi yang terencana dan komitmen berkelanjutan terhadap ekosistem yang tepercaya (seperti yang telah dibahas sebelumnya dalam konteks privasi) ekosistem yang menyadari serta beroperasi dalam batasan-batasannya sendiri.

Keamanan siber, khususnya, telah menjadi fokus perhatian yang mendesak. Sistem AI semakin rentan terhadap serangan adversarial dan teknologi manipulatif, seperti *deepfake* yang telah disebutkan sebelumnya. Pihak-pihak yang berniat jahat dapat merusak proses pelatihan dengan menyisipkan data yang menyesatkan, yang pada akhirnya mengganggu pengambilan keputusan. Meskipun langkah-langkah keamanan yang tangguh dapat memitigasi risiko-risiko ini, penerapan dan pemeliharaan protokol keamanan siber yang efektif menuntut sumber daya yang besar serta komitmen organisasi yang berkelanjutan. Seiring merasuknya AI ke dalam sistem-sistem krusial, keamanan siber bukan lagi sekadar masalah

teknis. Hal ini merupakan keharusan strategis yang menuntut koordinasi lintas fungsi serta kelincahan dalam menghadapi ancaman yang terus berkembang.

Argumen untuk Standar Etika

Meskipun kesadaran akan implikasi etis AI terus meningkat, belum adanya konsensus global dan standar regulasi yang dapat ditegakkan terus menciptakan lanskap yang terfragmentasi. Dalam situasi ini, dunia usaha menghadapi ketidakpastian dan variasi yang signifikan terkait bagaimana prinsip-prinsip etika ditafsirkan dan diterapkan. Mengatasi tantangan-tantangan ini bukanlah hal yang sederhana. Diperlukan pendekatan holistik yang menyeimbangkan prinsip-prinsip utama seperti transparansi, keadilan, akuntabilitas, dan mitigasi risiko.

Tanpa adanya mandat etika yang mengikat, banyak organisasi mengambil langkah proaktif. Salah satu opsinya adalah dengan melibatkan ahli etika AI ke dalam tim inovasi lintas fungsi (Bab 6). Para ahli ini memainkan peran kunci dalam menyelaraskan pengembangan AI dengan prinsip-prinsip etika dan nilai-nilai sosial, sekaligus bertindak sebagai pengawas internal yang mampu mengidentifikasi dan memitigasi potensi risiko sejak tahap awal proses inovasi. Pengembang juga memegang peran sentral dalam penerapan AI yang etis. Sebagai arsitek sistem AI, mereka berada pada posisi unik untuk mengantisipasi dampak etis dari teknologi mereka sejak awal, serta menanamkan mekanisme pengamanan teknis yang mendorong akuntabilitas, melindungi privasi, dan mendukung keadilan. Pertanyaan-pertanyaan kunci yang perlu dipertimbangkan oleh pengembang (maupun organisasi) antara lain: Mengapa teknologi ini diperlukan? Siapa yang akan memperoleh manfaat darinya? Siapa yang mungkin dirugikan atau tersisih? Dan siapa yang sebaiknya dilibatkan dalam pembuatannya?

Untuk menyikapi lanskap etika yang terus berkembang, organisasi juga dapat merujuk pada Proposisi 2 dari kerangka IBV karya Peng menyoroti peran institusi informal ketika struktur formal lemah atau tidak memadai. Seiring dengan semakin banyaknya industri yang beralih ke pengaturan mandiri (*self-regulation*) untuk AI, banyak perusahaan mulai menyusun pedoman etika mereka sendiri. Sayangnya, pedoman-pedoman ini sering kali sangat beragam, bergantung pada tekanan eksternal, strategi tingkat perusahaan, dan nilai-nilai organisasi. Sementara beberapa perusahaan memprioritaskan transparansi dan keadilan, perusahaan lain lebih menitikberatkan pada efisiensi dan keunggulan kompetitif. Sebagai contoh, Grok milik X menerapkan kebijakan moderasi konten yang lebih longgar, dengan alasan komitmen yang lebih kuat terhadap 'kebebasan berpendapat' serta pembatasan konten yang lebih sedikit. Sebaliknya, ChatGPT dari OpenAI mengutamakan kepatuhan terhadap regulasi dengan menerapkan moderasi konten yang lebih ketat guna mencegah interaksi terkait topik-topik yang berbahaya, ilegal, atau sensitif.

Kekhawatiran Lingkungan

Tantangan etis dalam AI menghadirkan dilema yang jelas terkait masyarakat dan tata kelola, namun jejak lingkungan dari teknologi ini memunculkan lapisan kompleksitas lain sesuatu yang sering kali kurang terlihat namun memiliki dampak yang sama besarnya. Meskipun bersifat digital dan tidak berwujud, teknologi AI memiliki dampak nyata yang

signifikan terhadap planet ini. Mulai dari proses pelatihan *Large Language Models* (LLM) yang boros energi hingga ekstraksi mineral tanah jarang untuk perangkat keras khusus, sistem AI mengonsumsi sumber daya dalam jumlah besar di sepanjang siklus hidupnya. Kebutuhan ini tidak hanya memunculkan pertanyaan mengenai keberlanjutan lingkungan, tetapi juga mendorong perusahaan untuk merenungkan apakah kemajuan teknologi mereka harus dibayar dengan kerusakan ekologis.

Terkait pertukaran kepentingan (*trade-off*) lingkungan, AI memikul tanggung jawab ganda: AI harus meminimalkan jejak lingkungannya sendiri dengan menggunakan energi terbarukan, memperpanjang masa pakai produk, mengoptimalkan penggunaan energi, dan mengembangkan pusat data yang lebih ramah lingkungan, sembari berkontribusi pada keberlanjutan global melalui inovasi seperti bangunan pintar, jaringan listrik pintar (*smart grids*), sistem transportasi terhubung, dan solusi kerja hibrida. Salah satu masalah lingkungan paling mendesak terkait AI adalah konsumsi energinya yang tinggi. Pelatihan model AI berskala besar membutuhkan daya komputasi yang sangat besar; proses ini sering kali mengharuskan server beroperasi terus-menerus dan bergantung pada bahan bakar fosil, yang secara signifikan berkontribusi terhadap emisi karbon dan perubahan iklim. Sebagai contoh, pelatihan GPT-3 milik OpenAI diperkirakan mengonsumsi listrik sebesar 1.287 megawatt-jam (MWh)—jumlah yang kira-kira setara dengan konsumsi energi tahunan lebih dari 120 rumah tangga. Demikian pula, pengembangan model berskala besar di perusahaan seperti DeepMind (milik Google) dan Meta semakin meningkatkan kebutuhan energi, sehingga mempertegas urgensi akan infrastruktur komputasi yang lebih berkelanjutan.

Jejak lingkungan AI juga mencakup penggunaan air. Pusat data yang menampung sistem AI mengonsumsi jutaan galon air setiap tahunnya untuk keperluan pendinginan. Di wilayah yang sudah menghadapi kelangkaan air, beban tambahan terhadap sumber daya ini menjadi hal yang sangat mengkhawatirkan. Ketergantungan AI yang kian meningkat pada pusat data berskala besar menjadikan pengelolaan air yang efisien sebagai tantangan yang semakin kompleks. Produksi perangkat keras AI semakin memperbesar jejak lingkungan teknologi ini. Pembuatan prosesor AI khusus bergantung pada mineral tanah jarang dan logam mulia, yang proses penambangannya menyebabkan polusi, kerusakan habitat, dan emisi karbon tinggi. Selain itu, pesatnya kemajuan teknologi mempercepat usangnya perangkat keras, sehingga memperparah masalah limbah elektronik. Seiring dengan terus berkembangnya AI, upaya memitigasi dampak lingkungan jangka panjangnya akan memerlukan pengawasan cermat terhadap siklus hidup perangkat keras serta praktik produksi yang lebih berkelanjutan.

Terlepas dari berbagai tantangan tersebut, AI juga menyimpan potensi besar dalam mengatasi persoalan lingkungan. Mulai dari optimalisasi sumber daya hingga pemantauan lingkungan secara *real-time*, AI mendukung penerapan praktik yang lebih bertanggung jawab dan efisien di berbagai sektor. Teknologi ini memfasilitasi strategi mitigasi maupun adaptasi dengan membantu organisasi mengelola sistem yang kompleks, mengantisipasi risiko ekologis, dan merancang solusi berbasis data. Fakta Singkat 7.6 menggambarkan bagaimana AI telah

diterapkan dalam beragam situasi nyata untuk mendukung tujuan lingkungan, mulai dari sektor energi dan transportasi hingga pertanian serta perlindungan ekosistem.

Fakta Singkat 7.6 AI sebagai penjaga lingkungan

Terlepas dari dampak lingkungannya, AI terbukti menjadi sekutu yang ampuh dalam upaya mencapai keberlanjutan, dengan menawarkan solusi berbasis data untuk meningkatkan efisiensi energi, mendorong konservasi, dan mengurangi emisi. Di Denmark, misalnya, jaringan listrik pintar (*smart grid*) berbasis AI membantu mengoptimalkan distribusi energi angin, memastikan kelebihan listrik disimpan atau dialihkan alih-alih terbuang percuma. Pemeriksaan prediktif berbasis AI juga mentransformasi sektor transportasi dan logistik: perusahaan seperti UPS menggunakan AI untuk mengoptimalkan rute pengiriman, sehingga mengurangi konsumsi bahan bakar hingga jutaan liter setiap tahunnya. Selain efisiensi energi, AI memberikan kontribusi signifikan terhadap konservasi lingkungan. Ahli biologi kelautan menggunakan teknologi pengenalan gambar berbasis AI untuk melacak populasi paus, yang membantu upaya perlindungan spesies terancam punah. Demikian pula, sistem pemantauan satelit berbasis AI diterapkan di Kalimantan dan Gabon untuk mendeteksi penebangan hutan ilegal secara *real-time*, sehingga memungkinkan pihak berwenang untuk merespons dengan lebih cepat.

Di bidang pertanian, AI merevolusi pertanian presisi dengan memantau kesehatan tanah, mengoptimalkan irigasi, dan mengurangi penggunaan pestisida, yang menghasilkan panen lebih tinggi dengan dampak lingkungan yang lebih rendah. Selain itu, model AI semakin banyak diterapkan dalam perencanaan kota, membantu kota-kota merancang bangunan hemat energi dan mengoptimalkan sistem pengelolaan limbah; kedua hal ini berkontribusi pada penurunan emisi karbon.

Berdasarkan wawasan tersebut, banyak perusahaan berupaya secara aktif mengurangi jejak lingkungan dari AI. Beberapa perusahaan memindahkan pusat data ke wilayah beriklim lebih dingin guna mengurangi kebutuhan pendinginan, sementara yang lain menjalankan operasi AI mereka menggunakan energi terbarukan. Secara bersamaan, perusahaan teknologi berinvestasi pada algoritma dan perangkat keras yang lebih hemat energi, dengan tujuan mengurangi konsumsi energi sejak tahap perancangan.

Ke depannya, tantangan utama terletak pada upaya menyeimbangkan potensi transformatif AI dengan dampak lingkungannya. Hal ini mencakup tidak hanya optimalisasi sistem dan penggunaan energi bersih, tetapi juga penilaian kritis mengenai apakah AI benar-benar diperlukan untuk setiap aplikasi. Seiring dengan terus berkembangnya teknologi ini, memastikan keberlanjutan lingkungannya menjadi hal yang krusial demi kelangsungan jangka panjang, penerimaan masyarakat, dan inovasi yang bertanggung jawab. Dampak lingkungan dari AI menjadi pengingat bahwa teknologi digital pun memiliki konsekuensi nyata di dunia fisik. Meningkatkan kesadaran mengenai dampak yang sering kali tidak terlihat ini sangatlah penting. Mengedukasi pengguna untuk membuat pilihan yang lebih bijak seperti

menggunakan mesin pencari konvensional untuk pertanyaan dasar atau membatasi pembuatan konten yang tidak mendesak dapat membantu mengurangi penggunaan energi yang tidak perlu.

Sebagai contoh, saat OpenAI meluncurkan generator gambar terbarunya pada Maret 2025, lebih dari 700 juta gambar dibuat hanya dalam waktu satu minggu oleh lebih dari 130 juta pengguna. Lonjakan permintaan tersebut melampaui kapasitas sistem, sehingga CEO Sam Altman harus mengunggah pesan di X yang meminta pengguna untuk bersabar dan membatasi permintaan karena "prosesor mereka sampai meleleh"! Meskipun lonjakan penggunaan ini mencerminkan antusiasme publik yang tinggi, hal ini kemungkinan besar juga menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan, terutama untuk hasil (*output*) yang sebenarnya tidak terlalu penting. Pengelolaan yang efektif terhadap dimensi etika, operasional, dan lingkungan dari AI sangatlah penting bagi organisasi yang ingin memanfaatkan potensi teknologi ini sembari menjaga kepercayaan pemangku kepentingan dan memenuhi tanggung jawab sosial yang lebih luas. Organisasi yang secara proaktif menghadapi tantangan-tantangan ini dengan menyadari bahwa sistem AI tidak beroperasi secara terisolasi melainkan berdampak pada individu, masyarakat, dan lingkungan akan berada pada posisi yang lebih baik untuk memanfaatkan AI sebagai katalisator bagi inovasi yang berkelanjutan. Aktivitas Praktis 7.2 menawarkan sarana praktis untuk membantu Anda merefleksikan dampak lingkungan yang Anda timbulkan serta mempertimbangkan bagaimana pilihan individu dapat mendukung tujuan keberlanjutan global.

Praktik 7.2: Ukur jejak karbon Anda sendiri

Pernahkah Anda mempertimbangkan bagaimana aktivitas sehari-hari berkontribusi terhadap emisi karbon dan konsumsi energi? Mulai dari penggunaan listrik hingga pilihan transportasi, jejak karbon Anda mencerminkan total gas rumah kaca yang Anda hasilkan. Memahami dampak lingkungan Anda dapat memberdayakan Anda untuk mengambil keputusan gaya hidup yang lebih berkelanjutan.

Salah satu cara untuk menilai kontribusi pribadi Anda terhadap emisi karbon adalah dengan menggunakan Kalkulator Jejak Karbon dari Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB). Alat ini memperkirakan emisi Anda berdasarkan faktor-faktor seperti konsumsi energi, kebiasaan bepergian, dan pilihan pola makan. Di situs web tersebut, Anda akan diminta memberikan rincian mengenai penggunaan listrik dan pemanas ruangan, jenis sumber energi yang Anda gunakan, serta pola transportasi Anda termasuk seberapa sering Anda mengemudi, jenis bahan bakar kendaraan, dan jumlah penerbangan yang Anda lakukan setiap tahunnya. Kalkulator ini juga mempertimbangkan preferensi pola makan Anda, dengan mencatat bahwa pola makan berbasis nabati biasanya menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah dibandingkan pola makan yang banyak mengonsumsi daging.

Setelah Anda mengirimkan jawaban, kalkulator akan menampilkan perkiraan jejak karbon tahunan Anda dalam satuan metrik ton CO₂ serta memberikan rekomendasi yang disesuaikan untuk membantu meminimalkan dampak lingkungan Anda. Saran-saran tersebut

dapat mencakup beralih ke energi terbarukan, memilih transportasi umum, atau melakukan peningkatan efisiensi energi di rumah. Alat ini tidak hanya membantu Anda memahami kontribusi Anda terhadap emisi global dengan lebih baik, tetapi juga mendorong langkah-langkah praktis untuk mengadopsi gaya hidup yang lebih ramah lingkungan. Bahkan perubahan kecil dalam kebiasaan sehari-hari dapat berkontribusi secara kolektif terhadap masa depan yang lebih berkelanjutan dan membantu mengurangi kerusakan lingkungan.

7.5 MEMBENTUK TENAGA KERJA DI MASA DEPAN YANG DIDORONG OLEH AI

Bagian ini mengkaji dampak AI terhadap pasar tenaga kerja, menelusuri evolusinya mulai dari Revolusi Industri Pertama hingga era saat ini yang didorong oleh AI. Bagian ini menyoroti tantangan strategis sekaligus peluang yang dihadirkan oleh AI, serta menekankan perlunya mengintegrasikan teknologi dengan keahlian manusia dengan kata lain, memandang AI sebagai mitra kolaborasi (lihat pembahasan mengenai Prinsip Utama 3 dari strategi yang diperkuat AI di Bab 2). Bagian ini juga mengeksplorasi jenis pekerjaan atau aspek pekerjaan mana yang paling rentan terhadap transformasi berbasis AI, serta bagaimana para pembuat kebijakan, perusahaan, dan pekerja harus beradaptasi dengan perubahan-perubahan tersebut.

Manusia dan Mesin: Sekutu Jangka Panjang atau Lawan?

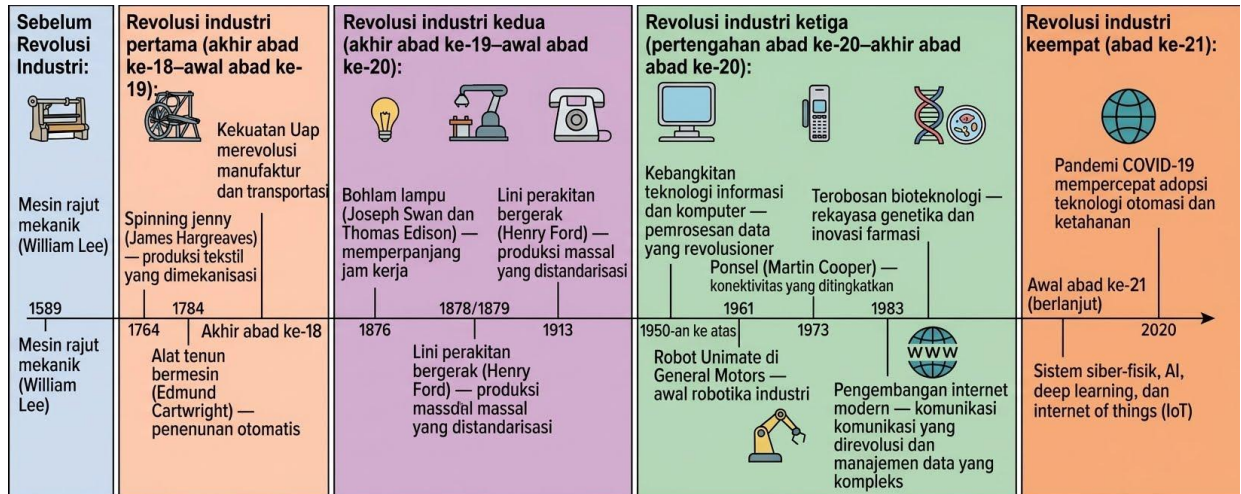
Sepanjang sejarah manusia, kemajuan teknologi secara konsisten bertujuan menggantikan tenaga kerja manual dengan sistem otomatisasi yang lebih efisien. Evolusi otomatisasi bermula secara sederhana, dengan inovasi seperti mesin rajut mekanis karya William Lee pada tahun 1589, sebelum kemudian melaju pesat selama Revolusi Industri Pertama yang terjadi pada akhir abad ke-18 dan awal abad ke-19. Periode ini menyaksikan mekanisasi produksi tekstil melalui penemuan-penemuan seperti *spinning jenny* dan mesin tenun bertenaga mekanis atau *power loom*, sementara tenaga uap merevolusi sektor manufaktur dan transportasi.

Revolusi Industri Kedua, yang berlangsung dari akhir abad ke-19 hingga awal abad ke-20, membawa elektrifikasi dan sistem produksi lini perakitan. Tonggak sejarah penting pada masa ini mencakup penemuan bola lampu oleh Joseph Swan dan Thomas Edison yang memperpanjang jam kerja serta lini perakitan bergerak karya Henry Ford yang menstandarisasi metode produksi massal. Periode ini juga menyaksikan kemajuan besar dalam bidang komunikasi, dengan ditemukannya telepon oleh Alexander Graham Bell.

Revolusi Industri Ketiga, yang berlangsung dari pertengahan hingga akhir abad ke-20, menghadirkan otomatisasi tahap awal dan robotika, yang menandai pergeseran menuju mekanisasi yang lebih luas di sektor industri. Salah satu tonggak pentingnya adalah diperkenalkannya robot Unimate di General Motors, yang meletakkan dasar bagi otomatisasi industri modern. Awalnya dirancang untuk tugas-tugas sederhana yang bersifat repetitif, robot-robot tersebut secara bertahap menjadi semakin canggih dan mampu menangani operasi yang kian kompleks.

Pesatnya perkembangan teknologi informasi dan komputer, khususnya sejak tahun 1950-an, merevolusi pengolahan data dan pekerjaan kantor. Munculnya internet modern

semakin mengotomatisasi perhitungan yang rumit, proses perancangan, dan tugas-tugas administratif. Bidang telekomunikasi juga mengalami kemajuan pesat; penemuan telepon seluler oleh Martin Cooper meningkatkan konektivitas dan memungkinkan komunikasi yang lebih cepat. Selain otomatisasi dan digitalisasi, periode ini juga mencatat terobosan besar di bidang bioteknologi, terutama dalam rekayasa genetika dan farmasi. Gambar 7.3 menyajikan linimasa yang merangkum beberapa tonggak sejarah penting yang membentuk revolusi industri tersebut.



Gambar 7.3 Revolusi industri dari masa ke masa

Revolusi Industri Keempat saat ini yang didorong oleh sistem siber-fisik, AI, *deep learning*, dan *Internet of Things* (IoT) menandai lompatan besar (*quantum leap*) lainnya dalam kemampuan teknologi. Pandemi COVID-19 mempercepat transformasi ini, memaksa perusahaan untuk mengadopsi otomatisasi demi mencapai ketahanan dan efisiensi yang lebih baik. Meskipun teknologi-teknologi ini memodernisasi sektor manufaktur, jasa, dan sektor lainnya, hal tersebut belum memicu pengangguran massal yang sempat dikhawatirkan oleh sebagian pihak pada awalnya.

Sebaliknya, terdapat tanda-tanda awal bahwa AI dan otomatisasi mungkin lebih banyak berperan dalam mendefinisikan ulang peran manusia dan menciptakan peluang baru. Namun, dampak jangka panjangnya terhadap dunia kerja masih belum pasti, karena teknologi-teknologi ini berpotensi mendukung ataupun justru merusak kondisi kerja yang layak, tergantung pada bagaimana teknologi tersebut dikembangkan dan diterapkan. Untuk lebih memahami ketidakpastian ini beserta dinamika yang mendasarinya, kita perlu menelaah wawasan konseptual yang lebih mendalam. Tiga gagasan mendasar membantu menjelaskan kemungkinan arah perkembangannya: prinsip *O-ring*, paradoks Moravec, dan prinsip "tidak pernah merasa cukup" (*never-get-enough principle*). Secara bersama-sama, konsep-konsep ini memberikan sudut pandang berharga untuk menafsirkan bagaimana teknologi terkini dapat secara bersamaan menggantikan, mengubah, dan menciptakan lapangan kerja atau aspek-aspek tertentu dari pekerjaan dengan cara-cara yang sulit diprediksi secara sederhana.

Prinsip *O-ring*, yang dikemukakan oleh Michael Kremer, menyatakan bahwa dalam sistem yang kompleks, kinerja keseluruhan sangat bergantung pada keandalan setiap komponen individunya. Sama halnya dengan peran krusial cincin-O (*O-ring*) kecil pada pesawat ulang-alik Challenger tahun 1986, pentingnya tugas-tugas manusia tertentu dalam dunia bisnis justru meningkat seiring dengan semakin banyaknya tanggung jawab yang diambil alih oleh otomatisasi. Prinsip ini menyoroti betapa tak tergantikannya kontribusi khas manusia dalam operasi bisnis yang kompleks. Alih-alih mengurangi kebutuhan akan peran manusia, otomatisasi justru dapat meningkatkannya. Untuk memahami sepenuhnya signifikansi prinsip *O-ring*, Fakta Singkat 7.7 mengulas kembali peristiwa yang menginspirasi prinsip tersebut serta mengeksplorasi implikasinya terhadap peran manusia yang terus berkembang di dunia yang diperkuat oleh AI.

Fakta Singkat 7.7: *O-ring* – Kegagalan kecil dengan konsekuensi besar

Prinsip *O-ring* mengambil namanya dari kegagalan kritis yang berujung pada bencana Pesawat Ulang-alik Challenger pada 28 Januari 1986. Bencana tersebut terjadi ketika segel karet *O-ring* pada salah satu pendorong roket padat pesawat ulang-alik gagal berfungsi akibat suhu yang sangat dingin pada pagi hari peluncuran. Kegagalan ini menyebabkan gas panas bocor keluar, yang pada akhirnya mengakibatkan tangki bahan bakar eksternal pesawat pecah dan memicu ledakan yang secara tragis merenggut nyawa ketujuh awak pesawat. Ekonom Michael Kremer menggunakan insiden ini sebagai metafora untuk teori pembangunan ekonomi *O-ring* miliknya, yang menekankan bahwa satu mata rantai yang lemah saja baik dalam sistem mekanis maupun tenaga kerja yang sangat terampil dapat menyebabkan kegagalan fatal. Dalam ekonomi, prinsip *O-ring* menyiratkan bahwa seiring dengan semakin banyaknya tugas yang diotomatisasi, nilai kontribusi manusia dalam tugas-tugas yang tersisa justru meningkat, menjadikannya hal yang tak tergantikan.

Seiring dengan setiap revolusi industri, peran manusia semakin menyerupai *O-ring*, yaitu elemen penentu yang menjadi kunci keberhasilan. Jika diterapkan pada AI dan otomatisasi, prinsip *O-ring* menunjukkan bahwa seiring kemajuan teknologi, pengawasan dan keahlian manusia menjadi semakin krusial. Sama halnya seperti kegagalan kecil pada *O-ring* Challenger yang membawa konsekuensi dahsyat, kesalahan dalam sistem berbasis AI dapat mengakibatkan kegagalan signifikan jika tidak dipantau dan dikelola dengan tepat.

Pertanyaannya kemudian adalah: Keterampilan apa yang menjadi semakin penting seiring kemajuan otomatisasi? Jawabannya mungkin terletak pada paradoks Moravec. Hans Moravec berpendapat bahwa kemampuan manusia dalam belajar, bernalar, berinovasi, dan beradaptasi memiliki kompleksitas dan efektivitas yang tak tertandingi, yang menyoroti kekuatan unik kognisi manusia. Meskipun AI tak diragukan lagi mengungguli manusia dalam bidang-bidang tertentu terutama yang melibatkan pemrosesan data berskala besar dan efisiensi komputasi tinggi manusia masih memiliki beberapa keunggulan khas yang belum dapat ditiru oleh mesin.

Sebagai contoh, dari perspektif kognitif, manusia mampu membedakan antara kucing dan anjing hanya setelah melihat beberapa contoh saja, sedangkan AI memerlukan ribuan gambar pelatihan untuk melakukan tugas yang sama. Manusia juga jauh lebih unggul dalam menafsirkan data yang terbatas dan tidak sempurna (penuh derau/*noise*) serta melakukan generalisasi berdasarkan informasi yang terbatas. Berbeda dengan mesin, manusia mampu memberikan makna pada objek, mengenali hubungan abstrak, dan menerapkan pemahaman kontekstual dalam situasi dunia nyata. Meskipun terdapat kemajuan signifikan dalam pembelajaran mesin (Bab 3), NLP (Bab 4), dan robotika (Bab 5), AI masih belum memiliki kemampuan penalaran intuitif yang secara alami dimiliki manusia. Hal ini menegaskan peran yang saling melengkapi antara kecerdasan manusia dan kecerdasan buatan.

Selain itu, kecerdasan umum manusia kemampuan untuk memecahkan masalah dan menerapkan pengetahuan secara fleksibel di berbagai bidang tetap tak tertandingi. Berbeda dengan sistem AI saat ini yang umumnya dioptimalkan untuk tugas-tugas dengan batasan yang jelas, manusia mampu menetapkan tujuan secara mandiri dan menyesuaikan pengetahuan mereka dengan situasi baru yang belum pernah dihadapi sebelumnya. Dari segi fisik, manusia juga memiliki keunggulan signifikan dalam banyak tugas, terutama yang menuntut kemampuan beradaptasi dan keterampilan motorik halus. Perhatikan tindakan yang tampak sederhana seperti melipat kemeja sebuah tugas rutin yang begitu intuitif bagi manusia sehingga kerumitannya sering kali tidak disadari. Tugas ini melibatkan serangkaian penyesuaian yang rumit dan dinamis. Kita memegang kain dengan mudah, menyesuaikan genggamannya berdasarkan tekstur, berat, dan resistensi bahan. Jari-jari kita memberikan tekanan yang tepat untuk meratakan lipatan tanpa meregangkan atau merusak bahan tersebut. Kita secara spontan mengenali simetri dan kesejajaran, serta melakukan penyesuaian secara langsung (*real-time*) untuk memastikan kemeja terlipat dengan rapi. Bahkan ketidaksempurnaan kecil seperti lengan baju yang sedikit terpelintir atau bagian bawah baju yang tidak rata dideteksi dan diperbaiki secara otomatis, sering kali tanpa kita sadari secara sadar. Umpan balik taktil (sentuhan) juga memandu kita dalam menentukan apakah kemeja sudah terlipat dengan rata atau memerlukan penyesuaian sebelum dimasukkan ke dalam laci.

Terlepas dari kemajuan yang terus berlanjut dalam teknologi robot dan cobot, memprogram gerakan yang luwes dan intuitif seperti itu tetaplah sangat sulit (Bab 5). Faktanya, mengembangkan robot yang dapat melakukan pekerjaan rumah tangga dasar secara andal sering kali lebih menantang dibandingkan merancang robot untuk tugas-tugas khusus dengan tingkat presisi tinggi, seperti bedah robotik. Keunggulan utama lain yang dimiliki manusia dibandingkan mesin terletak pada kecerdasan sosial. Secara alami, kita mampu memahami emosi, menunjukkan empati yang tulus, dan menyesuaikan komunikasi berdasarkan konteks. Meskipun AI dapat diprogram untuk mengenali dan merespons isyarat emosional, teknologi ini tidak memiliki pemahaman mendalam yang lahir dari pengalaman hidup dan koneksi emosional yang autentik.

Seiring pesatnya perkembangan AI, perbedaan mendasar lainnya antara manusia dan mesin menjadi semakin jelas: kemampuan beradaptasi. Sementara AI memerlukan pemrograman dan pelatihan ekstensif untuk tugas-tugas spesifik, manusia mampu

menyesuaikan diri dengan situasi baru secara alami dengan mengandalkan kecerdasan umum, kesadaran sosial, dan ketangkasan fisik kualitas-kualitas yang terus membedakan kita dari mesin. Dalam konteks organisasi, penggabungan prinsip *O-ring* dengan paradoks Moravec menyoroti betapa pentingnya kemampuan adaptasi manusia. Keterampilan seperti berpikir kritis, pengambilan keputusan yang etis dan profesional, serta kecerdasan emosional tetap menjadi hal yang esensial dalam mengelola operasi bisnis yang kompleks. Alih-alih menggantikan peran manusia, otomatisasi justru mengubahnya dengan mengalihkan pekerja dari tugas-tugas yang bersifat prediktif menuju peran-peran yang memanfaatkan kekuatan khas manusia tersebut.

Namun, jika pekerjaan dibagi antara tugas yang sarat prediksi yang ditangani oleh AI dan tugas berbasis penilaian yang diperuntukkan bagi para ahli bukankah hal itu akan mengurangi jumlah total lapangan kerja yang tersedia bagi manusia? Bukankah peluang kerja secara keseluruhan akan menurun? Kekhawatiran ini dijawab melalui prinsip *never-get-enough* atau "tidak pernah merasa cukup", yang menyatakan bahwa otomatisasi di satu sektor justru memicu penciptaan lapangan kerja di sektor lain. Meskipun otomatisasi mungkin mengurangi permintaan tenaga kerja di industri tertentu, perekonomian secara luas cenderung beradaptasi menciptakan peluang baru, mengembangkan sektor-sektor yang sedang tumbuh, dan mengubah struktur pasar tenaga kerja. Evolusi ekonomi ini mendorong permintaan akan keahlian baru serta memunculkan jalur karier yang sebelumnya tak terbayangkan. Contoh nyata berskala global dapat ditemukan pada sektor pertanian di abad ke-20. Meskipun teknik pertanian modern secara signifikan mengurangi kebutuhan akan tenaga kerja pertanian, transformasi ini tidak mengakibatkan pengangguran massal. Sebaliknya, para pekerja yang terdampak beralih ke bidang-bidang baru yang berkembang seiring dengan kemajuan teknologi. Sebagaimana diungkapkan dengan tepat oleh Thorstein Veblen, "Penemuan adalah induk dari kebutuhan", pernyataan ini menggarisbawahi interaksi dinamis antara inovasi teknologi dan kebutuhan masyarakat yang terus berkembang. Setiap terobosan menciptakan permintaan baru, mendorong kemajuan, dan memungkinkan munculnya industri-industri yang benar-benar baru sebuah gagasan yang disajikan dalam Fakta Singkat 7.8.

Fakta Singkat 7.8 Revolusi pertanian: Lebih sedikit tenaga kerja, lebih banyak pangan

Pada awal abad ke-20, pertanian mendominasi lanskap ekonomi Eropa. Pada tahun 1900, sekitar 38 persen pekerja di Eropa Barat bekerja di sektor pertanian, kehutanan, dan perikanan. Menjelang akhir abad tersebut, angka itu merosot drastis hingga sekitar 3 persen. Penurunan ini semakin cepat pada awal tahun 2000-an, di mana lapangan kerja di sektor pertanian berkurang lagi sebesar 25 persen antara tahun 2000 dan 2009, yang mencerminkan hilangnya 3,7 juta pekerjaan purnawaktu. Berbeda dengan kekhawatiran akan terjadinya pengangguran massal, pergeseran struktural besar-besaran ini justru memicu transformasi ekonomi yang mendalam. Para pekerja secara bertahap beralih ke industri-industri yang sedang berkembang khususnya sektor jasa yang hampir tidak ada satu abad sebelumnya.

Transformasi ini menunjukkan bahwa kemajuan teknologi tidak melenyapkan lapangan kerja, melainkan mendefinisikan ulang pasar tenaga kerja serta menciptakan permintaan akan keterampilan-keterampilan baru.

Meskipun AI belum sepenuhnya mewujudkan potensi produktivitasnya, teknologi ini memiliki kemungkinan di antara berbagai dampak lainnya untuk berkontribusi pada penciptaan lapangan kerja di masa depan. Menariknya, jajak pendapat baru-baru ini di kalangan profesional SDM Australia mencerminkan pandangan yang umumnya optimis terhadap dampak AI. Para responden memperkirakan bahwa AI akan meningkatkan produktivitas dan kinerja, alih-alih memicu hilangnya lapangan kerja secara luas. Kurang dari seperempat profesional SDM menyatakan kekhawatiran mengenai hilangnya pekerjaan—dan mereka yang merasa khawatir cenderung merupakan pihak yang terlambat mengadopsi teknologi dibandingkan mereka yang mengadopsinya lebih awal. Hal ini mengisyaratkan bahwa ketidakpastian mengenai adopsi AI mungkin mendasari kecemasan yang lebih luas terkait keamanan kerja. Terlebih lagi, sejarah menunjukkan bahwa keterampilan manusia terus beradaptasi dalam merespons revolusi industri di masa lalu. Selain itu, mengingat sebagian besar negara maju menghadapi masalah penuaan populasi dan penurunan partisipasi angkatan kerja, melimpahkan tugas-tugas tertentu kepada AI mungkin tidak hanya tak terelakkan, tetapi juga bermanfaat. Pada akhirnya, transisi menuju AI sebaiknya tidak dipandang sebagai persaingan antara manusia dan mesin, melainkan sebagai sebuah kolaborasi topik yang akan kita bahas selanjutnya.

Pekerjaan yang Berisiko Tergantikan

Berdasarkan pemantauan historis mengenai AI dalam Bab 1, dapat dikatakan bahwa pada tahap awal gelombang ketiga AI, batasan antara kemampuan mesin dan tugas-tugas yang membutuhkan kecerdasan manusia tampak cukup jelas. Namun, kemajuan terkini dalam *machine learning* telah mengaburkan batasan tersebut secara signifikan, menandai dimulainya era baru ketidakpastian teknologi dan memunculkan gagasan mengenai kemungkinan adanya gelombang keempat AI. Akibatnya, peran AI dalam membentuk masa depan dunia kerja dan ketenagakerjaan telah menjadi perhatian penting bagi individu, perusahaan, pemerintah, dan masyarakat luas. Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) PBB nomor 8 bertujuan untuk menjamin pekerjaan yang layak dan pertumbuhan ekonomi bagi semua pihak, dengan menekankan pentingnya pembangunan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan, serta akses luas terhadap lapangan kerja dan kondisi kerja yang adil (Perserikatan Bangsa-Bangsa). Di satu sisi, AI diprediksi akan mendorong inovasi, memunculkan industri baru, dan menciptakan banyak lapangan kerja; namun di sisi lain, AI juga menimbulkan kekhawatiran mengenai pergeseran atau hilangnya pekerjaan terutama untuk peran yang melibatkan aktivitas rutin yang bersifat analitis namun terstruktur.

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, peran AI lebih menitikberatkan pada otomatisasi tugas-tugas spesifik dalam suatu pekerjaan daripada penghapusan profesi secara keseluruhan, sehingga mendorong perspektif yang lebih bernuansa dan berbasis tugas terhadap ketenagakerjaan. Aktivitas rutin, seperti pekerjaan fisik yang dapat diprediksi di

gudang atau kegiatan pengumpulan dan pengolahan data, merupakan bidang yang paling rentan. Sebaliknya, peran yang melibatkan pekerjaan fisik yang tidak dapat diprediksi, kemampuan beradaptasi, dan interaksi antarpribadi seperti profesi perawat atau teknisi perbaikan kecil kemungkinannya untuk diotomatisasi. Aktivitas yang mengandalkan kreativitas dan kepemimpinan termasuk yang paling minim risikonya, mengingat ketergantungannya pada intuisi manusia, kecerdasan emosional, dan penilaian kontekstual.

Salah satu ciri khas gelombang otomatisasi terkini adalah dampaknya terhadap profesi kelas menengah. Jika revolusi industri sebelumnya lebih banyak berdampak pada pekerja dengan keterampilan dan upah rendah, kemampuan AI dalam menangani tugas kognitif dan terstruktur kini justru menempatkan banyak pekerjaan berpenghasilan menengah dalam risiko. Posisi dengan dimensi kreativitas atau interaksi antarpribadi yang terbatas seperti analis keuangan, paralegal, dan tenaga profesional administrasi merupakan kelompok yang paling terdampak. Selain itu, berbagai tanggung jawab rutin yang secara tradisional dikelola oleh manajer tingkat menengah termasuk penjadwalan, pemantauan kinerja, dan pengambilan keputusan operasional kian banyak dialihkan ke perangkat sumber daya manusia berbasis AI.

Sebaliknya, peran dengan upah tinggi yang umumnya mengandalkan pengetahuan teknis khusus dan kecerdasan emosional diperkirakan akan tetap relatif bertahan. Demikian pula, banyak pekerjaan fisik dengan upah rendah kemungkinan besar akan tetap ada, mengingat tingginya biaya dan keterbatasan spesifik tugas yang masih melekat pada teknologi robotika (Bab 5). Akibatnya, pekerjaan di tingkat menengah menghadapi gejolak terbesar. Jika tidak ditangani, disrupsi ini berisiko memperparah ketimpangan pendapatan, karena pekerja kelas menengah yang tergusur mungkin terpaksa beralih ke pekerjaan dengan upah lebih rendah, yang berujung pada penurunan mobilitas sosial dan polarisasi ekonomi. Untuk melihat bagaimana tren ini berlangsung secara nyata, Fakta Singkat 7.9 mengulas contoh mencolok dari sektor kreatif, di mana AI tidak hanya memperluas berbagai kemungkinan tetapi juga menggantikan peran-peran tradisional.

Fakta Singkat 7.9: AI yang Sedang Berkembang

Pada tahun 2023, pembuat film Blair Vermette menarik perhatian publik lewat iklan Adidas yang memukau hasil kreasi AI meskipun iklan tersebut bukanlah kampanye resmi, dan koleksi bertema bunga yang ditampilkan pun sebenarnya tidak ada. Dengan memanfaatkan perangkat AI seperti RunwayML, Midjourney, Topaz, dan Adobe Creative Suite, Vermette menciptakan iklan yang tampak profesional dan memanjakan mata tanpa perlu melibatkan tim desainer, pencari lokasi, ataupun biaya produksi yang mahal.

Di satu sisi, hal ini sangat menarik. AI memberikan alat yang ampuh bagi para pelaku kreatif dan dunia bisnis untuk menguji konsep sebelum memutuskan untuk masuk ke tahap produksi atau meluncurkan kampanye pemasaran berskala besar. Bayangkan kemampuan untuk mengukur minat konsumen terhadap produk yang bahkan belum diproduksi. Merek dapat menyempurnakan desain berdasarkan masukan nyata, sehingga mengurangi limbah sekaligus meningkatkan efisiensi.

Namun, ada pula sisi negatifnya. Jika AI mampu menghasilkan materi pemasaran berkualitas profesional dengan keterlibatan manusia yang minim, apa dampaknya bagi para desainer, fotografer, dan tim produksi yang selama ini mewujudkan visi-visi tersebut? Meskipun AI dapat membuka peluang kreatif baru, teknologi ini juga memunculkan pertanyaan pelik mengenai keamanan kerja serta perubahan peran keahlian manusia dalam dunia periklanan dan desain.

Dari perspektif bisnis, meskipun kemampuan AI untuk mengotomatisasi berbagai tugas tingkat menengah terus meningkat, penerapannya bergantung pada interaksi kompleks antara pertimbangan ekonomi, pasar tenaga kerja, dan strategi. Penerapan AI menuntut penilaian cermat terhadap biaya dan manfaat, terutama mengingat besarnya biaya tertanam (*sunk costs*) dan kurva pembelajaran yang curam yang sering kali menyertai teknologi ini. Dinamika pasar, seperti kelangkaan talenta atau kelebihan pasokan tenaga kerja berbiaya rendah, turut memengaruhi keputusan penerapan AI. Agar integrasi AI dapat berjalan efektif, teknologi ini harus memberikan manfaat nyata bagi perusahaan di luar sekadar penghematan biaya seperti peningkatan produktivitas, kualitas, dan efisiensi operasional.

Bahkan ketika manfaatnya sudah jelas, penerapan AI dalam organisasi bukannya tanpa tantangan. Otomatisasi dapat menimbulkan ketidakpastian kerja, serta memicu ketakutan dan resistensi di kalangan karyawan yang tetap bertahan. Untuk mengatasinya, perusahaan perlu berinvestasi dalam komunikasi yang transparan dan inisiatif peningkatan keterampilan ulang (*reskilling*) yang terarah guna memfasilitasi transisi yang lancar dan membangun kepercayaan. Alih-alih berupaya mempertahankan peran pekerjaan yang sudah usang, organisasi sebaiknya memprioritaskan perancangan tempat kerja yang adaptif dan berpusat pada manusia, yang memungkinkan karyawan untuk berkembang berdampingan dengan AI. Hal ini mencakup identifikasi kebutuhan keterampilan yang terus berkembang, perancangan ulang pekerjaan agar lebih berfokus pada peningkatan kemampuan karyawan (*augmentation*) ketimbang penggantian peran, serta penciptaan lingkungan yang mendorong kelincahan dan kolaborasi.

Mengadopsi peningkatan keterampilan (*upskilling*) dan keterampilan ulang (*reskilling*) akan menjadi hal krusial bagi karyawan dalam menghadapi perubahan ini. Sejalan dengan paradoks Moravec, pekerja perlu mengembangkan dan memperkuat keterampilan manusia tingkat tinggi, seperti kreativitas, penalaran etis, empati, dan komunikasi interpersonal. Pada saat yang sama, organisasi harus tetap memperhatikan usulan inovasi yang datang dari karyawan, dengan menyadari bahwa pekerja garis depan sering kali memiliki wawasan paling praktis mengenai proses mana yang dapat dioptimalkan atau diotomatisasi. Otomatisasi yang saling menguntungkan (*positive-sum automation*) ini (Bab 5), bila dipadukan dengan budaya pembelajaran sepanjang hayat, memungkinkan perusahaan untuk menjaga tenaga kerjanya tetap produktif, memiliki keterlibatan tinggi, dan siap menghadapi masa depan dalam ekonomi yang digerakkan oleh AI. Secara keseluruhan, wawasan ini menunjukkan bahwa pengelolaan AI yang efektif memerlukan lebih dari sekadar adaptasi teknologi. Hal ini menuntut peninjauan kembali secara mendasar terhadap hubungan antara pemberi kerja dan pekerja. Kontrak sosial yang diperbarui semacam itu harus mengakui keahlian dan kesejahteraan manusia sebagai

aset krusial sejajar dengan efisiensi teknologi serta memandang pekerja sebagai aset, bukan sekadar biaya.

Dalam konteks ekosistem bisnis yang semakin saling terhubung (Bab 6), perubahan ini juga mencakup pembentukan tim lintas fungsi dan lintas organisasi (Bab 6) yang terdiri dari para profesional dengan pemahaman kontekstual yang kuat dan kemampuan penilaian yang matang; mereka berkolaborasi dengan sistem AI yang unggul dalam pengenalan pola dan analitik prediktif, namun tidak memiliki kepekaan terhadap nuansa maupun pertimbangan etis. Dinamika yang terus berkembang ini mencerminkan model kolaboratif yang diuraikan dalam Prinsip Utama 3 mengenai strategi yang diperkuat oleh AI (Bab 2), di mana wawasan manusia dan kecerdasan mesin saling melengkapi untuk meningkatkan pengambilan keputusan dan kinerja organisasi dengan cara yang tidak mungkin dicapai oleh salah satunya secara mandiri.

Akan tetapi, mempersiapkan tenaga kerja menghadapi transformasi teknologi jangka panjang menuntut tindakan yang melampaui upaya di tingkat perusahaan semata. Pemerintah dan lembaga publik juga memegang peran krusial. Para pembuat kebijakan harus berinvestasi dalam inisiatif peningkatan keterampilan ulang (*reskilling*) berskala besar dan memberikan insentif bagi perusahaan untuk mendukung pengembangan tenaga kerja, sehingga dapat mendorong terciptanya pasar tenaga kerja yang lebih inklusif dan tangguh. Tanpa langkah-langkah proaktif semacam itu, pekerja yang terdampak mungkin akan kesulitan beralih ke peran baru, yang pada gilirannya meningkatkan risiko pengangguran akibat teknologi serta memperparah ketimpangan pendapatan.

Sistem pendidikan, khususnya, harus beradaptasi untuk membekali generasi mendatang menghadapi ekonomi yang padat teknologi. Dengan mengintegrasikan pemikiran komputasional dan literasi algoritmik ke dalam kurikulum sejak usia dini, siswa dapat memperoleh keterampilan dasar yang diperlukan untuk berkarier di bidang-bidang seperti ilmu komputer dan analitik data. Upaya dini dalam mendorong literasi digital memastikan bahwa generasi muda tidak hanya menjadi konsumen teknologi yang pasif, tetapi juga kreator dan pemecah masalah yang aktif yang mampu mengatasi persoalan kompleks di dunia yang semakin digital.

Pada tingkat masyarakat yang lebih luas, sentimen publik dan kerangka regulasi turut memengaruhi laju serta arah adopsi AI, terutama di sektor-sektor yang mengutamakan interaksi dan kepedulian antarmanusia, seperti layanan kesehatan dan pendidikan. Mengarahkan pengembangan AI menuju hasil yang bermanfaat bagi kepentingan umum memerlukan perubahan normatif yang lebih luas sebagaimana diuraikan dalam Bagian 7.3 yaitu perubahan yang menekankan pada kolaborasi antara manusia dan mesin, bukan sekadar penggantian peran manusia oleh mesin.

Berangkat dari gagasan tersebut, sejumlah pakar mempertanyakan apakah kita sedang memasuki Revolusi Industri Kelima, sebuah fase baru yang tidak ditandai oleh otomatisasi murni, melainkan oleh sinergi strategis antara manusia dan mesin. Berbeda dengan Revolusi Industri Keempat yang lebih banyak menekankan efisiensi dan kemajuan teknologi, era berikutnya ini akan memprioritaskan AI yang etis, berkelanjutan, dan berpusat pada manusia.

Era ini membayangkan hubungan sinergis di mana intuisi, kreativitas, dan empati manusia diperkuat oleh kecepatan, presisi, dan kemampuan pemrosesan data yang dimiliki AI. Kemitraan ini pada gilirannya dapat memicu siklus pembelajaran dua arah antara manusia dan mesin, sebagaimana tercermin dalam Prinsip Utama 4 mengenai strategi yang diperkuat oleh AI (Bab 2). Entah kita benar-benar memasuki Revolusi Industri Kelima yang khas atau sekadar menyaksikan evolusi yang dipercepat dari revolusi keempat, semakin jelas bahwa narasi yang dominan harus berubah. Alih-alih mengidealkan sistem otomatis sepenuhnya yang bertujuan memaksimalkan efisiensi (misalnya, kasir mandiri atau gudang otomatis), penekanan yang lebih besar perlu diberikan pada perangkat AI kolaboratif yang memperkuat kemampuan manusia, bukan menggantikannya.

Mengadopsi model yang bersifat memperkuat kemampuan manusia ini memungkinkan dunia usaha menyelaraskan inovasi teknologi dengan praktik-praktik yang etis dan berkelanjutan. Pada saat yang sama, hal ini membebankan tanggung jawab penting kepada pemerintah dan berbagai institusi untuk memastikan bahwa para pekerja memiliki bekal yang memadai agar dapat memperoleh manfaat dari kemajuan tersebut. Masa depan dunia kerja yang adil dan inklusif akan bergantung pada upaya terpadu antara pemberi kerja, karyawan, pembuat kebijakan, dan masyarakat luas. Keberhasilan dalam mengarahkan transformasi berbasis AI yang bergerak cepat ini menuntut pandangan jauh ke depan yang strategis, kebijakan yang matang, serta komitmen bersama untuk memanfaatkan teknologi sebagai sarana pemberdayaan manusia. Dengan investasi yang memadai dalam pelatihan, pengembangan keterampilan baru (*reskilling*), dan struktur peluang yang inklusif, AI memiliki potensi untuk mendorong pertumbuhan ekonomi dan inovasi tanpa memperparah ketimpangan.

7.6 PERKEMBANGAN AI SAAT INI DAN DI MASA DEPAN

Sebagaimana telah ditunjukkan dalam bab-bab sebelumnya, AI telah memberikan dampak substansial terhadap strategi bisnis dalam beberapa tahun terakhir, meskipun dampaknya sangat bervariasi di berbagai industri. Awalnya terbatas pada fungsi-fungsi tertentu, AI kini semakin banyak diterapkan secara lebih luas di seluruh organisasi, namun sebagian besar potensinya masih belum dimanfaatkan sepenuhnya. Tantangan utamanya terletak pada upaya menerjemahkan keberhasilan AI dalam lingkungan yang terkendali menjadi aplikasi praktis di dalam lingkungan bisnis dunia nyata yang kompleks. Bagian ini membahas kemajuan terkini dalam bidang AI serta meninjau arah perkembangannya di masa depan.

Perkembangan Terkini

Pada tingkat fungsional, dampak AI yang paling signifikan muncul dalam pengembangan produk, pemasaran, rekayasa perangkat lunak, litbang (R&D), dan operasi layanan termasuk dukungan pelanggan serta fungsi *back-office*. Dalam pengembangan produk, AI mempercepat inovasi dan menyempurnakan proses desain. Di bidang pemasaran, perusahaan memanfaatkan AI untuk analitik prediktif dan peningkatan keterlibatan pelanggan. Dalam operasi layanan, AI mengoptimalkan interaksi pelanggan dan meningkatkan

kualitas layanan, sementara dalam rekayasa perangkat lunak, AI telah berkembang dalam menghasilkan kode fungsional dari input bahasa alami, sehingga secara drastis memangkas siklus pengembangan.

Dari sisi sektor, industri manufaktur dan rantai pasok diperkirakan akan tetap relatif stabil dalam beberapa tahun mendatang, mengingat sektor-sektor ini telah mengalami transformasi teknologi secara ekstensif selama gelombang inovasi dan revolusi industri sebelumnya. Sebaliknya, industri seperti perbankan, teknologi tinggi, farmasi, dan ilmu hayati diperkirakan akan mengalami disrupsi substansial seiring dengan terus berkembangnya AI. Sebagai contoh, Sanofi, sebuah perusahaan farmasi besar, telah menjalin kemitraan dengan perusahaan AI Aily Labs sejak tahun 2018 untuk mengembangkan 'plai', sebuah platform AI yang dirancang untuk mengefisienkan penemuan obat, uji klinis, dan manufaktur dengan cara mengintegrasikan data internal perusahaan. Dalam bidang Litbang (R&D), hal ini memungkinkan pemangkasan waktu studi melalui pemodelan prediktif dan pendekatan otomatisasi lainnya.

Dari perspektif teknologi, kemajuan terkini dalam NLP telah melampaui prediksi sebelumnya. AI telah mencapai kinerja setara tingkat kemampuan manusia menengah dalam bidang NLP sejak tahun 2023, empat tahun lebih cepat dari proyeksi yang ada. Kemajuan pesat ini berdampak signifikan terhadap tugas-tugas yang sarat penggunaan bahasa, khususnya yang melibatkan komunikasi berbasis komputer, dokumentasi, dan pengawasan. Seiring dengan terus berkembangnya AI Generatif (Gen AI), teknologi ini diperkirakan akan membuka lebih banyak peluang berbasis NLP di industri yang mengandalkan pengetahuan, terutama dalam hal asimilasi konten dan interaksi dengan pelanggan. Dengan mengambil sudut pandang strategis, buku ini telah menunjukkan berbagai cara AI memengaruhi persaingan industri, serta membentuk cara perusahaan memosisikan diri, mengidentifikasi segmen target, dan berinteraksi dengan pelanggan.

Perusahaan yang paling sukses dalam mengadopsi teknologi ini yaitu mereka yang mengalokasikan lebih dari 20 persen pendapatannya untuk AI tampaknya memanfaatkannya tidak hanya untuk menekan biaya, tetapi juga sebagai faktor pembeda yang strategis. Perusahaan-perusahaan tersebut mengintegrasikan AI secara mendalam ke dalam model bisnis dan ekosistem mereka, sehingga mampu menciptakan sumber pendapatan baru serta keunggulan kompetitif yang berkelanjutan. Namun, kami telah mengemukakan bahwa seiring dengan semakin luasnya akses terhadap AI, teknologi ini akan semakin dipandang sebagai sumber daya biasa; artinya, ketersediaannya semata tidak lagi menjadi keunggulan kompetitif (Bab 6). Oleh karena itu, fokus perusahaan harus beralih dari sekadar memperoleh AI menjadi pemanfaatan data eksklusif secara efektif dan pengembangan budaya inovasi.

Organisasi yang mengadopsi kelincahan dan inovasi akan berada pada posisi terbaik untuk memanfaatkan kecepatan dan kemampuan adaptasi AI (Bab 6)). Untuk memaksimalkan potensi AI, organisasi mungkin perlu terlibat dalam ekosistem yang mampu beradaptasi dengan beragam lingkungan bisnis dan berintegrasi secara mulus di seluruh tumpukan teknologi (Bab 6). Strategi semacam itu di mana teknologi AI diselaraskan dengan kerangka kerja strategis untuk menjalankan berbagai peran yang diperkuat oleh AI (Gambar 7.1)

mendorong skalabilitas, meningkatkan fleksibilitas, serta memitigasi risiko terkait ketergantungan pada vendor (*vendor lock-in*) dan pengelolaan data. Singkatnya, baik di tingkat fungsional, sektoral, maupun strategis, dampak AI terhadap bisnis terus meningkat pesat. Meskipun penerapan awal terutama berfokus pada pencapaian hasil cepat (*quick wins*), otomatisasi parsial, dan peningkatan efisiensi, implementasi saat ini lebih menekankan pada transformasi strategis dan penciptaan nilai jangka panjang. Hal ini menandakan adanya perubahan signifikan dalam pola pikir bisnis mengenai AI serta pendekatan mereka dalam bersaing di era digital.

Kemungkinan yang Akan Terjadi

Perkembangan AI di masa depan menjanjikan perjalanan yang menarik mulai dari sistem khusus saat ini hingga berbagai skenario potensial yang dapat mengubah masyarakat secara mendasar. Dengan menelusuri perkembangan ini, kita dapat memetakan jalur dari kemampuan saat ini, melalui kemajuan jangka pendek dan menengah, hingga kemungkinan jangka panjang yang bahkan menjurus ke arah spekulatif. Meskipun sistem AI saat ini semakin serbaguna, sistem tersebut baru mencerminkan tahap awal pengembangan AI Generatif (*Gen AI*). Meskipun model-model saat ini mampu menyimulasikan aspek pengambilan keputusan dan referensi diri kita, cakupannya secara mendasar masih terbatas. Sebagaimana dicontohkan oleh LLM (*Large Language Models*) yang canggih, AI saat ini dapat menangani berbagai tugas multimodal, namun masih belum memiliki pemahaman kontekstual yang mendalam, fleksibilitas kognitif, dan kemampuan penalaran yang dapat digeneralisasi ciri khas kecerdasan manusia.

Dalam waktu dekat, sistem AI diperkirakan akan mencapai kemajuan pesat baik dalam kemampuan kognitif maupun fisik. Salah satu evolusi utamanya adalah kemampuan untuk belajar dari kumpulan data yang terbatas; hal ini menandai peralihan dari sistem yang sangat bergantung pada data dalam jumlah besar (*data-hungry*) menuju proses pembelajaran yang lebih efisien. Tren ini sudah mulai terlihat, seperti yang telah kami paparkan pada Bab 1 melalui kasus DeepSeek, yang modelnya dilaporkan dilatih menggunakan kumpulan data jauh lebih kecil. Pada saat yang sama, AI menjadi semakin transparan dalam pengambilan keputusannya, di mana sistem semakin mampu menjelaskan dasar penalarannya kepada operator manusia. Perkembangan ini terlihat jelas pada versi terbaru ChatGPT, Claude, Gemini, Copilot, dan lainnya, yang disebut sebagai 'model penalaran'. Kemajuan lebih lanjut juga diharapkan terjadi dalam aspek pemahaman semantik, seiring mesin beralih dari sekadar pengenalan pola menuju pemahaman akan makna, tujuan, dan relevansi kontekstual objek-objek di lingkungannya. Sementara itu, kemampuan fisik juga terus meningkat. Robot kolaboratif (*cobot*) menjadi semakin tangkas dan lebih sesuai untuk interaksi yang kompleks dengan manusia. Kemajuan ini niscaya akan membuka peluang baru di berbagai sektor seperti manufaktur, layanan kesehatan, dan jasa. Namun, penting untuk disadari bahwa transisi dari terobosan teknis menuju adopsi secara luas jarang terjadi seketika. Sebagaimana ditunjukkan oleh kasus-kasus historis seperti *e-commerce* dan kendaraan otonom (Fakta Singkat 7.10), penyebaran inovasi yang sukses sering kali membutuhkan waktu, infrastruktur, dan kesiapan sosial.

Fakta Singkat 7.10 Perjalanan Lambat Adopsi Kendaraan Otonom dan *E-commerce*

Terobosan teknologi, seperti kendaraan otonom dan *e-commerce*, seringkali membutuhkan waktu lebih lama untuk diadopsi secara luas daripada yang diharapkan. Bahkan ketika teknologi itu sendiri sudah matang, faktor-faktor seperti infrastruktur, regulasi, dan kepercayaan konsumen memainkan peran penting dalam menentukan kecepatan implementasi di dunia nyata.

Konsep mobil swakemudi berawal dari tahun 1984, ketika para peneliti di Universitas Carnegie Mellon mengembangkan Navlab, salah satu kendaraan otonom eksperimental paling awal. Sejak itu, perusahaan seperti Tesla dan Waymo telah membuat kemajuan yang substansial. Tesla meluncurkan layanan transportasi swakemudi di Austin, Texas, pada Juni 2025, dan Waymo telah mengerahkan taksi otonom di beberapa kota di AS. Namun, terlepas dari perkembangan ini, kendaraan otonom sepenuhnya belum menjadi arus utama. Tantangan yang terus-menerus, seperti risiko keselamatan, hambatan hukum, dan keterbatasan infrastruktur, tetap menjadi rintangan utama, dengan para ahli memperkirakan bahwa adopsi massal mungkin masih membutuhkan waktu setidaknya satu dekade lagi.

Pola serupa dapat dilihat dalam evolusi *e-commerce*. Gagasan belanja online muncul pada tahun 1979, ketika Michael Aldrich menciptakan sistem untuk transaksi berbasis komputer. Namun, daya tarik pasar berjalan lambat. Bahkan setelah debut Amazon pada tahun 1995, ritel online awalnya hanya menyumbang sebagian kecil dari perdagangan global. Titik balik pertama terjadi dengan peningkatan akses internet, munculnya sistem pembayaran digital yang aman, dan pengembangan jaringan logistik yang lebih efisien. Namun, pandemi COVID-19-lah yang memicu lonjakan adopsi yang belum pernah terjadi sebelumnya, dengan McKinsey melaporkan bahwa pertumbuhan perdagangan digital selama satu dekade terjadi hanya dalam tiga bulan. Kasus-kasus ini menyoroti kebenaran yang lebih luas: kemajuan teknologi saja tidak cukup. Adopsi inovasi di dunia nyata sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur, lingkungan kebijakan yang mendukung, dan perilaku konsumen yang terus berkembang.

Dalam jangka menengah, bidang ini menghadapi tantangan signifikan dalam upayanya mewujudkan *artificial general intelligence* (AGI). Meskipun beberapa pakar (misalnya, Marvin Minsky – Bab 1) telah lama memprediksi kehadiran AGI dalam hitungan beberapa dekade, hambatan mendasar masih belum terpecahkan. Pemahaman kita yang belum utuh mengenai kognisi, penalaran simbolik, dan interaksi kompleks di dalam otak manusia tetap menjadi penghalang besar dalam mengembangkan padanannya pada mesin. Pengembangan AI dapat dikonseptualisasikan dalam kerangka kerja tujuh tahap, dengan sistem saat ini umumnya beroperasi pada tahap 4. Tahap-tahap awal mencakup sistem berbasis aturan yang mengikuti instruksi yang diprogram secara eksplisit (tahap 1), model statistik yang mampu mengidentifikasi pola dalam data (tahap 2), dan sistem pembelajaran mesin (*machine learning*) canggih yang berkembang melalui pelatihan pada kumpulan data besar (tahap 3).

Tahap 4 mewakili tingkat AI yang lebih canggih yang mampu mengenali, menafsirkan, dan menyimulasikan emosi manusia. Tujuannya adalah memungkinkan interaksi yang lebih alami, peka secara emosional, dan sadar konteks antara manusia dan mesin. Alih-alih hanya mengandalkan pemrosesan data logis, sistem tingkat empat ini dirancang untuk memahami nada, niat, dan isyarat emosional elemen kunci untuk membangun kepercayaan dan meningkatkan kolaborasi antara manusia dan AI. Tahap 5, yang akan menandai pencapaian AGI sejati, mewakili lompatan besar dalam kemampuan, yang memungkinkan AI melakukan tugas intelektual apa pun yang dapat dilakukan manusia. Melihat lebih jauh ke depan, tahap 6 membayangkan *artificial superintelligence* (ASI), di mana mesin akan melampaui kemampuan manusia di semua bidang. Di luar itu terdapat gagasan spekulatif tentang singularitas, suatu titik di mana AI melampaui pemahaman dan kendali manusia. Namun, tahap-tahap lanjutan ini masih sangat spekulatif, dengan beberapa ahli berpendapat bahwa kecerdasan mesin mungkin menghadapi keterbatasan inheren yang mencegahnya mencapai kesadaran dan penalaran setingkat manusia.

Terlepas dari proyeksi-proyeksi ambisius tersebut, aktivitas manusia tertentu kemungkinan besar akan tetap mempertahankan nilai unik dan sifatnya yang tak tergantikan, apa pun kemampuan AI di masa depan. Sebagaimana media digital tidak menggantikan pertunjukan langsung, AI di masa depan diharapkan setidaknya Sebagian dapat memperkaya alih-alih menggantikan upaya manusia. Nilai intrinsik yang kita berikan pada pengalaman yang khas manusiawi seperti dialog yang penuh empati, ritual bermakna budaya seperti pernikahan dan pemakaman, pengambilan keputusan yang sarat pertimbangan moral, serta pengalaman langsung dalam pertunjukan bersama mengisyaratkan bahwa perjalanan menuju AGI bukan sekadar soal menciptakan mesin yang lebih cerdas, melainkan juga tentang memahami diri kita sendiri. Sebagaimana telah disinggung dalam pembahasan di Bagian 7.5, hal ini sekali lagi mengarah pada masa depan yang tidak ditentukan oleh otonomi penuh mesin, melainkan oleh interaksi kolaboratif antara manusia dan AI; sebuah visi yang menjadi inti dari gagasan utama buku ini.

BAB 8

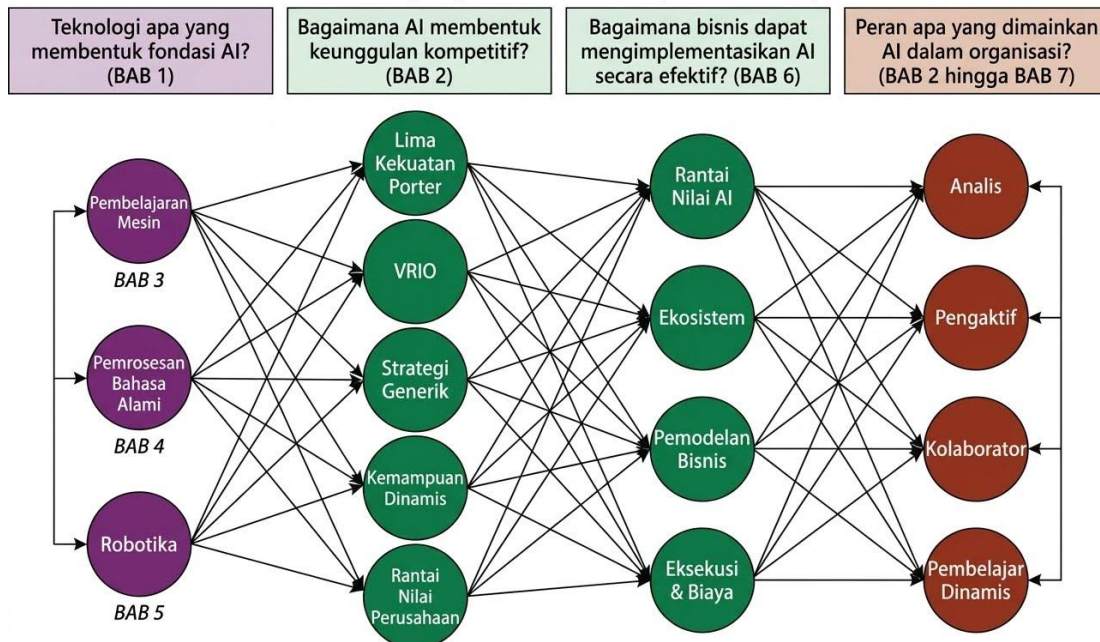
STUDI KASUS TRANSFORMASI DIGITAL BERBASIS AI

8.1 STRATEGI BISNIS DAN TRANSFORMASI ORGANISASI BERBASIS AI

Daya transformatif AI dalam dunia bisnis bukan lagi soal "apakah" akan terjadi, melainkan "bagaimana" penerapannya. Sepanjang buku ini, kami telah mengupas secara sistematis bagaimana teknologi AI mulai dari *machine learning* dan pemrosesan bahasa alami (NLP) hingga robotika mengubah secara mendasar strategi dan operasional bisnis. Teknologi-teknologi ini tidak lagi sekadar menjadi alat, melainkan telah berkembang menjadi aset strategis yang memberdayakan organisasi untuk meningkatkan efisiensi, mempertajam diferensiasi, dan mempertahankan posisi pasar yang terfokus. Pemeriksaan kami, yang berlandaskan pada kerangka kerja strategis fundamental seperti model *Five Forces* Porter dan strategi generik, *resource-based view* (RBV) Barney dan kerangka kerja VRIO, *institution-based view* (IBV) serta *strategy tripod* Peng dan model kapabilitas dinamis Teece memberikan sudut pandang yang kokoh untuk memahami peran strategis AI yang kian meluas. Model pelengkap seperti SWOT dan PESTEL turut mendukung kemampuan kami dalam menavigasi adopsi AI di tengah lingkungan bisnis yang kompleks dan berkembang pesat. Lebih jauh lagi, pembahasan kami mengenai kerangka kerja Rantai Nilai (Gen AI), inovasi model bisnis, ekosistem yang terus berkembang, *Business Model Canvas*, serta kerangka kerja RCOV telah menunjukkan bagaimana AI memberdayakan perusahaan untuk mentransformasi seluruh arsitektur bisnis mereka melalui inovasi proposisi nilai, rekonfigurasi model eksekusi, dan penataan ulang struktur pendapatan.

Kerangka kerja menyeluruh yang disajikan dalam Gambar 8.1 telah menjadi peta jalan (*road map*) yang memandu perjalanan ini. Kerangka kerja tersebut menggambarkan bagaimana teknologi AI yang fundamental terhubung dengan strategi dan, melalui keterhubungan itu, mendefinisikan ulang empat peran strategis yang dapat dijalankan AI dalam organisasi: analis, pemungkin (*enabler*), kolaborator, dan pembelajar dinamis (*dynamic learner*). Terinspirasi oleh struktur jaringan saraf (*neural network*), kerangka kerja ini mencerminkan sifat integrasi strategis AI yang dinamis dan saling terhubung. Yang terpenting, sebagaimana ditekankan di sepanjang buku ini, hal tersebut mendukung interpretasi dua arah: penerapan strategis AI tidak hanya memanfaatkan teknologi inti tetapi juga membentuk perkembangannya yang berkelanjutan sehingga menciptakan siklus ko-evolusi teknologi dan strategi yang saling memperkuat.

*Bagaimana kekuatan eksternal membentuk adopsi, penggunaan, dan tata kelola AI?
Makro-lingkungan - Institusi - Etika (BAB 2 & BAB 7)*



Gambar 8.1 Gambar menyeluruh buku ini

Melalui berbagai contoh dunia nyata dan kotak informasi pedagogis, kami telah menyajikan wawasan praktis mengenai bagaimana organisasi dapat memanfaatkan AI untuk meningkatkan efisiensi, memperkuat pengambilan keputusan, dan mendorong inovasi. Untuk memperluas perspektif praktis ini, bab terakhir ini mengkaji bagaimana empat organisasi 9altitudes (Belgia), The Adecco Group (Prancis), NatWest Group (Inggris Raya), dan AlterEos (Prancis) mempersiapkan, mengembangkan, atau menerapkan strategi yang diperkuat oleh AI. Studi kasus ini menunjukkan bahwa integrasi AI bukanlah proses yang seragam untuk semua situasi, melainkan sebuah perjalanan strategis yang dibentuk oleh konteks industri, budaya organisasi, dan visi kepemimpinan.

Setiap kasus menawarkan pelajaran unik mengenai peluang dan tantangan transformasi berbasis AI. Semuanya menegaskan bahwa keberhasilan adopsi AI menuntut kepemimpinan yang visioner, desain organisasi yang terencana dengan matang, pengembangan tenaga kerja yang proaktif, serta komitmen kuat terhadap tanggung jawab etis dan lingkungan. Seiring berkembangnya kapabilitas AI, organisasi menghadapi tekanan yang semakin besar untuk menavigasi lanskap regulasi, menjaga kepercayaan pemangku kepentingan, dan menyelaraskan inovasi dengan nilai-nilai kemasyarakatan serta organisasi yang lebih luas. Pada saat yang sama, AI membuka peluang kompetitif baru dengan mengubah hubungan antara manusia dan mesin. Saat Anda mempelajari kasus-kasus ini, renungkanlah hal-hal berikut: Pelajaran mana yang dapat diterapkan secara universal? Di manakah letak risiko terbesar? Dan bagaimana organisasi Anda atau organisasi tempat Anda bercita-cita untuk bekerja dapat memanfaatkan AI sebagai sumber inovasi berkelanjutan dan keunggulan kompetitif? Untuk mendorong perenungan dan penerapan yang lebih mendalam, setiap kasus dilengkapi dengan pertanyaan diskusi terarah yang dirancang untuk membantu pembaca

memahami wawasan utama dan mengaitkannya dengan tantangan bisnis di dunia nyata. Ambisi kami melalui buku ini sangat jelas: untuk menginspirasi keterlibatan yang bijak, strategis, dan bertanggung jawab terhadap AI dengan memandangnya bukan sebagai ranah teknologi yang jauh, melainkan sebagai kekuatan sentral yang menentukan masa depan bisnis. Kami berharap studi kasus terakhir ini, beserta konsep dan kerangka kerja yang disajikan di sepanjang buku, dapat menginspirasi Anda untuk melihat AI sebagai katalisator yang ampuh bagi inovasi dan kesuksesan jangka panjang dalam lanskap bisnis yang terus berkembang.

8.2 STRATEGI TRANSFORMASI DIGITAL 9ALTITUDES

Sektor manufaktur sedang beralih dari eksekusi mekanis menuju kecerdasan mesin. Menghadapi gangguan rantai pasok, kekurangan tenaga kerja, kompleksitas produk, dan tuntutan keberlanjutan yang terus meningkat, banyak perusahaan mencoba menambal sistem lama mereka dengan berbagai perangkat digital yang terfragmentasi. Sebaliknya, 9altitudes pemimpin Eropa dalam transformasi digital mengusung infrastruktur adaptif yang diperkuat AI, yang berfungsi layaknya GPS digital bagi operasi industri.

Studi kasus ini mengupas bagaimana 9altitudes memberdayakan perusahaan manufaktur skala menengah untuk menanamkan kecerdasan ke dalam operasi mereka. Inti dari pendekatan ini adalah *'Kickstarter IP'*, sebuah pustaka eksklusif yang berisi agen AI siap pakai (yang telah dilatih sebelumnya) dan komponen yang dapat digunakan kembali untuk mempercepat implementasi. Ketika dipadukan dengan domain solusi modular serta konsep *'Digital Common Thread'* (benang merah digital) yang dikembangkan sendiri yang menghubungkan data dan logika pengambilan keputusan lintas system AI menjadi kapabilitas bawaan yang terintegrasi secara mulus, bukan sekadar tambahan semata. Bagi 9altitudes, memulai dari skala kecil bukanlah sebuah hambatan, melainkan titik awal yang strategis. Setiap implementasi memicu siklus pembelajaran yang terus meningkatkan nilai seiring berjalannya waktu, sehingga memungkinkan terciptanya model operasi yang tangguh, dapat dikembangkan (*scalable*), dan didukung oleh AI.

Latar Belakang Perusahaan: Asal-usul dan Evolusi

9altitudes adalah perusahaan TI multinasional yang memiliki spesialisasi dalam transformasi digital dan implementasi perangkat lunak. Berkantor pusat di Kortrijk, Belgia, perusahaan ini didirikan pada tahun 2000 dengan nama Ad Ultima. Awalnya berfokus pada sistem perangkat lunak perusahaan termasuk ERP, CRM, PLM, dan CAD Ad Ultima dengan cepat membangun reputasi yang kuat di sektor manufaktur, logistik, dan konstruksi. Seiring waktu, perusahaan mengembangkan keahlian teknis dan penguasaan bidang industri yang mendalam, sehingga memosisikan dirinya bukan sekadar sebagai vendor perangkat lunak, melainkan sebagai mitra tepercaya dalam transformasi perusahaan.

Titik balik penting terjadi pada tahun 2021, ketika Ad Ultima bergabung dengan dua perusahaan asal Belanda, Pylades dan Cayentis, untuk membentuk 9altitudes. Konsolidasi strategis ini menandai dimulainya lintasan pertumbuhan yang lebih luas, memperluas portofolio solusi perusahaan serta meningkatkan jangkauan geografisnya secara signifikan di seluruh Eropa. Saat ini, 9altitudes beroperasi di sembilan negara Belgia, Belanda, Denmark,

Prancis, Slovenia, Spanyol, Portugal, Turki, dan Brasil serta mempekerjakan lebih dari 800 tenaga profesional di seluruh dunia. Strategi pertumbuhannya bertumpu pada tiga pilar utama: ekspansi terarah di Eropa, penyediaan solusi digital khusus industri, serta merger dan akuisisi strategis untuk meningkatkan kapabilitas dan skala usaha. Pilar-pilar ini mencerminkan pemahaman mendalam mengenai dinamika pasar regional dan peran krusial spesialisasi operasional dalam menghadirkan nilai bisnis yang nyata.

Posisi Strategis: Dari Penyedia Teknologi menjadi Mitra Transformasi

Inti dari strategi bisnis 9altitudes adalah komitmen yang jelas terhadap diferensiasi. Berbeda dengan penyedia layanan yang terutama bersaing dalam hal harga dan menawarkan solusi siap pakai (*off-the-shelf*), 9altitudes memosisikan dirinya sebagai mitra strategis jangka panjang dalam transformasi digital. Posisi ini tercermin dalam pendekatannya yang berbasis konsultasi, di mana teknologi tidak dijual sebagai produk yang berdiri sendiri, melainkan dihadirkan sebagai bagian dari solusi yang dirancang khusus secara cermat. Perusahaan ini berinvestasi secara signifikan dalam keahlian spesifik bidang industri, khususnya di sektor manufaktur, logistik, dan konstruksi. Fokus vertikal yang mendalam ini memungkinkannya menciptakan solusi yang sangat relevan untuk menjawab tantangan bisnis nyata mulai dari manajemen perubahan rekayasa (*engineering change management*) hingga pemeliharaan prediktif dan optimalisasi rantai pasok.

9altitudes semakin membedakan dirinya melalui penekanan kuat pada inovasi. Timnya secara aktif mengintegrasikan teknologi terkini termasuk AI, *machine learning*, dan *Generative AI* baik ke dalam solusi bagi klien maupun proses internal perusahaan. Alih-alih menunggu permintaan pasar menentukan adopsi teknologi, perusahaan mengambil langkah proaktif dengan memanfaatkan pengalaman industri serta hubungan erat dengan klien untuk mengidentifikasi kasus penggunaan (*use cases*) yang berpotensi tinggi dan mengembangkannya menjadi solusi yang dapat direplikasi serta ditingkatkan skalanya (*scalable*). Kemitraan strategis memegang peranan sentral dalam menghadirkan proposisi nilai ini. Melalui kerja sama erat dengan perusahaan seperti Microsoft dan PTC, 9altitudes mendapatkan akses ke platform mutakhir seperti Dynamics 365, Windchill, dan Creo, sekaligus berpartisipasi dalam diskusi peta jalan (*roadmap*), program beta, dan inisiatif pemasaran bersama (*go-to-market*). Kolaborasi ini menciptakan siklus yang saling menguatkan, di mana kapabilitas teknologi meningkatkan diferensiasi strategis, dan sebaliknya.

Strategi ganda yang memadukan spesialisasi mendalam dan inovasi berkelanjutan ini memungkinkan 9altitudes untuk tetap tangkas di tengah lanskap digital yang berkembang pesat. Pendekatannya melampaui sekadar implementasi teknologi konvensional, mencakup pula perancangan ulang model bisnis, pengembangan kapabilitas organisasi, dan dukungan eksekusi strategis. Dengan menempatkan diri di jantung perjalanan transformasi digital kliennya, 9altitudes berperan sebagai mitra perancang (*co-architect*) bagi perusahaan yang siap menghadapi masa depan, serta berkomitmen pada pertumbuhan berkelanjutan yang didukung oleh kecerdasan dan kejelasan strategis.

Lanskap Manufaktur yang Berubah: Dari Mesin menuju Kecerdasan

Meningkatnya kompleksitas, ketidakpastian yang lebih tinggi, dan laju perubahan teknologi yang semakin cepat sedang merevolusi sektor. Sistem tradisional yang dulunya mendukung keunggulan operasional kini ibarat peta using statis, cakupannya terbatas, dan tidak memadai untuk menavigasi gejolak industri modern. Yang dibutuhkan oleh perusahaan manufaktur saat ini adalah panduan yang cerdas dan dinamis.

Analogi GPS dari 9altitudes memberikan perspektif yang kuat untuk memahami evolusi digital dalam manufaktur. Jika peta hanya menunjukkan tempat yang telah Anda lalui, GPS menunjukkan posisi Anda saat ini, tujuan Anda, dan rute untuk mencapainya. Pergeseran ini mencerminkan esensi transisi menuju sistem "GPS digital" dalam manufaktur. Sistem AI modern memanfaatkan data waktu nyata (*real-time*) dari sensor IoT, jadwal produksi, gangguan internal, dan indikator makroekonomi untuk menciptakan kesadaran situasional yang dinamis. Hal ini memungkinkan perusahaan manufaktur merespons perubahan secara proaktif. Kemampuan prediktif semakin meningkatkan pengambilan keputusan dengan memungkinkan pemodelan skenario "bagaimana jika" (*what-if*): Bagaimana jika pengiriman tertunda, mesin mengalami kerusakan, atau harga energi melonjak tajam? Dengan AI, perusahaan manufaktur dapat mensimulasikan situasi darurat atau kondisi tak terduga tersebut serta memilih respons optimal sebelum masalah benar-benar terjadi. Yang tak kalah penting, sistem ini terus belajar dan berkembang. Melalui pembelajaran *closed-loop* (siklus tertutup), setiap tindakan memberikan umpan balik ke dalam sistem, sehingga menyempurnakan rekomendasi di masa mendatang dan membuatnya semakin akurat seiring berjalannya waktu. Hasilnya, sistem yang dulunya sekadar gudang data pasif kini berevolusi menjadi mesin orkestrasi yang cerdas. Algoritma *process mining* memetakan alur kerja dan material, mengungkap inefisiensi tersembunyi, serta memfasilitasi intervensi yang segera dan tepat sasaran. Sebagai contoh, hambatan (*bottleneck*) dalam proses kalibrasi dapat ditelusuri penyebabnya misalnya akibat input data yang tidak konsisten dan diperbaiki melalui penyesuaian alur kerja otomatis. Sementara itu, teknologi *demand sensing* (pendeteksian permintaan) berbasis AI melampaui sekadar rata-rata historis yang statis; teknologi ini secara dinamis mengintegrasikan sinyal pasar terkini, peristiwa berita, pola cuaca, dan aktivitas promosi. Di tengah lingkungan yang penuh gejolak saat ini, kelincahan bukan lagi sekadar kemewahan, melainkan sebuah keharusan strategis.

AI Generatif (Gen AI) membawa kecerdasan ini ke tingkat yang lebih jauh dengan mengubah pengetahuan berbasis teks menjadi konten operasional yang dapat langsung diterapkan. Model bahasa berskala besar (*Large Language Models* atau LLM) yang dilatih menggunakan dokumentasi internal dapat menghasilkan instruksi kerja, daftar pemeriksaan, naskah layanan, dan narasi kepatuhan yang disesuaikan bukan sekadar sebagai templat umum, melainkan sebagai keluaran yang peka terhadap konteks serta dirancang khusus untuk tugas, pengguna, dan alur kerja tertentu. Secara kolektif, teknologi-teknologi ini menandai pergeseran paradigma: dari mesin yang hanya menjalankan perintah menjadi sistem yang mampu mengantisipasi, belajar, dan memperkuat pengambilan keputusan manusia. Di era baru ini, manufaktur tidak lagi didefinisikan semata-mata oleh aset mekanisnya, melainkan

oleh kecerdasan yang tertanam dalam proses-prosesnya. Inilah lingkungan tempat 9altitudes beroperasi. Pada bagian selanjutnya, kami akan mengkaji bagaimana perusahaan manufaktur beradaptasi dengan lanskap yang terus berkembang ini, serta bagaimana solusi 9altitudes membekali mereka agar dapat berkembang pesat di dalamnya.

Memahami Kurva Maturitas

Terlepas dari besarnya potensi AI, sebagian besar perusahaan manufaktur masih berada pada tahap awal perjalanan transformasi digital mereka. Di banyak organisasi, pengambilan keputusan masih bergantung pada intuisi atau pemeriksaan berbasis kertas dan *spreadsheet*, yang dalam skenario terbaik dilengkapi dengan dasbor yang hanya menyajikan wawasan retrospektif (melihat ke belakang) alih-alih wawasan yang berorientasi ke masa depan. Meskipun alat digital mungkin sudah tersedia, alat-alat tersebut sering kali beroperasi secara terisolasi (*silo*), sehingga menciptakan infrastruktur yang terfragmentasi dan tidak efisien. Dalam lingkungan seperti itu, AI umumnya tidak dipandang sebagai sarana pendukung yang mudah diakses, melainkan sebagai ambisi yang jauh, rumit, dan berpotensi mengandung risiko.

9altitudes memandang hambatan-hambatan ini bukan sebagai kekurangan, melainkan sebagai titik awal yang wajar dan diperlukan. Perusahaan memahami bahwa transformasi digital bukanlah proses biner (hitam-putih), melainkan proses yang berjalan secara bertahap. Organisasi berkembang melalui berbagai tingkat maturitas: mulai dari analitik deskriptif yang menjawab pertanyaan "apa yang terjadi?", beralih ke model prediktif yang memperkirakan apa yang mungkin terjadi, kemudian ke sistem preskriptif yang merekomendasikan tindakan optimal, dan akhirnya menuju operasi (semi-)otonom, di mana keputusan dijalankan dalam lingkungan kolaboratif antara manusia dan mesin.

Tujuan perusahaan adalah untuk mendampingi organisasi tepat pada posisi mereka saat ini dalam kurva maturitas digital. Perjalanan ini dimulai dengan membangun kesiapan dasar mengotomatisasi pembersihan data, menstandarisasi satuan dan atribut, serta menyelaraskan entitas di berbagai sistem yang terisolasi (*silo*). Meskipun sering kali tidak terlihat secara langsung, langkah awal ini sangatlah krusial. Setelah aliran data yang andal terbentuk, 9altitudes menerapkan agen AI-nya: alat otonom yang memahami konteks untuk mendukung pengambilan keputusan di seluruh perusahaan. Agen-agen ini membantu pengguna baik itu perencana, manajer layanan, insinyur, maupun operator dengan memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi secara *real-time*, melampaui sekadar dasbor statis untuk mendukung tindakan yang dinamis dan berdasarkan informasi akurat.

Yang terpenting, pendekatan ini dirancang untuk terus belajar dan beradaptasi. Model AI disempurnakan secara berkelanjutan menggunakan umpan balik operasional dari dunia nyata, seperti pola pengecualian (*exception patterns*), intervensi manual manusia, dan perubahan prioritas bisnis. Dengan menyusun penerapan sebagai proses bertahap, 9altitudes memungkinkan perusahaan untuk memulai dari satu kasus penggunaan yang berdampak besar dan mengembangkannya sesuai kecepatan mereka sendiri. Dengan demikian, perjalanan menuju kematangan AI tidak ditandai oleh lompatan mendadak, melainkan oleh pembangunan kepercayaan, keyakinan, dan nilai akumulatif langkah demi langkah.

Transformasi ini biasanya berlangsung di sembilan domain solusi yang saling terhubung; masing-masing berfungsi sebagai titik awal strategis sekaligus landasan yang dapat dikembangkan untuk penerapan AI yang lebih luas. Di bidang penjualan, *copilot* AI dapat membantu tim komersial dengan mengidentifikasi anomali harga, merekomendasikan konfigurasi optimal, dan menyusun tanggapan tender yang disesuaikan menggunakan riwayat CRM serta spesifikasi produk. Alat-alat ini mengurangi beban kerja administratif, mempercepat waktu pembuatan penawaran harga, dan meningkatkan tingkat konversi. Di bidang teknik, agen AI yang terintegrasi ke dalam sistem CAD dapat menyarankan geometri alternatif atau desain yang lebih ringan, dengan memanfaatkan data kinerja historis, KPI keberlanjutan, dan persyaratan regulasi. Sektor produksi memperoleh manfaat dari *process mining* yang mengungkap inefisiensi, seperti ketidakseimbangan beban kerja atau alur kerja (*routing*) yang tidak selaras. Agen cerdas dapat menyesuaikan jadwal produksi secara dinamis berdasarkan kinerja peralatan, ketersediaan operator, dan prakiraan pemeliharaan prediktif.

Dalam rantai pasok, AI dapat meningkatkan ketangkasan dengan memprediksi risiko pemasok menggunakan indikator seperti variansi pengiriman, eksposur kontrak, dan perkembangan geopolitik. Alat simulasi semakin mendukung pengalihan rute logistik secara proaktif dan optimalisasi inventaris. Untuk penyediaan layanan, AI prediktif dapat mengidentifikasi pelanggan yang berisiko mengalami gangguan operasional (*downtime*) dengan memanfaatkan data sensor, riwayat penggunaan, dan kondisi lingkungan. *Copilot* generatif dapat menyusun panduan layanan (*playbook*) yang disesuaikan, sehingga mempercepat penyelesaian masalah dan mengurangi ketergantungan pada keahlian individu. Dalam manajemen proyek, AI membantu mendeteksi perluasan lingkup kerja yang tidak terkendali (*scope creep*) dengan memeriksa catatan waktu, catatan proyek, dan penundaan tugas. Laporan ringkasan mingguan dapat menyajikan ikhtisar yang berfokus pada risiko bagi komite pengarah, sehingga meningkatkan tata kelola dan kemampuan antisipasi.

Perencanaan tenaga kerja dapat memanfaatkan AI untuk mengalokasikan personel berdasarkan keterampilan, sertifikasi, tingkat kelelahan, dan riwayat produktivitas. *Digital twin* dapat mensimulasikan dampak perubahan penugasan terhadap *throughput* dan moral karyawan, yang mendukung optimalisasi tenaga kerja berbasis data. Dasbor kinerja berkembang berkat AI yang belajar dari interaksi pengguna, mempersonalisasi tampilan, dan menghasilkan peringatan prediktif terkait anomali, sehingga meningkatkan kualitas pengambilan keputusan. Terakhir, keberlanjutan dipandang sebagai prinsip utama. Model AI dapat menilai dampak lingkungan dari berbagai varian proses, sementara agen cerdas dapat menjadwalkan tugas yang intensif energi pada jam-jam di luar puncak beban (*off-peak*) atau saat energi terbarukan tersedia. Kemampuan-kemampuan ini mendukung kepatuhan terhadap regulasi sekaligus tujuan reputasi dalam jangka panjang. Secara keseluruhan, pendekatan holistik ini mengubah setiap ranah operasional menjadi landasan bagi kecerdasan, serta menghasilkan nilai bisnis yang praktis, dapat ditingkatkan skalanya (*scalable*), dan terintegrasi secara mulus ke dalam alur kerja sehari-hari.

Menjalin Benang Merah Digital (*Digital Common Thread*)

Salah satu ciri khas pendekatan transformasi 9altitudes adalah *Digital Common Thread* (Benang Merah Digital): sebuah arsitektur AI yang menghubungkan data, proses, wawasan, dan logika pengambilan keputusan di seluruh perusahaan. Sebagaimana diilustrasikan dalam Gambar 8.2, elemen ini bukanlah sekadar dasbor, gudang data (*data warehouse*), atau alat visualisasi tambahan (*bolt-on*). Sebaliknya, ini merupakan model semantik dan operasional yang menyatukan makna dan tujuan data di berbagai sistem yang sebelumnya terpisah-pisah (*siloed*), termasuk CAD, PLM, ERP, MES, dan CRM, sehingga memastikan adanya logika penalaran yang konsisten antar departemen, baik bagi manusia maupun agen AI.



Gambar 8.2 Benang Umum Digital 9ketinggian

Pada intinya, *Digital Common Thread* (Benang Merah Digital) menerjemahkan hubungan fungsional antar titik data (misalnya, menghubungkan desain komponen dalam CAD dengan data pengadaan di ERP dan persyaratan kepatuhan di PLM), sehingga menciptakan konteks bersama di berbagai aplikasi dan alur kerja. Landasan ini memfasilitasi orkestrasi respons cerdas secara *real-time* di seluruh fungsi bisnis. Sebagai contoh, ketika agen prediktif mendeteksi potensi kegagalan peralatan, tim teknik dapat menilai implikasi desain, perubahan konfigurasi secara otomatis masuk ke jadwal produksi, dan tim yang berhadapan langsung dengan pelanggan dapat segera mengelola ekspektasi serta memulai komunikasi proaktif. Tanpa lapisan orkestrasi ini, respons lintas fungsi semacam itu akan bergantung pada proses serah terima manual, yang dapat menyebabkan keterlambatan, ketidakselarasan, dan risiko operasional.

Gambar 8.2 memperlihatkan bagaimana arsitektur ini memungkinkan berbagai aliran data cerdas, yang masing-masing diperkaya dengan metadata kontekstual. Aliran dokumen mengelola spesifikasi, catatan kepatuhan, dan dokumentasi operasional. Aliran pelaporan

menghasilkan KPI, dasbor dinamis, dan peringatan yang dipicu oleh AI. Sementara itu, aliran kegunaan (*usability flows*) mendukung otomatisasi dan aplikasi *low-code*. Struktur berlapis ini memungkinkan manusia maupun agen AI tidak hanya menafsirkan data tetapi juga memahami maksud di baliknya mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat sasaran dan peka konteks di berbagai departemen. Di seluruh ekosistem *Digital Common Thread*, agen AI berfungsi sebagai kopilot operasional lintas fungsi bisnis, dengan menyediakan kemampuan generatif dan prediktif. AI prediktif mengidentifikasi risiko seperti keterlambatan waktu tunggu (*lead-time*) atau kegagalan mesin, sementara model generatif mengubah berbagai masukan termasuk dokumentasi teknis, riwayat kinerja, dan data regulasi menjadi keluaran yang dapat ditindaklanjuti, seperti instruksi layanan atau tanggapan tender yang disesuaikan.

Hal yang membedakan infrastruktur ini adalah fondasinya yang berbasis AI sejak awal (*AI-native*), yang dirancang khusus untuk mendukung kecerdasan, bukan sekadar ditambahkan setelah sistem diterapkan. Arsitekturnya yang modular dan dapat saling beroperasi (*interoperable*) yang dimungkinkan oleh API, lapisan data yang dinormalisasi, dan layanan yang dapat disusun (*composable services*) terintegrasi secara mulus dengan platform seperti Microsoft Dynamics, PTC, dan Power Platform. Sifat modular ini memungkinkan organisasi untuk meningkatkan skala adopsi AI secara bertahap, sehingga dapat menghasilkan nilai tambah tanpa mengganggu sistem yang sudah ada. Yang tak kalah penting, *Digital Common Thread* mendukung pembelajaran *closed-loop* (siklus tertutup). Telemetri dari interaksi pengguna, penanganan pengecualian, dan hasil bisnis terus-menerus diumpankan kembali ke dalam model AI, sehingga memungkinkannya untuk beradaptasi dan berkembang seiring waktu. Hal yang membedakan 9altitudes adalah kemampuannya menerjemahkan potensi AI menjadi presisi operasional yang sangat terkalibrasi. Agen-agen AI-nya dilatih menggunakan data perusahaan yang bersifat eksklusif dan terus disempurnakan berdasarkan KPI dunia nyata. Jauh dari sekadar tambahan pelengkap, agen-agen ini terintegrasi erat dalam alur kerja yang krusial bagi misi perusahaan, selaras dengan nuansa operasional sehari-hari, serta dievaluasi secara konsisten terhadap hasil bisnis yang terukur.

Hasilnya, sistem ini berkembang secara dinamis, menyesuaikan diri dengan tuntutan operasional yang terus berubah serta secara bertahap meningkatkan akurasi maupun relevansinya. Terlebih lagi, setiap agen dirancang agar dapat digunakan kembali dan beradaptasi di berbagai ranah solusi: model prakiraan yang dikembangkan untuk perencanaan rantai pasok dapat menjadi dasar pengambilan keputusan *make-or-buy* (memproduksi sendiri atau membeli), sementara wawasan dari *process mining* di satu fasilitas dapat mengoptimalkan penjadwalan di fasilitas lainnya. Kombinasi antara skalabilitas dan kemampuan adaptasi ini mendorong kelincuhan digital yang berkelanjutan. Sistem ini didukung oleh interoperabilitas semantik dan lapisan orkestrasi terpusat yang bersama-sama membentuk tulang punggung teknis bagi kecerdasan perusahaan menghubungkan data, pengambilan keputusan, dan pembelajaran berkelanjutan di seluruh organisasi (Gambar 8.2).

Untuk mempercepat penerapan dan meminimalkan kompleksitas, 9altitudes memanfaatkan aset kunci lainnya: Kickstarter IP sebuah pustaka eksklusif yang berisi agen AI terlatih dan model semantik terstandarisasi, yang terintegrasi secara native dengan ekosistem

Microsoft Dynamics, PTC, dan Power Platform. Dengan mengadopsi pembelajaran dari lebih dari 2.000 proyek transformasi, Kickstarter IP memungkinkan implementasi yang lebih cepat dan hemat biaya tanpa perlu perombakan infrastruktur berskala besar. Pustaka terkurasi ini mempersiapkan data perusahaan agar siap untuk AI dan menyematkan *copilot* secara langsung ke dalam proses bisnis inti, tempat mereka memberikan wawasan yang tepat waktu dan dapat ditindaklanjuti. Selaras sepenuhnya dengan konsep *Digital Common Thread*, solusi ini menjamin konsistensi semantik dan koherensi operasional di seluruh organisasi. Hasilnya adalah waktu perolehan nilai (*time-to-value*) yang lebih singkat dan hambatan adopsi yang lebih rendah. Seiring meluasnya implementasi AI di berbagai domain solusi, setiap inisiatif menambah jaringan kecerdasan yang saling terhubung, membentuk model operasi AI tangguh yang mampu melakukan pembelajaran berkelanjutan.

Mengejar Efek *Flywheel*: *Discover, Design, Deliver, Expand*

Dari sisi proses, 9altitudes memandang adopsi AI sebagai proses kumulatif di mana setiap implementasi mempercepat kemajuan, memperkuat koordinasi, dan membuka nilai yang lebih besar. Perkembangan ini dipandu oleh metodologi empat tahap: *Discover* (Menemukan), *Design* (Merancang), *Deliver* (Menghadirkan), dan *Expand* (Memperluas). Secara bersama-sama, tahap-tahap ini membentuk siklus perbaikan yang saling memperkuat, di mana setiap keberhasilan menjadi landasan bagi tahap berikutnya.

Pada tahap *Discover*, inefisiensi dan peluang diidentifikasi melalui diagnostik, wawancara pemangku kepentingan, dan alat process mining. Selama tahap *Design*, agen AI dikonfigurasi untuk kasus penggunaan yang ditargetkan, didukung oleh simulasi dan kolaborasi lintas fungsi guna memastikan keselarasan antara kapabilitas teknis dan tujuan bisnis. Tahap *Deliver* berfokus pada implementasi, dengan memanfaatkan konektor siap pakai untuk platform seperti Microsoft Dynamics, PTC, dan Power Platform. Pelatihan tidak hanya berfokus pada adopsi teknis, tetapi juga pada membangun kepercayaan terhadap AI sebagai *copilot* dalam pengambilan keputusan. Terakhir, tahap *Expand* melibatkan pelatihan ulang berkelanjutan, pemantauan kinerja, dan peningkatan skala cerdas di berbagai domain bisnis, memastikan sistem terus berkembang seiring dengan perubahan kebutuhan operasional dan prioritas organisasi.

Pendekatan ini didasarkan pada pragmatisme, bukan ambisi yang terlalu muluk (*moonshots*). Pendekatan ini bermula dari masalah nyata di lapangan dan dibangun di atas keahlian domain yang mendalam. Beberapa organisasi memulai dengan mengotomatisasi proses pembuatan penawaran harga, kemudian secara bertahap beralih ke perencanaan produksi berbasis AI. Organisasi lain mungkin terlebih dahulu menyederhanakan alur kerja desain, lalu meningkatkan penyampaian layanan melalui mekanisme umpan balik yang terintegrasi (*closed-loop*). Dalam banyak kasus, optimalisasi energi menjadi titik awal bagi strategi keberlanjutan yang lebih luas dengan dukungan AI. Apa pun jalurnya, kapabilitas akan berkembang seiring tumbuhnya kepercayaan diri, dan setiap keberhasilan akan memperkuat keberhasilan berikutnya. Metodologi ini mencerminkan filosofi inti 9altitudes: menyelaraskan AI dengan strategi bisnis, mengintegrasikannya ke dalam pelaksanaan operasional, serta mendorong evolusi bersama antara kapabilitas manusia dan kecerdasan mesin. Pendekatan

ini menggantikan perangkat yang terpisah-pisah dengan sistem terpadu, mengubah dasbor statis menjadi copilot (pendamping cerdas) yang bekerja secara real-time, serta beralih dari otomatisasi yang bersifat reaktif menuju augmentasi yang proaktif. Pada intinya, 9altitudes memberdayakan organisasi untuk berpikir besar, memulai dari langkah kecil, dan melakukan peningkatan skala dengan cepat mengubah ambisi strategis menjadi hasil nyata yang dapat dikembangkan. Dengan menanamkan kecerdasan ke dalam struktur operasional dan menghubungkan setiap keputusan melalui landasan semantik yang sama, perusahaan menghadirkan infrastruktur yang responsif dan adaptif, yang dirancang untuk terus belajar, berkembang, dan tumbuh bersama perusahaan.

8.3 TRANSFORMASI DIGITAL DAN STRATEGI AI DALAM REKRUTMEN THE ADECCO GROUP

Sebagai salah satu penyedia layanan SDM terbesar dan paling berpengaruh di dunia, The Adecco Group menyajikan contoh menarik mengenai transformasi strategis dalam menghadapi disrupsi digital, dinamika ketenagakerjaan yang terus berubah, serta meningkatnya tuntutan akan personalisasi dan kecepatan layanan. Berawal dari bisnis penyediaan staf dan rekrutmen, perusahaan multinasional asal Swiss-Prancis ini telah berkembang menjadi pemimpin global dalam solusi tenaga kerja melalui kombinasi yang dirancang secara cermat antara akuisisi, kemitraan, pengembangan kapabilitas, dan inovasi teknologi.

Studi kasus ini mengkaji bagaimana *The Adecco Group* mengadopsi AI dan transformasi digital untuk memodernisasi operasional, memperkuat penyampaian layanan, dan merespons tantangan krusial dalam industri layanan SDM termasuk kompleksitas pencocokan talenta, tuntutan responsivitas waktu nyata (*real-time*), serta kebutuhan akan pengambilan keputusan berbasis data. Meskipun Grup ini telah mencapai kemajuan di berbagai unit bisnisnya, studi kasus ini terutama berfokus pada unit Adecco yang menjadi inti dari aktivitas penyediaan staf dan rekrutmen perusahaan. Melalui berbagai inisiatif seperti alat pembuat CV berbasis AI, perangkat produktivitas bagi perekrut, dan aliansi strategis dengan *Salesforce*, *Adecco* menunjukkan bagaimana AI Generatif (Gen AI), otomatisasi, dan analitik prediktif dapat mengefisienkan proses internal serta meningkatkan pengalaman kandidat maupun klien.

Studi kasus ini juga menyoroti restrukturisasi organisasi The Adecco Group menjadi tiga unit bisnis Adecco, Akkodis, dan LHH yang mencerminkan pergeseran strategis yang lebih luas menuju spesialisasi, peningkatan keterampilan ulang (*reskilling*), dan solusi digital terintegrasi. Dengan langkah ini, Grup tersebut tidak hanya menjawab tekanan mendesak dari pasar tenaga kerja modern, tetapi juga memosisikan diri di garis depan dalam mendefinisikan ulang masa depan dunia kerja, di mana keahlian manusia dan AI berkolaborasi menciptakan ekosistem ketenagakerjaan yang lebih tangkas, inklusif, dan efisien.

Latar Belakang Perusahaan dan Strategi Korporat

The Adecco Group adalah perusahaan konsultan sumber daya manusia multinasional terkemuka asal Swiss-Prancis yang berkantor pusat di Zurich, Swiss, dengan spesialisasi dalam penyediaan staf sementara, rekrutmen, dan solusi tenaga kerja. Perusahaan ini didirikan pada

tahun 1996 melalui penggabungan antara Adia (didirikan pada tahun 1957 di Swiss oleh Henri Lavanchy) dan Ecco (didirikan pada tahun 1964 di Prancis oleh Philippe Foriel-Destezet). Saat ini, Grup tersebut mempekerjakan sekitar 25.000 orang di 3.800 kantor cabang yang tersebar di lebih dari 60 negara, serta menawarkan berbagai layanan seperti konsultasi SDM, alih daya, pelatihan, dan pengelolaan penggajian. Grup ini melayani berbagai sektor industri termasuk manufaktur, logistik, TI, keuangan, dan Teknik dengan memainkan peran penting dalam fleksibilitas tenaga kerja dan manajemen talenta, sekaligus mendukung pengembangan karier serta peningkatan keterampilan ulang (*reskilling*) karyawan.

Selama dua dekade terakhir, *The Adecco Group* telah menerapkan berbagai strategi korporat untuk memperluas jangkauan global dan meningkatkan penawaran layanannya. Pada tahun 2009–2010, perusahaan menjalankan strategi pertumbuhan melalui akuisisi, memperkuat kehadirannya di sektor penyediaan tenaga kerja profesional dengan mengakuisisi Spring Group yang berbasis di Inggris dan MPS Group yang berbasis di Amerika Serikat. Pada tahun 2011, *The Adecco Group* melaksanakan strategi memasuki pasar dengan membentuk usaha patungan bersama FESCO, organisasi layanan sumber daya manusia profesional pertama di Tiongkok sekaligus salah satu penyedia solusi SDM terintegrasi terbesar di negara tersebut. Langkah ini menghasilkan pembentukan FESCO Adecco, yang menandai ekspansi Grup ke pasar layanan SDM Tiongkok.

Untuk memperkuat strategi pengembangan kapabilitasnya, *The Adecco Group* mengakuisisi General Assembly pada tahun 2018 senilai Rp. 4,125 triliun. Penyedia layanan pendidikan global ini menawarkan program intensif di bidang pemrograman (*coding*), bisnis, data, dan desain bagi individu maupun organisasi. Akuisisi tersebut mempertegas komitmen Grup terhadap layanan pelatihan dan peningkatan keterampilan ulang (*reskilling*). Pada tahun 2021, *The Adecco Group* menjalankan strategi diversifikasi dengan mengumumkan akuisisi terhadap AKKA Technologies, sebuah perusahaan konsultan teknik dan teknologi terkemuka, dalam kesepakatan senilai Rp 24 triliun. Investasi yang bertujuan memperluas jangkauan Grup dalam layanan teknik serta penelitian dan pengembangan (*R&D*) ini rampung pada Februari 2022. Setelah penyelesaian transaksi, *The Adecco Group* memperoleh kepemilikan saham mayoritas di AKKA Technologies dan menggabungkannya dengan Modis salah satu anak perusahaan yang sudah ada untuk membentuk merek baru: Akkodis. Terakhir, sebagai bagian dari transformasi digital strategisnya, Grup juga mengakuisisi dua platform pencocokan talenta digital berbasis kecerdasan buatan (AI) pada tahun 2021, yaitu HIRED dan QAPA. *Platform-platform* ini memanfaatkan machine learning dan data waktu nyata (*real-time*) untuk secara efektif mempertemukan pencari kerja yang berkualitas dengan pemberi kerja yang tepat.

Perencanaan suksesi kepemimpinan juga memegang peranan penting dalam strategi korporat *The Adecco Group*, di mana Denis Machuel mengambil alih posisi CEO pada tahun 2022, menggantikan Alain Dehaze. Baru-baru ini, pada Februari 2025, Grup tersebut mengisyaratkan pergeseran menuju responsivitas pasar yang lebih tinggi, dengan melaporkan tanda-tanda awal pemulihan di pasar penyediaan tenaga kerja AS, khususnya di sektor teknologi dan pertahanan. Namun, terlepas dari sinyal-sinyal positif tersebut, Machuel mencatat bahwa "banyak perusahaan masih menahan diri untuk melakukan perekrutan

karyawan tetap sembari mencermati berbagai kebijakan yang diumumkan oleh Presiden Donald Trump". Secara keseluruhan, langkah-langkah strategis ini mencerminkan komitmen *The Adecco Group* terhadap ekspansi global, pengembangan kapabilitas, diversifikasi, dan transisi kepemimpinan yang terencana.

Posisi Strategis dan Strategi Bisnis

The Adecco Group memosisikan dirinya lebih dari sekadar agensi penyedia tenaga kerja tradisional dengan menawarkan solusi tenaga kerja khusus dan layanan bernilai tambah. Alih-alih bersaing dalam hal biaya, perusahaan berfokus pada konsultasi SDM yang disesuaikan, pelatihan profesional, dan keahlian spesifik industri untuk memenuhi kebutuhan bisnis yang terus berkembang. Investasinya dalam pelatihan ulang keterampilan (*reskilling*) dan pengembangan talenta yang dicontohkan oleh akuisisi *General Assembly* menunjukkan komitmennya untuk membekali pekerja dengan keterampilan yang relevan untuk masa depan. Selain itu, Grup ini menyesuaikan layanannya dengan pasar regional guna memastikan kemampuan adaptasi dan relevansi di berbagai lingkungan bisnis, sebagaimana terlihat dalam ekspansinya ke Tiongkok melalui usaha patungan *FESCO Adecco*. *The Adecco Group* juga telah mengadopsi transformasi digital untuk menyederhanakan proses perekrutan, sehingga meningkatkan pengalaman bagi pemberi kerja maupun kandidat. Dengan memprioritaskan spesialisasi, peningkatan layanan, dan integrasi teknologi, organisasi ini terus memperkuat posisi kompetitifnya dalam industri penyediaan tenaga kerja dan solusi ketenagakerjaan global.

Per April 2025, *The Adecco Group* terstruktur dalam tiga unit bisnis internasional, yang masing-masing didukung oleh merek utama. Unit pertama, yang juga bernama Adecco dan menjadi fokus utama dalam pembahasan kasus selanjutnya merupakan jaringan agensi ketenagakerjaan yang mencakup Humando, jaringan agensi tenaga kerja sementara yang inklusif. Unit kedua, Akkodis, memiliki spesialisasi dalam layanan konsultasi digital dan teknik (*engineering*). Unit ketiga, LHH (*Lee Hecht Harrison*), menawarkan layanan rekrutmen, pengembangan talenta, dan transisi karier, dengan *General Assembly* sebagai salah satu merek utama dalam portofolionya.

Tantangan Tingkat Bisnis dalam Lanskap Layanan SDM yang Mengalami Disrupsi

Unit bisnis Adecco beroperasi dalam industri yang sangat dinamis dan kompetitif, yang dibentuk oleh disrupsi teknologi yang cepat, perubahan ekspektasi tenaga kerja, dan transformasi pasar tenaga kerja yang berkelanjutan yang didorong secara signifikan, meskipun bukan satu-satunya faktor, oleh kemajuan AI. Sebagai lini bisnis penyediaan tenaga kerja dan rekrutmen dari *The Adecco Group*, unit ini memainkan peran sentral dalam menghubungkan organisasi dengan talenta di berbagai sektor dan wilayah. Dalam konteks yang berkembang pesat ini, perusahaan penyedia layanan SDM menghadapi serangkaian tantangan strategis yang terus bertambah dan harus diatasi untuk mempertahankan keunggulan kompetitif mereka. Di antaranya, tiga hal menonjol sebagai aspek yang sangat krusial: kompleksitas dalam mempertemukan talenta dengan permintaan, tekanan untuk mengelola volume, kecepatan, dan personalisasi, serta semakin pentingnya wawasan berbasis data dalam pengambilan keputusan.

Kompleksitas dalam mempertemukan talenta dan permintaan

Mempertemukan kandidat yang tepat dengan pekerjaan yang tepat pada waktu yang tepat tetap menjadi salah satu tantangan paling mendasar dalam industri layanan SDM. Bagi perusahaan klien, ketidakcocokan berujung pada penurunan produktivitas, peningkatan pergantian karyawan (*turnover*), disfungsi tim, dan hilangnya peluang bisnis. Bagi kandidat, ketidakcocokan sering kali mengakibatkan stagnasi karier, berkurangnya kepuasan kerja, dan potensi yang tidak terealisasi.

Di pasar tenaga kerja yang berkembang pesat saat ini, tantangan ini menjadi jauh lebih kompleks. Penyedia layanan SDM harus melampaui metode pencocokan konvensional berbasis kata kunci untuk mengelola keragaman lamaran yang sangat besar. Kompleksitas dalam mempertemukan talenta ini muncul dari kombinasi faktor-faktor yang saling terkait: perubahan kebutuhan keterampilan, kesulitan dalam mengidentifikasi dan menilai keterampilan secara akurat, motivasi kandidat yang semakin beragam, serta dampak disruptif AI dan otomatisasi terhadap peran pekerjaan.

Pertama, meskipun permintaan akan pekerja terampil terus meningkat terutama di bidang-bidang seperti logistik, kesehatan, dan teknologi pasokan talenta justru terfragmentasi. Banyak kandidat tidak memiliki kualifikasi formal atau kepercayaan diri untuk mempresentasikan keterampilan mereka secara efektif, sehingga menciptakan hambatan dalam hal visibilitas dan penempatan kerja. Hal ini terutama terjadi pada segmen pekerjaan dengan tingkat keterampilan rendah atau pekerjaan transisional, di mana individu sering kali menempuh jalur karier yang tidak linier dan memiliki akses terbatas terhadap sumber daya penyusunan resume profesional. Akibatnya, evaluasi tradisional berbasis resume gagal menangkap keseluruhan kemampuan kandidat, khususnya *soft skill* (keterampilan non-teknis), yang sering kali tidak terwakili dengan baik atau kurang mampu dijabarkan secara jelas.

Kedua, masa relevansi keterampilan profesional terus menyusut, di mana keterampilan teknis menjadi usang lebih cepat daripada sebelumnya. Kebutuhan organisasi dua atau tiga tahun lalu mungkin sangat berbeda dengan kebutuhan saat ini. Menurut World Economic Forum, 44 persen keterampilan inti pekerja diperkirakan akan berubah dalam lima tahun ke depan, dengan pergeseran yang bahkan lebih cepat diantisipasi pada industri-industri tertentu. Evolusi yang terus-menerus ini menciptakan target yang terus berubah bagi algoritma pencocokan talenta maupun bagi perekrut manusia.

Ketiga, tenaga kerja saat ini didorong oleh faktor-faktor yang semakin kompleks dan bersifat individual. Meskipun kompensasi tetap penting, keseimbangan kehidupan kerja (*work-life balance*), nilai-nilai perusahaan, peluang pengembangan diri, fleksibilitas tempat kerja, dan keselarasan dengan tujuan organisasi kini turut memengaruhi keputusan kandidat. Akhirnya, dengan latar belakang tersebut, integrasi AI dan otomatisasi yang kian cepat sedang mengubah tuntutan pekerjaan di hampir semua sektor. McKinsey & Company memperkirakan bahwa 'AI generatif dan teknologi lainnya saat ini berpotensi mengotomatisasi aktivitas kerja yang menyita 60 hingga 70 persen waktu karyawan saat ini'. Pergeseran ini tidak sekadar menggantikan pekerjaan, melainkan mengubahnya secara mendasar, sehingga menuntut pendekatan baru dalam identifikasi dan penempatan talenta.

Volume, kecepatan, dan personalisasi

Perusahaan jasa SDM beroperasi dalam lingkungan yang ditandai oleh kombinasi situasi yang belum pernah terjadi sebelumnya: tingginya volume lamaran, tekanan waktu yang semakin ketat, serta meningkatnya ekspektasi akan personalisasi. Pertama, perusahaan-perusahaan ini harus menangani volume lamaran kerja dan permintaan tenaga kerja yang sangat besar, yang menimbulkan beban operasional yang signifikan. Menurut studi, perusahaan penyedia tenaga kerja di AS mempekerjakan 12,7 juta karyawan sementara dan kontrak pada tahun 2023, dengan hampir 2,5 juta karyawan sementara bekerja untuk perusahaan tersebut dalam satu minggu rata-rata. Di Eropa, data tahun 2022 menunjukkan bahwa 24 juta individu di seluruh Uni Eropa bekerja dengan kontrak sementara, mencakup 12 persen dari total angkatan kerja berusia 15 hingga 64 tahun. Yang patut dicatat, satu dari empat pekerja ini (sekitar enam juta orang) adalah kaum muda berusia 15 hingga 29 tahun yang tidak lagi menempuh pendidikan formal.

Pada saat yang sama, ekspektasi terkait kecepatan respons telah menjadi jauh lebih ketat. Meskipun volume lamaran melonjak, kandidat semakin mengharapkan jawaban yang cepat. Studi menunjukkan bahwa 55 persen pencari kerja berpendapat jarak waktu antara wawancara pertama dan penawaran kerja seharusnya hanya satu atau dua minggu, padahal rata-rata proses tersebut memakan waktu sekitar 23 hari untuk diselesaikan. Bagi agensi penyedia tenaga kerja sementara, tenggat waktunya bahkan lebih singkat lagi. Klien mengharapkan kandidat yang berkualitas dalam hitungan jam, sehingga menuntut perusahaan untuk beroperasi dengan kecepatan tinggi tanpa mengorbankan akurasi.

Selain tekanan terkait volume dan kecepatan, baik klien maupun kandidat kini mengharapkan pengalaman yang sangat personal. Komunikasi yang bersifat umum, sistem pendaftaran yang rumit, dan kurangnya umpan balik yang bersifat individual menimbulkan frustrasi serta menurunkan minat pencari kerja. Dari sisi klien, perusahaan yang bermitra dengan agensi penyedia tenaga kerja mengharapkan lebih dari sekadar pencocokan keterampilan dasar. Mereka mencari mitra yang memahami budaya organisasi, lingkungan kerja, dan kebutuhan operasional spesifik mereka. Ekspektasi-ekspektasi ini sulit dipenuhi melalui proses rekrutmen standar yang menangani volume besar. Lingkungan yang terus berkembang ini menuntut efisiensi operasional dalam skala besar, sekaligus menghadirkan pengalaman berkualitas tinggi yang disesuaikan dengan kebutuhan setiap kandidat dan klien. Akibatnya, menciptakan keseimbangan yang tepat antara otomatisasi dan layanan yang berpusat pada manusia tidak hanya menjadi lebih kompleks, tetapi juga semakin penting.

Wawasan berbasis data untuk pengambilan keputusan

Meskipun teknologi SDM semakin marak digunakan, banyak keputusan terkait penempatan tenaga kerja masih sangat bergantung pada pengalaman pribadi dan bukti anekdotal. Padahal, agar tetap kompetitif dan meningkatkan hasil kerja, perusahaan jasa SDM harus beralih ke pendekatan yang lebih analitis dan berbasis wawasan. Hal ini mencakup, antara lain, pemanfaatan data untuk memprediksi tren pasar kerja, mengidentifikasi kesenjangan keterampilan yang muncul, mengevaluasi kepuasan klien, serta memprediksi risiko pengunduran diri karyawan atau kandidat yang batal bergabung semuanya merupakan

tugas yang memerlukan pengumpulan data secara konsisten dan perangkat analisis yang canggih.

Pertama, perusahaan penyedia tenaga kerja perlu mengantisipasi perubahan permintaan tenaga kerja sebelum hal itu terjadi. Analisis prediktif memungkinkan organisasi untuk menganalisis data perekrutan historis, tingkat pergantian karyawan, dan lintasan pertumbuhan bisnis guna memprediksi kebutuhan rekrutmen di masa depan. Hal ini memungkinkan agensi untuk secara proaktif mengidentifikasi potensi kekurangan talenta, menyesuaikan strategi pencarian kandidat, dan menyelaraskan diri secara lebih baik dengan harapan klien.

Kedua, memahami keterampilan mana yang semakin langka atau bernilai tinggi sangatlah penting bagi strategi akuisisi talenta. Penelitian oleh Ideal menunjukkan bahwa analisis prediktif dalam rekrutmen dapat menghemat hingga 23 jam pekerjaan manual per minggu terutama pada tahap seleksi awal dan penyaringan kandidat sekaligus meningkatkan kualitas dan keberagaman kandidat.

Ketiga, perusahaan jasa SDM kini menggunakan data secara lebih sistematis untuk menilai kepuasan klien pada titik-titik interaksi (*touchpoints*) tertentu dalam perjalanan layanan. Langkah ini memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi masalah kualitas dengan lebih baik dan menerapkan perbaikan terarah yang dapat meningkatkan retensi klien serta kinerja bisnis.

Keempat dan terakhir, wawasan prediktif dapat membantu perusahaan penyedia tenaga kerja mengidentifikasi kandidat atau karyawan yang telah ditempatkan yang mungkin berisiko mengundurkan diri. Dengan menganalisis data perilaku dan kinerja seperti tingkat ketidakhadiran, tren produktivitas, dan pola kolaborasi agensi dapat mendeteksi tanda-tanda awal ketidakpuasan atau kelelahan kerja (*burnout*). Wawasan ini mendukung intervensi yang tepat waktu, meningkatkan retensi talenta, dan pada akhirnya meningkatkan kualitas serta stabilitas penempatan tenaga kerja.

Inisiatif Adecco yang Didukung AI

Untuk menjawab tantangan industri jasa SDM yang terus berkembang, Adecco telah melakukan transformasi digital menyeluruh yang bertujuan mengoptimalkan proses rekrutmen, meningkatkan solusi tenaga kerja, dan meningkatkan efisiensi operasional. Unit bisnis ini telah mengintegrasikan perangkat berbasis AI untuk menyederhanakan proses pencocokan kandidat, meningkatkan akurasi perekrutan, dan mempercepat waktu perekrutan (*time-to-hire*). Secara bersamaan, perusahaan telah mulai memodernisasi alur kerja internal demi memberikan layanan yang lebih baik bagi para pencari kerja maupun klien bisnis. Bagian ini menyoroti beberapa inisiatif utama yang mencerminkan penerapan strategis teknologi digital oleh Adecco. Secara khusus, pembahasan ini mengulas alat pembuat CV (*CV Maker*) berbasis AI serta serangkaian kemitraan strategis yang didukung AI, yang memungkinkan perusahaan untuk meningkatkan skala personalisasi, memperkuat keterlibatan kandidat, dan mengatasi hambatan operasional yang krusial.

Memperkenalkan CV Maker dari Adecco

Salah satu inisiatif digital Adecco yang paling berdampak adalah *CV Maker* berbasis AI: sebuah perangkat daring gratis yang dirancang untuk membantu pencari kerja menyusun resume profesional secara efisien dengan dukungan teknologi AI. Diluncurkan pada tahun 2023 dan tersedia dalam berbagai bahasa, perangkat ini kini mendukung pengguna di 90 persen negara tempat Adecco beroperasi. Alat ini sangat bermanfaat bagi individu yang mengalami kesulitan dalam menyusun struktur CV atau menjabarkan pengalaman profesional mereka, serta menawarkan pendekatan yang lebih inklusif dan mudah diakses dalam pembuatan resume.

Proses ini terdiri dari tujuh langkah intuitif yang memandu pengguna mulai dari pengisian data pribadi dasar hingga penyelesaian desain akhir. Setelah memilih bahasa antarmuka dan bahasa keluaran CV, pengguna memasukkan detail pribadi seperti nama, email, dan (*opsional*) foto. Pada langkah kedua, mereka menambahkan pengalaman kerja baik dengan cara mengetik maupun menggunakan fitur *speech-to-text* (ubah suara menjadi teks) fitur yang awalnya dikembangkan untuk mendukung pengungsi Ukraina yang melamar pekerjaan di Jerman dan kini telah diperluas cakupannya secara global. Input suara ini diproses oleh ChatGPT untuk menghasilkan deskripsi yang terstruktur dan koheren dalam bentuk narasi bergaya wawancara. Pengisian data secara manual tetap tersedia sebagai pilihan bagi pengguna yang tidak ingin menggunakan AI Generatif.

Langkah-langkah selanjutnya mencakup informasi mengenai pendidikan, keterampilan, kemampuan bahasa, dan kegiatan ekstrakurikuler. Berdasarkan data yang telah dimasukkan sebelumnya, AI memberikan saran mengenai hard skill dan soft skill yang relevan untuk memperkaya isi CV. Pada tahap akhir, pengguna dapat memilih satu dari enam templat warna berdesain profesional dan mengunduh resume mereka. Pratinjau langsung (*live preview*) ditampilkan sepanjang proses berlangsung, sehingga pengguna dapat melakukan penyuntingan tata letak maupun konten secara real-time. Yang tak kalah penting, CV dapat dibuat dalam satu bahasa dan diekspor dalam bahasa lain, sehingga mengurangi hambatan bagi pencari kerja yang berhadapan dengan pasar tenaga kerja multibahasa.

Dirancang dengan mengutamakan privasi, alat pembuat CV ini hanya memanfaatkan ChatGPT untuk fitur-fitur tertentu dan memberikan informasi yang jelas kepada pengguna saat AI sedang digunakan. Data pengguna tidak digunakan untuk melatih model AI, dan pengguna diarahkan untuk membaca kebijakan privasi Adecco guna menjamin transparansi serta persetujuan yang didasari informasi yang memadai (*informed consent*), sehingga tercipta keseimbangan yang cermat antara otomatisasi dan perlindungan data.

Selain meningkatkan pengalaman pengguna, alat ini membantu memperlancar proses lamaran kerja dengan cara mengotomatisasi pemformatan, mengoptimalkan konten agar sesuai dengan sistem pelacakan pelamar (*applicant tracking systems*), serta menyesuaikan isi CV dengan deskripsi pekerjaan tertentu. Bahkan ketika pengguna melamar pekerjaan melalui agensi lain menggunakan CV yang telah dibuat tersebut, Adecco tetap memperoleh manfaat secara tidak langsung dari penyebaran format standarnya yang lebih luas. Hal ini dapat membantu menetapkan norma industri yang konsisten dalam penyajian resume, sekaligus memfasilitasi evaluasi kandidat yang lebih efisien dan adil di seluruh ekosistem

ketenagakerjaan. Singkatnya, alat pembuat CV berbasis AI dari Adecco ini merupakan contoh nyata bagaimana penerapan AI yang cermat dapat mendemokratisasi akses terhadap perangkat karier berkualitas tinggi, mengurangi hambatan bagi kelompok masyarakat rentan, serta meningkatkan standar dukungan digital secara keseluruhan di sepanjang perjalanan karier seseorang.

Mengembangkan kemitraan berbasis AI untuk meningkatkan proses rekrutmen

Sebagai bagian dari transformasi digital yang lebih luas, strategi AI Adecco bertujuan memperkuat setiap tahapan proses rekrutmen dengan menghadirkan solusi inovatif bagi para pemangku kepentingan utamanya yaitu perekrut internal agensi, pencari kerja, dan perusahaan klien. Untuk mendukung dan mengefisienkan pekerjaan sehari-hari perekrut sekaligus meningkatkan kualitas layanan bagi kandidat maupun perusahaan, Adecco mengembangkan perangkat yang secara internal disebut sebagai '*Recruiter Generic Suite*'. Rangkaian perangkat komprehensif ini dirancang untuk menyederhanakan dan memperkaya alur kerja perekrut. Di antara berbagai fungsinya, perangkat ini membantu perekrut menyusun pertanyaan wawancara yang disesuaikan dan menulis ulang deskripsi pekerjaan yang diajukan oleh perusahaan klien. Perangkat ini mengintegrasikan teknologi milik sendiri dengan inovasi eksternal dari kemitraan strategis, serta menanamkan AI Generatif (*Gen AI*) ke dalam model layanan SDM Adecco.

Contoh utama dari pendekatan ini adalah kemitraan Adecco dengan Salesforce, yang dimulai pada Desember 2024 untuk menjawab tantangan mendesak: bagaimana mempertahankan sentuhan interaksi manusia dalam skala besar di tengah operasi rekrutmen yang sangat luas. Dengan lebih dari 300 juta lamaran yang diproses setiap tahun dan sekitar satu juta individu yang ditempatkan setiap harinya, para perekrut Adecco kewalahan menghadapi volume kerja yang tinggi dan tidak mampu memberikan tanggapan yang bermakna kepada setiap kandidat. Kolaborasi dengan Salesforce ini berfokus pada penerapan Agentforce, sebuah platform berbasis AI yang menggabungkan integrasi data, otomatisasi, dan agen cerdas untuk mengubah cara Adecco berinteraksi dengan talenta serta mengelola alur kerja rekrutmen globalnya. Inti dari transformasi ini adalah *Salesforce Data Cloud*, yang membantu menyatukan data terfragmentasi dari lebih dari 40 sistem lama yang banyak di antaranya merupakan warisan dari berbagai akuisisi di seluruh operasi Adecco di lebih dari 60 negara. Konsolidasi ini menciptakan gambaran terpadu dan real-time mengenai kandidat maupun peluang kerja, sehingga secara signifikan meningkatkan transparansi dan koordinasi operasional.

Di atas infrastruktur tersebut, Agentforce diterapkan untuk berinteraksi dengan kandidat secara otonom sepanjang waktu. Sistem ini mampu meninjau resume berdasarkan persyaratan pekerjaan, menyusun daftar kandidat terpilih (*shortlist*) yang disesuaikan, serta merekomendasikan peran alternatif bagi pelamar yang tidak terpilih. Alat pendukung lainnya, seperti Einstein AI dan MuleSoft, semakin mengotomatisasi tugas-tugas seperti penerimaan pesanan dan pembuatan ringkasan wawancara, guna memastikan integrasi yang mulus antarplatform. Secara keseluruhan, teknologi-teknologi ini membentuk tulang punggung dari

apa yang disebut Adecco sebagai ‘rantai pasok talenta global’, yang secara drastis meningkatkan kelincahan dan daya tanggap sistem rekrutmennya.

Secara paralel, solusi berbasis AI mendukung konsultan Adecco dengan rekomendasi waktu nyata untuk evaluasi resume dan pencocokan pekerjaan. Wawasan ini membantu perekrut menyesuaikan strategi mereka dalam menanggapi kebutuhan industri yang terus berkembang. Dengan menyeimbangkan otomatisasi cerdas dan penilaian manusia, Adecco tidak hanya meningkatkan kualitas layanan tetapi juga mendorong efisiensi internal di seluruh operasi penyediaan tenaga kerjanya.

Dampak bisnis dari transformasi AI Adecco telah melampaui efisiensi operasional, menjadi pendorong utama pembeda daya saing. Dengan mengintegrasikan AI ke dalam proses intinya, Adecco telah meningkatkan kemampuannya secara signifikan untuk mengisi posisi pekerjaan dengan lebih cepat dan akurat, serta mempertemukan kandidat dengan peluang kerja dalam skala yang belum pernah terjadi sebelumnya. Keberhasilan kemitraan dengan Salesforce semakin mempertegas perubahan ini. Dalam beberapa bulan setelah implementasi awal, kolaborasi tersebut berkembang menjadi usaha patungan (*joint venture*) resmi yang diluncurkan pada Maret 2025, dengan tujuan membantu organisasi membangun tenaga kerja terintegrasi yang memadukan talenta manusia dengan agen berbasis AI. Langkah berani ini mengangkat posisi Adecco dari sekadar pengguna teknologi menjadi pelopor dalam mendefinisikan ulang masa depan dunia kerja. Hal ini menunjukkan bagaimana pemimpin industri yang mapan dapat memanfaatkan kemitraan AI tidak hanya untuk mengubah operasi internal, tetapi juga untuk membentuk kembali penawaran layanan mereka secara lebih luas.

Integrasi AI di Adecco kini telah melampaui ranah rekrutmen, merambah ke operasi internal dan penyampaian layanan strategis. Algoritma canggih digunakan tidak hanya untuk menyempurnakan penilaian talenta dan penempatan kandidat, tetapi juga untuk meningkatkan manajemen modal manusia di dalam Grup itu sendiri. Dengan menganalisis metrik kinerja, tren produktivitas, dan lintasan pengembangan, The Adecco Group menyelaraskan tenaga kerja internalnya dengan prioritas organisasi yang terus berkembang, sekaligus membangun kapasitas dari dalam. Implementasi solusi berbasis AI dari Salesforce, yang dipadukan dengan investasi berkelanjutan dalam kapabilitas digital melalui inisiatif seperti akuisisi General Assembly, telah semakin memperkuat kepemimpinan perusahaan dalam inovasi SDM. Selain itu, penerapan otomatisasi dan analitik prediktif oleh Grup ini memungkinkan klien dari berbagai industri untuk mengantisipasi kebutuhan perekrutan, mengatasi kesenjangan keterampilan yang muncul, dan mengelola transisi tenaga kerja dengan kelincahan yang lebih tinggi. Dengan mengadopsi teknologi-teknologi ini dalam skala besar, *The Adecco Group* tidak hanya mentransformasi operasinya sendiri, tetapi juga turut membentuk masa depan dunia kerja yang lebih adaptif, inklusif, dan berbasis data.

8.4 TRANSFORMASI STRATEGIS PERBANKAN BERBASIS AI PADA NATWEST GROUP

NatWest Group, salah satu institusi perbankan terbesar di Inggris, telah menempatkan AI sebagai inti strateginya untuk menghadapi disrupsi digital dan ekspektasi nasabah yang terus berkembang. Sejak meluncurkan asisten virtualnya, Cora, pada tahun 2017 yang

kemudian berganti nama menjadi Cora+ pada tahun 2023 bank ini telah memperluas kapabilitas AI-nya di berbagai bidang utama, termasuk layanan nasabah, deteksi penipuan, kepatuhan, dan operasional internal. Kemitraan strategis dengan OpenAI, Microsoft, dan AWS telah memungkinkan penerapan cepat berbagai alat seperti Cora+ dan Ask Archie, sehingga meningkatkan interaksi dengan nasabah serta mengefisienkan alur kerja staf. Dalam upaya modernisasi yang berkelanjutan, NatWest Group terus melangkah menuju perjalanan nasabah yang sepenuhnya otonom, layanan perbankan berbasis suara, dan sistem regulasi yang didukung AI yang semakin mengukuhkan posisinya sebagai pelopor dalam layanan keuangan berbasis AI.

Latar Belakang Perusahaan dan Strategi Korporat

Didirikan pada tahun 1968 melalui penggabungan National Provincial Bank dan Westminster Bank, NatWest Group merupakan salah satu institusi perbankan terbesar dan paling berpengaruh di Inggris. Berkantor pusat di Edinburgh, Skotlandia, Grup ini menyediakan beragam layanan perbankan ritel, komersial, dan privat, terutama melalui anak perusahaan utamanya: NatWest, Royal Bank of Scotland, dan Coutts & Company. Per tahun 2024, bank ini mempekerjakan sekitar 60.000 karyawan dan melayani lebih dari 19 juta nasabah perorangan maupun bisnis di seluruh Inggris dan Irlandia.

NatWest Group terdaftar di Bursa Efek London (*London Stock Exchange*) dan merupakan bagian dari Indeks FTSE 100. Meskipun pemerintah Inggris sempat mengambil alih kepemilikan saham yang signifikan selama krisis keuangan tahun 2008, pemerintah secara bertahap telah mengurangi kepemilikan sahamnya; langkah ini menandakan kembalinya Grup tersebut ke tata kelola sektor swasta yang stabil. Dari segi kapitalisasi pasar, NatWest Group menempati peringkat lima besar grup perbankan Inggris, bersaing dengan Barclays, HSBC, Lloyds Banking Group, dan Santander UK. Meskipun tidak memiliki jangkauan global sebesar HSBC, NatWest Group membedakan dirinya melalui kehadiran domestik yang kuat serta fokus strategis pada transformasi digital dan layanan perbankan berbasis AI. Grup ini juga dikenal karena komitmennya dalam mendukung usaha kecil dan menengah serta mendorong pertumbuhan ekonomi di Inggris.

Pentingnya AI bagi Layanan Keuangan

Industri jasa keuangan, baik di Inggris maupun secara global, sedang mengalami transformasi mendalam yang didorong oleh inovasi fintech, persyaratan regulasi yang lebih ketat, dan perubahan ekspektasi nasabah. Nasabah saat ini mengharapkan pengalaman digital yang mulus dan real-time, sementara regulator menuntut peningkatan transparansi, keamanan, dan pengendalian risiko. Dalam lingkungan ini, AI telah menjadi elemen penting untuk meningkatkan kemampuan adaptasi dan efisiensi operasional, sehingga tidak lagi sekadar menjadi pilihan teknis melainkan sebuah keharusan strategis. Perusahaan konsultan global memprediksi bahwa agar tetap kompetitif, bank harus bertransformasi menjadi institusi yang mengutamakan AI (*AI-first*), dengan menerapkan AI di berbagai fungsi seperti kepatuhan, layanan nasabah, analisis risiko, dan operasional.

AI memungkinkan institusi keuangan menangani beban kerja yang semakin kompleks dengan akurasi dan kecepatan yang lebih tinggi. Tugas-tugas yang bersifat repetitif, seperti

verifikasi dokumen, pemrosesan pinjaman, dan kepatuhan *Know Your Customer* (KYC), kini dioptimalkan melalui machine learning dan perangkat *Generative AI* (Gen AI). Inovasi-inovasi ini tidak hanya mengurangi biaya operasional tetapi juga mempercepat waktu pemrosesan, sehingga meningkatkan ketahanan sekaligus kepuasan nasabah. Komponen kunci dari transformasi ini adalah kolaborasi antara manusia dan AI. Alih-alih menggantikan tenaga kerja manusia, sistem AI dirancang untuk memperkuat kemampuan mereka dengan memberikan rekomendasi real-time, merangkum riwayat kasus, dan memperjelas informasi kebijakan sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berdasarkan informasi yang akurat. Para analis semakin memandang integrasi antara wawasan manusia dan otomatisasi cerdas sebagai ciri khas strategi digital yang sukses di sektor ini.

Hal yang tak kalah pentingnya adalah pengembangan perangkat AI yang berpusat pada pengguna (*user-centric*). Sistem AI percakapan, seperti asisten virtual berbasis Gen AI, kini dapat membantu nasabah menangani pertanyaan yang kompleks, mulai dari penyanggahan transaksi hingga perbandingan produk hipotek. Sistem-sistem ini dirancang untuk menunjukkan empati, menangkap nuansa emosional, dan memberikan respons yang peka terhadap konteks, yang mencerminkan tren lebih luas menuju desain yang berpusat pada manusia dalam teknologi keuangan.

Namun, terlepas dari perkembangan yang menjanjikan ini, masih terdapat tantangan yang signifikan. Infrastruktur TI warisan (*legacy*), kurangnya talenta di bidang tata kelola dan rekayasa AI, serta kompleksitas penerapan AI di berbagai departemen yang bekerja secara terisolasi (*siloes*) terus menjadi hambatan. Mengatasi masalah-masalah ini memerlukan investasi strategis, tidak hanya pada teknologi mutakhir tetapi juga pada kemitraan lintas sektor, transformasi budaya, dan kerangka kerja etika yang kokoh.

Transformasi Strategis NatWest Group yang Didorong oleh AI

Investasi NatWest Group dalam AI merupakan respons strategis terhadap disrupsi industri yang meluas, ekspektasi nasabah yang terus berkembang, dan tekanan regulasi yang semakin ketat. Dalam konteks ini, bank tersebut telah mempertajam fokusnya pada kepemimpinan digital. Alih-alih memperlakukan AI sebagai sekumpulan alat yang terpisah, bank menempatkan teknologi ini sebagai inti dari operasionalnya dengan tujuan meningkatkan *customer lifetime value* (CLV), memperkuat manajemen risiko dan penipuan, menyederhanakan proses internal, serta mempercepat inovasi. Upaya-upaya ini mencerminkan komitmen bank untuk menyeimbangkan tuntutan modern dengan komitmen jangka panjangnya terhadap layanan nasabah.

Inti dari strategi ini adalah penyediaan pengalaman perbankan intuitif yang dipersonalisasi, responsif, dan mudah diakses. Visi ini didukung oleh alat berbasis AI seperti Cora+ dan fitur mobile banking canggih, yang memberikan bantuan secara *real-time* serta wawasan keuangan yang proaktif. Sebagai contoh, melalui *natural language generation* (NLG) dan analitik prediktif, platform seluler NatWest Group dapat menghasilkan pesan yang disesuaikan, menandai pola pengeluaran yang tidak biasa, menyarankan tips untuk menghindari biaya *overdraft*, serta mengusulkan tujuan tabungan yang dipersonalisasi agar selaras dengan pengeluaran mendatang seperti tagihan atau liburan. Kemampuan-

kemampuan ini meningkatkan keterlibatan dan memberdayakan nasabah untuk memperbaiki kesejahteraan keuangan mereka tanpa perlu interaksi langsung dengan penasihat.

Cora+, asisten AI generatif (*Gen AI*) percakapan milik bank yang dilengkapi dengan kecerdasan emosional terintegrasi, semakin memperlihatkan penerapan pendekatan ini. Selain memandu pengguna dalam menyelesaikan tugas-tugas yang kompleks, asisten ini juga membantu staf dengan menyediakan referensi kebijakan secara *real-time* dan rekomendasi khusus untuk kasus tertentu. Dengan memanfaatkan data nasabah, sistem ini memberikan saran keuangan yang relevan, mengantisipasi kebutuhan layanan, dan meningkatkan kemampuan layanan mandiri digital. Integrasi AI di berbagai titik interaksi nasabah termasuk pemodelan CLV untuk hiper-personalisasi telah memperkuat keterlibatan dan kepuasan secara signifikan, serta berkontribusi pada peningkatan interaksi digital sebesar 150 persen pada tahun 2025.

AI juga memainkan peran mendasar dalam operasional risiko dan kepatuhan NatWest Group, dalam menjawab tuntutan ganda terkait efisiensi operasional dan ketatnya regulasi. Di tengah lingkungan keuangan yang kompleks saat ini, bank telah berupaya memerangi kejahatan keuangan. Model pembelajaran mesin (*machine learning*) kini memantau transaksi secara *real-time*, mendeteksi pola mencurigakan, dan mengurangi *false positive*, sehingga memungkinkan intervensi yang lebih cepat dan akurat. Sistem ini dapat menandai aktivitas seperti transfer luar negeri dalam jumlah besar dari rekening yang tidak aktif, penarikan tunai dalam jumlah besar segera setelah perubahan kata sandi, atau upaya masuk (*login*) dari wilayah berisiko tinggi. Dengan dilatih menggunakan data historis penipuan, model-model ini menerapkan pembelajaran terawasi (*supervised learning*), deteksi anomali, dan analisis berbasis graf untuk mengidentifikasi ancaman yang berdiri sendiri maupun kluster perilaku mencurigakan yang saling terkait. Kemitraan strategis dengan IBM dan *Amazon Web Services* (AWS) menyediakan infrastruktur aman dan dapat diskalakan yang diperlukan untuk mendukung inisiatif ini, khususnya di bidang seperti pencegahan pencucian uang dan pengendalian akses.

Efisiensi operasional merupakan pilar penting lainnya dalam transformasi Grup ini. Melalui otomatisasi tugas-tugas rutin, bank berhasil menekan biaya dan mengalihkan sumber daya manusia untuk kegiatan yang bernilai lebih tinggi. Alat bantu seperti Microsoft Copilot membantu karyawan dalam pembuatan dokumen dan pencarian kebijakan, sementara Ask Archie rekan kerja virtual berbasis AI yang beroperasi 24/7 menjawab pertanyaan internal menggunakan optimalisasi pencarian dan AI Generatif (*Gen AI*). Archie dapat mengarahkan karyawan ke kebijakan yang relevan, merangkum riwayat kasus, serta menyarankan kasus serupa, sehingga secara signifikan mempercepat waktu penyelesaian proses standar. Hal ini memungkinkan staf untuk lebih fokus pada layanan konsultasi nasabah dan inovasi. Dampak finansialnya sangat signifikan, dengan penghematan sebesar Rp. 957 miliar yang dicapai melalui rasionalisasi jaringan kantor cabang fisik.

Untuk tetap unggul di tengah disrupsi yang terus berlangsung, NatWest Group memandang inovasi sebagai tujuan strategis utama. Dalam mengatasi kendala infrastruktur warisan (*legacy infrastructure*) dan kekurangan talenta, bank telah meluncurkan lebih dari 100

kasus penggunaan AI serta melakukan investasi besar dalam kemitraan dan perubahan organisasi. Kolaborasi dengan OpenAI, Microsoft, IBM, dan AWS telah mempercepat penerapan perangkat AI mutakhir serta mendukung pengembangan kapabilitas berskala perusahaan yang andal. Pada saat yang sama, program NatWest Accelerator milik Grup tersebut telah menyelenggarakan berbagai acara fintech untuk mendorong kolaborasi lintas fungsi dan mempercepat inisiatif AI, mulai dari tahap pengembangan gagasan hingga implementasi.

Secara keseluruhan, berbagai inisiatif berbasis AI ini mendukung misi NatWest Group untuk menjadi 'bank yang mengutamakan hubungan nasabah di era digital'. Inisiatif-inisiatif tersebut mencerminkan komitmen untuk tetap kompetitif di tengah disrupsi digital sekaligus pengakuan strategis atas peran AI dalam meningkatkan ketahanan, kepatuhan terhadap regulasi, dan loyalitas nasabah. Melalui penyederhanaan proses, efisiensi biaya, dan inovasi, NatWest Group telah memosisikan diri sebagai pelopor dalam penerapan AI di sektor perbankan Inggris sekaligus mendefinisikan ulang cara pemberian layanan dan kelincahan organisasi.

Dari Bot Berbasis Aturan ke AI Generatif: Evolusi AI NatWest Group

Perjalanan AI NatWest Group dimulai secara serius pada tahun 2017 dengan peluncuran asisten virtualnya, Cora. Awalnya berbasis aturan, Cora dibangun untuk menangani pertanyaan rutin nasabah, seperti mencari lokasi kantor cabang, memeriksa saldo rekening, dan mengonfirmasi tanggal pembayaran. Seiring meningkatnya ekspektasi digital, kemampuan Cora pun turut berkembang. Asisten ini terus ditingkatkan untuk mengelola tugas-tugas yang lebih kompleks, termasuk memulai transaksi, memperbarui data pribadi, dan meneruskan masalah kepada agen manusia jika diperlukan. Secara internal, Cora mulai membantu staf dengan menyarankan respons dan menandai tindakan tindak lanjut secara real-time.

Pada tahun 2023, Cora telah berkembang menjadi Cora+, sebuah asisten bertenaga AI Generatif yang dikembangkan melalui kerja sama dengan OpenAI. Mampu melakukan percakapan yang alami layaknya manusia, Cora+ menangani lebih dari 10 juta interaksi nasabah pada tahun tersebut dua kali lipat dari volume yang tercatat hanya empat tahun sebelumnya. Nasabah kini mengandalkan Cora+ untuk berbagai jenis dukungan, mulai dari mengajukan sanggahan atas biaya transaksi dan menetapkan target tabungan hingga menjajaki opsi hipotek dan memahami ketentuan bea meterai. Dengan integrasi LLM, NLP, dan pengenalan suara, Cora+ dapat menafsirkan maksud nasabah secara akurat, bahkan dalam pertanyaan yang ambigu atau mengandung nuansa emosional. Evolusi Cora mencerminkan transisi NatWest Group yang lebih luas menuju operasional berbasis AI. Linimasa berikut menyoroti tonggak sejarah penting dalam perjalanan AI bank tersebut yang berkembang pesat:

- 2017: Peluncuran Cora, menandai langkah awal NatWest Group dalam interaksi nasabah berbasis AI.
- 2019: Pengenalan model pembelajaran mesin (*machine learning*) untuk memperkuat upaya deteksi penipuan dan pencegahan pencucian uang.

- 2021: Perluasan penggunaan AI ke operasional back-office, memanfaatkan pembelajaran mesin dan NLP untuk klasifikasi dokumen, pemodelan prediktif, dan segmentasi nasabah.
- 2023: Peluncuran Cora+ untuk menghadirkan layanan digital yang lebih komunikatif dan peka terhadap konteks.
- 2024: Integrasi Microsoft Copilot untuk membantu staf dalam pembuatan dokumen otomatis, peringkasan kebijakan, dan optimalisasi alur kerja di seluruh rangkaian aplikasi Microsoft 365.
- 2025: Perluasan portofolio AI NatWest Group hingga mencakup lebih dari 275 inisiatif aktif, termasuk lebih dari 25 solusi AI yang telah diterapkan sepenuhnya di berbagai bidang seperti layanan pelanggan, manajemen risiko, kepatuhan, dan sumber daya manusia.

Lonjakan tajam dalam inisiatif AI Grup ini sejak tahun 2023 didorong oleh konvergensi perkembangan teknologi, infrastruktur, dan strategi. Pertama, kematangan pesat model bahasa besar (LLM) khususnya GPT-4 dari OpenAI merupakan terobosan dalam teknologi AI tingkat perusahaan (*enterprise-grade*). Model-model ini tidak hanya menawarkan kelancaran dan koherensi tingkat tinggi, tetapi juga menunjukkan kemampuan untuk menangani permintaan informasi yang kompleks dalam lingkungan dengan regulasi ketat, sehingga menjadikan AI Generatif (Gen AI) sebagai solusi yang layak bagi sektor perbankan. NatWest Group dengan cepat mengintegrasikan kemampuan ini ke dalam Cora+, yang secara signifikan meningkatkan keterlibatan pelanggan.

Kedua, kemitraan jangka panjang Grup dengan AWS menyediakan infrastruktur yang tangguh, aman, dan dapat ditingkatkan skalanya (*scalable*) untuk menerapkan model AI di seluruh ekosistem digitalnya. Hal ini memungkinkan kinerja yang konsisten di berbagai kasus penggunaan, termasuk deteksi penipuan secara real-time, asisten virtual internal, dan antarmuka obrolan yang melayani pelanggan secara langsung.

Ketiga, fokus strategis NatWest Group pada optimalisasi biaya memainkan peran krusial. Salah satu hasil paling nyata dari transformasi digitalnya adalah penutupan ratusan kantor cabang fisik selama satu dekade terakhir. Penutupan ini dilakukan sebagai respons terhadap perubahan preferensi nasabah, di mana semakin banyak nasabah yang lebih memilih layanan seluler dan daring dibandingkan interaksi tatap muka. Penghematan biaya yang dihasilkan kemudian diinvestasikan kembali secara strategis ke dalam inisiatif digital dan AI; hal ini memungkinkan NatWest Group untuk bereksperimen secara lebih ambisius dengan teknologi baru, meningkatkan kelincahan operasional, serta mempercepat penerapan AI di berbagai bidang bisnis utama, seperti penyediaan layanan, kepatuhan terhadap regulasi, dan manajemen risiko. Secara keseluruhan, perkembangan ini memfasilitasi NatWest Group untuk meningkatkan skala kapabilitas AI-nya dengan cepat dan mengintegrasikannya ke seluruh lini organisasi. Alih-alih memandang AI sekadar sebagai fungsi pendukung tambahan, bank ini menempatkannya sebagai penggerak strategis utama dalam penciptaan nilai jangka panjang.

Mengorquestrasi Ekosistem AI: Kemitraan Strategis dan Pendekatan Berbasis Platform

Seiring dengan pengembangan kapabilitas AI-nya, NatWest Group menyadari pentingnya melengkapi upaya internal dengan dukungan dari ekosistem mitra teknologi yang lebih luas. Alih-alih menganggap AI sebagai peningkatan sistem yang terpisah, bank ini mengadopsi pendekatan kolaboratif yang berlandaskan pada interoperabilitas; langkah ini mencerminkan pergeseran industri yang lebih luas, dari strategi yang berpusat pada perusahaan menuju model berbasis ekosistem.

Untuk mengelola kecepatan dan kompleksitas penerapan AI, NatWest Group merestrukturisasi model bisnisnya agar dapat memanfaatkan keahlian pihak eksternal. Melalui strategi hibrida, bank ini memadukan kapabilitas internalnya dengan kemitraan teknologi strategis guna mempercepat eksperimen, menyederhanakan proses kepatuhan, serta mengakses teknologi mutakhir. Salah satu contohnya adalah investasi pada Serene, sebuah perusahaan rintisan (*startup*) AI asal Inggris yang menggunakan analitik perilaku untuk mendeteksi penyalahgunaan keuangan. Kemitraan ini menegaskan komitmen Grup terhadap inovasi yang bertanggung jawab secara sosial sekaligus memperkuat perannya sebagai penjaga kepercayaan digital. Demikian pula, kolaborasi penting NatWest Group dengan OpenAI memfasilitasi integrasi LLM ke dalam arsitektur layanannya, menjadikan bank yang berbasis di Inggris ini sebagai bank pertama yang bermitra langsung dengan pemimpin riset AI tersebut. Model-model ini kini mendukung alat eksternal seperti Cora+ maupun sistem internal seperti Ask Archie. Kemitraan pelengkap dengan Microsoft dan IBM semakin memperluas kapabilitas AI Grup ini, meningkatkan produktivitas karyawan melalui Microsoft Copilot dan memajukan layanan pelanggan yang empatik melalui IBM Watson.

Yang terpenting, kemitraan ini melampaui sekadar pemenuhan kebutuhan kapabilitas atau persyaratan regulasi, serta mencerminkan pendekatan kolaboratif terhadap adopsi teknologi. NatWest Group tidak hanya mengintegrasikan alat pihak ketiga, tetapi juga menjalin kerja sama dengan jaringan mitra khusus untuk mendukung pengembangan dan pelaksanaan inisiatif AI-nya. Pendekatan ini memfasilitasi evolusi berkelanjutan dari portofolio AI-nya sembari menjaga kemampuan beradaptasi terhadap perubahan regulasi dan teknologi. Secara lebih luas, strategi Grup ini menunjukkan bahwa nilai jangka panjang dari AI dapat didukung dengan lebih baik melalui kemitraan yang terkoordinasi dibandingkan upaya yang terisolasi. Dengan mengintegrasikan AI ke dalam operasionalnya dan bekerja sama dengan kolaborator eksternal, bank ini memengaruhi cara kerja dan penyediaan layanannya.

Langkah ke Depan: Mengembangkan Skala AI secara Bertanggung Jawab

Menatap masa depan, NatWest Group bertujuan untuk semakin memperdalam strategi AI-nya dengan mengintegrasikan teknologi cerdas secara lebih luas di seluruh operasional intinya. Bank ini sedang mempersiapkan gelombang baru inisiatif berwawasan ke depan yang mencakup berbagai bidang mulai dari perjalanan pelanggan otonom dan pemodelan risiko generasi berikutnya hingga perbankan berbasis suara, infrastruktur open banking, sistem kepatuhan berbasis AI, serta penyempurnaan kode etik. Secara keseluruhan, upaya-upaya ini menegaskan ambisi berkelanjutan Grup untuk menghadirkan pengalaman perbankan yang mulus, aman, dan didukung oleh kecerdasan berbasis data.

Namun, inovasi-inovasi ini juga menghadirkan tantangan krusial. Isu-isu terkait transparansi publik, dampak otomatisasi terhadap masyarakat, dan risiko potensi dampak negatif terhadap reputasi menyoroti perlunya implementasi yang bertanggung jawab serta tata kelola yang kuat. Selanjutnya, kami mengkaji prospek strategis NatWest Group, dengan menyoroti rencana pengembangannya sekaligus mengakui tantangan utama yang menanti di masa mendatang. Salah satu elemen penentu dalam strategi AI masa depan bank ini adalah penciptaan perjalanan nasabah yang otonom yaitu interaksi serba digital yang memerlukan sedikit atau bahkan tanpa intervensi manusia, dengan tujuan menghadirkan pengalaman perbankan yang mulus dan menyeluruh (*end-to-end*). Dalam waktu dekat, nasabah dapat membuka rekening, menerima saran keuangan yang dipersonalisasi, dan menyelesaikan masalah layanan sepenuhnya melalui saluran berbasis AI, sehingga mengubah standar ekspektasi terkait kenyamanan dan aksesibilitas dalam perbankan ritel.

Bidang inovasi menjanjikan lainnya adalah pemodelan risiko generasi terbaru, yang melaluinya bank bermaksud memperkuat kapasitasnya dalam mengantisipasi dan merespons ancaman-ancaman baru yang muncul. Dengan mengintegrasikan data lingkungan, sosial, dan geopolitik secara real-time ke dalam sistem AI-nya, Grup ini berupaya menghasilkan wawasan risiko yang lebih bernuansa dan adaptif. Secara bersamaan, Grup ini juga menjajaki potensi komputasi yang terinspirasi oleh teknologi kuantum (*quantum-inspired computing*) untuk meningkatkan kemampuan analitik risikonya. Sejak tahun 2018, NatWest Group telah bermitra dengan Fujitsu dan 1QBit untuk menguji coba platform Digital Annealer, yang memungkinkan optimalisasi lebih cepat dan canggih atas portofolio Aset Likuid Berkualitas Tinggi (HQLA) senilai Rp. 1,2 kuadriliun. Berlandaskan hal tersebut, Grup ini telah memulai pengembangan kerangka kerja internal *Quantum-Computing-as-a-Service* (QCaaS) untuk menguji penerapan teknik kuantum dalam memecahkan tantangan bisnis yang kompleks.

NatWest Group juga memperluas fokusnya pada layanan perbankan berbasis suara dan akses digital yang aman. Dengan memanfaatkan kapabilitas Cora+, bank ini menjajaki integrasi AI percakapan ke dalam smart speaker dan asisten suara seluler, sehingga menawarkan cara yang intuitif dan bebas genggam (*hands-free*) bagi nasabah untuk mengelola keuangan mereka. Didukung oleh machine learning, teknologi ini memverifikasi identitas pengguna serta mengotorisasi transaksi dengan cepat dan aman. Secara keseluruhan, hal ini mencerminkan komitmen NatWest Group untuk mengurangi hambatan layanan sekaligus memadukan otomatisasi cerdas dengan pengalaman nasabah yang mulus.

Bersamaan dengan itu, NatWest Group memperluas kehadirannya dalam open banking dan embedded finance melalui berbagai inisiatif seperti '*Bank of APIs*' dan anak perusahaan fintech-nya, NatWest Boxed. '*Bank of APIs*' memungkinkan pengembang pihak ketiga untuk mengintegrasikan layanan perbankan inti seperti pembayaran, informasi rekening, dan autentikasi nasabah ke dalam platform mereka sendiri, sehingga menciptakan pengalaman pengguna yang lebih personal dan saling terhubung. Sementara itu, NatWest Boxed menyediakan infrastruktur *Banking-as-a-Service* (BaaS) yang memungkinkan merek non-keuangan untuk menawarkan produk keuangan dengan merek mereka sendiri (*white-label*). Salah satu contoh nyata adalah kemitraan Grup ini dengan AA (*Automobile Association*), yang

kini memberikan akses ke rekening tabungan dan produk pinjaman bermerek khusus bagi para anggotanya. Upaya-upaya ini menyoroti langkah berkelanjutan NatWest Group dalam merambah ekosistem digital dan menjangkau pasar-pasar yang belum tergarap.

Di ranah regulasi, bank ini terus mengembangkan penggunaan AI untuk meningkatkan kapabilitas kepatuhan dan pelaporan. Bank berinvestasi dalam sistem pemantauan berbasis AI yang secara otomatis memindai, menafsirkan, dan menyusun laporan regulasi dari kumpulan data yang besar dan kompleks. Perangkat ini dirancang untuk meningkatkan akurasi pelaporan, meminimalkan ketergantungan pada proses manual, serta mendukung kelincahan bank dalam beradaptasi dengan persyaratan regulasi yang terus berkembang. Kemajuan teknologi ini berjalan beriringan dengan komitmen bank terhadap tata kelola AI yang bertanggung jawab. NatWest Group telah menetapkan Kode Etik Kecerdasan Buatan (AI) & Etika Data, yang menjabarkan prinsip-prinsip keadilan, transparansi, dan akuntabilitas dalam pengembangan serta penggunaan teknologi AI. Seperti banyak lembaga keuangan lainnya, Grup ini harus mematuhi kerangka kerja yang ketat seperti *General Data Protection Regulation* (GDPR), yang mewajibkan penggunaan data secara sah dan transparan serta menjamin hak individu untuk memahami keputusan otomatis yang berdampak pada mereka. Dengan memasukkan pertimbangan etis ke dalam strategi AI-nya, bank ini bertujuan untuk mendukung kepatuhan terhadap regulasi dan memperkuat kepercayaan pemangku kepentingan.

Namun, seiring langkah NatWest Group memajukan inisiatif berbasis AI, perusahaan menghadapi sejumlah tantangan mendesak terutama terkait transparansi, kepercayaan, dan inklusi yang menuntut perhatian serius. Meskipun bank telah menyatakan komitmennya terhadap prinsip *privacy-by-design* (privasi sejak tahap perancangan), mereka belum memberikan rincian teknis mengenai penerapan langkah-langkah pengamanan, seperti kemampuan menjelaskan algoritma (*algorithmic explainability*) atau pengawasan yang melibatkan manusia (*human-in-the-loop*). Sebagai contoh, informasi yang dibuka kepada publik masih terbatas mengenai bagaimana NatWest Group memitigasi bias dalam keputusan kredit atau melakukan audit terhadap model pembelajaran mesin (*machine learning*) yang kompleks. Demikian pula, meskipun bank menekankan keamanan sistem AI-nya melalui kemitraan dengan AWS dan Microsoft, mereka belum menjelaskan langkah penanganan jika terjadi kebocoran data atau bagaimana bentuk pemulihan yang ditawarkan jika timbul dampak negatif akibat penggunaan AI. Hal-hal yang belum dijelaskan ini menimbulkan pertanyaan mengenai keselarasan antara komitmen etis yang dinyatakan bank dan penerapannya secara praktis; ini mengisyaratkan bahwa kredibilitas dalam bidang ini tidak semata-mata bergantung pada prinsip yang dideklarasikan, melainkan pada tindakan nyata yang konsisten dan transparan.

Selain itu, transisi NatWest Group menuju layanan yang mengutamakan aspek digital (*digital-first*) telah menyoroti risiko sosial dan reputasi secara lebih tajam. Sejak tahun 2017, Grup ini telah mengumumkan penutupan 259 kantor cabang dari merek NatWest dan Royal Bank of Scotland, yang mengakibatkan hilangnya sekitar 680 pekerjaan. Keputusan tersebut memicu reaksi keras dari serikat pekerja, serta berdampak pada karyawan dan masyarakat setempat, khususnya di wilayah pedesaan dan daerah yang kurang terlayani akses perbankan.

Merasa frustrasi akibat berkurangnya akses terhadap layanan penting, nasabah di beberapa kota menggelar aksi protes dan meluncurkan petisi. Meskipun pihak Grup telah menghadirkan layanan perbankan keliling (menggunakan mobil) dan menjalin kemitraan dengan kantor pos sebagai solusi pengganti parsial, banyak pihak berpendapat bahwa langkah-langkah tersebut belum memadai untuk mengatasi kesenjangan layanan yang terjadi. Peristiwa ini menyoroti dampak sosial dari transformasi digital yang berlangsung cepat serta memunculkan pertanyaan mengenai komitmen Grup dalam menyediakan layanan yang inklusif, terutama ketika berbagai solusi alternatif yang ditawarkan dinilai tidak memadai untuk menggantikan infrastruktur perbankan lokal yang esensial.

Secara lebih luas, peralihan ke model layanan berbasis AI terjadi bersamaan dengan pengurangan tenaga kerja dan langkah-langkah efisiensi biaya. Meskipun langkah-langkah ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional, hal tersebut menimbulkan risiko nyata terhadap moral karyawan dan kesetaraan akses digital. Tanpa perencanaan yang matang dan langkah-langkah perlindungan, hilangnya pekerjaan dan marginalisasi segmen pelanggan yang kurang melek teknologi dapat mengikis kepercayaan publik. Bagi NatWest Group, memastikan bahwa inovasi diterapkan secara bertanggung jawab serta secara aktif mendukung transisi tenaga kerja dan penyediaan layanan yang inklusif akan menjadi kunci untuk mempertahankan legitimasi jangka panjang dan loyalitas pelanggan. Singkatnya, strategi AI NatWest Group merupakan upaya terencana dan didukung sumber daya yang memadai untuk memodernisasi layanan perbankan serta mempertahankan daya saing di lanskap keuangan yang berkembang pesat. Pencapaian masa lalu dan inisiatif yang berorientasi ke masa depan mencerminkan komitmen nyata untuk mentransformasi layanan keuangan bagi era digital.

Namun, langkah ke depan menuntut perhatian yang sama besarnya terhadap tata kelola, inklusi, dan kepercayaan sebagaimana halnya terhadap kemajuan teknologi. Seiring dengan terus berkembangnya Grup ini, mereka harus memastikan bahwa peningkatan efisiensi tidak mengorbankan aksesibilitas ataupun kesetaraan sosial. Di tengah meningkatnya sorotan publik terhadap AI, keberhasilan jangka panjang Grup ini tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknis, tetapi juga pada kemampuannya menyeimbangkan inovasi dengan transparansi, inklusivitas, dan desain yang berpusat pada manusia. Kepemimpinan bank ini dalam penerapan AI sudah terbukti jelas namun tugas untuk membangun masa depan berbasis AI yang bertanggung jawab, adil, dan berkelanjutan masih jauh dari kata selesai.

8.5 STRATEGI INTEGRASI AI YANG INKLUSIF DAN BERKELANJUTAN PADA ALTEREOS

AlterEos adalah UKM asal Prancis yang memadukan penyediaan layanan komersial dengan misi sosial yang kuat: menciptakan lapangan kerja yang bermakna bagi penyandang disabilitas dan individu dalam kondisi rentan lainnya. Didirikan pada awal tahun 1990-an, perusahaan ini telah berkembang dengan membentuk beberapa anak perusahaan dan menawarkan berbagai layanan B2B, seperti pemrosesan dokumen, manajemen hubungan pelanggan, logistik, serta solusi SDM yang inklusif. Model bisnis yang berpusat pada manusia ini didukung oleh pengaturan kerja yang fleksibel, pelatihan internal, dan struktur tata kelola yang berlandaskan prinsip koperasi serta solidaritas. Hubungan jangka panjang dengan

berbagai organisasi nasional terkemuka menjadi bukti nyata atas kualitas maupun nilai sosial dari pekerjaan yang mereka lakukan.

Namun, saat ini AlterEos menghadapi tekanan yang kian meningkat akibat persaingan global dan pesatnya perkembangan AI, yang berpotensi mengotomatisasi sebagian dari bisnis intinya. Meskipun telah ada upaya awal untuk bereksperimen dengan AI Generatif (Gen AI), organisasi ini belum memiliki strategi formal untuk integrasinya. Dalam menyusun rencana strategis berikutnya, AlterEos harus menentukan cara mengadopsi AI yang dapat memperkuat bukan justru melemahkan misi inklusivitasnya. Studi kasus ini mengajak pembaca untuk menelaah bagaimana sebuah perusahaan yang berorientasi pada tujuan mulia (*purpose-driven*) dapat memanfaatkan teknologi transformatif sembari tetap setia pada jati dirinya.

Mengintegrasikan Inklusi ke dalam Strategi dan Struktur

Didirikan pada tahun 1991 oleh Hervé Knecht, AlterEos adalah UKM Prancis yang berorientasi pada tujuan mulia dan berbasis di Tourcoing, wilayah Hauts-de-France. Sebagai perusahaan penyedia layanan *business-to-business* (B2B), perusahaan ini mempekerjakan sekitar 450 orang, dengan lebih dari 80 persen di antaranya berstatus karyawan tetap. Sejalan dengan misi pendiriannya untuk mendorong lapangan kerja yang inklusif, hampir 80 persen tenaga kerjanya terdiri dari penyandang disabilitas fisik maupun mental. AlterEos beserta anak-anak perusahaannya berkomitmen kuat untuk mendukung para karyawan tersebut melalui pengembangan karier yang berkelanjutan, serta menyediakan peluang bermakna bagi pertumbuhan pribadi, mobilitas internal, dan keberhasilan reintegrasi ke pasar tenaga kerja yang lebih luas. Inti dari dampak jangka panjang AlterEos adalah pendekatan yang berpusat pada manusia, yang menempatkan inklusi sosial dan pemberdayaan sebagai prioritas utama dalam operasionalnya.

Perusahaan ini terdiri dari tiga entitas yang saling terkait: AlterEos itu sendiri, Ettique, dan Inser'tel. Sebagai unit bisnis, AlterEos mempekerjakan sekitar 340 orang di fasilitas seluas 8.800 m² di Tourcoing, termasuk tim pendukung di bidang SDM, keuangan, penjualan, manajemen proyek, dan TI. Ettique, yang didirikan pada tahun 2001 sebagai perseroan terbatas, memiliki spesialisasi dalam penempatan kerja sementara bagi individu yang rentan akibat disabilitas. Dengan kantor di Croix dan Douai, Ettique mempertemukan pencari kerja dengan tugas-tugas yang disesuaikan dengan keterampilan, bakat, dan aspirasi pribadi mereka. Tugas-tugas ini mulai dari logistik dan pemeliharaan hingga dukungan administratif dan layanan konsultasi telepon membantu para peserta membangun kembali kepercayaan diri, memperoleh pengalaman, dan mengembangkan kompetensi baru. Inser'tel, yang dibentuk pada tahun 2005, menyediakan peluang kerja bagi sekitar 28 orang melalui program integrasi yang mendukung pengembangan karier mereka di bidang-bidang seperti digitalisasi dokumen berskala besar, layanan pelanggan (misalnya, panggilan masuk dan keluar serta dukungan jarak jauh), dan pengarsipan.

AlterEos beroperasi sebagai *entreprise adaptée* atau 'perusahaan yang disesuaikan' (*adapted enterprise*), sebuah perusahaan yang dirancang untuk merekrut penyandang disabilitas dan mendukung reintegrasi mereka ke dalam dunia kerja. Perusahaan ini memiliki status hukum sebagai *Société Coopérative d'Intérêt Collectif* (SCIC), sebuah model koperasi

yang memadukan orientasi laba dengan komitmen terhadap kepentingan bersama. Struktur tata kelolanya melibatkan berbagai kelompok pemangku kepentingan termasuk mitra sektor swasta, lembaga publik, dan karyawan guna memastikan pengambilan keputusan yang partisipatif dan demokratis. Sebagai wujud penguatan tujuan sosialnya, perusahaan ini juga diakui secara resmi sebagai *Entreprise Solidaire d'Utilité Sociale* (ESUS), sebuah predikat bagi organisasi yang lebih mengutamakan manfaat sosial dibandingkan keuntungan semata. Sejalan dengan status tersebut, AlterEos menginvestasikan kembali seluruh keuntungannya untuk misi sosialnya dan menerima subsidi publik yang mencakup 20 hingga 25 persen dari pendapatannya.

Sebagai wujud nyata dari nilai-nilainya, AlterEos telah menandatangani Piagam Ketenagakerjaan bagi Lansia (*Charter for the Employment of Seniors*), sebuah inisiatif dari Métropole Européenne de Lille, badan pemerintah daerah di Prancis utara yang mencakup wilayah Lille dan kota-kota sekitarnya yang mendorong keberagaman usia dan retensi tenaga kerja. Perusahaan ini juga telah mendukung Piagam Keberagaman (*Diversity Charter*), dengan berkomitmen untuk memerangi diskriminasi dan mencerminkan keberagaman masyarakat Prancis secara utuh. Dengan memadukan kinerja ekonomi, praktik ketenagakerjaan yang inklusif, serta tata kelola yang etis, AlterEos menjadi teladan bagi perusahaan yang bertanggung jawab secara sosial di abad ke-21.

Aktivitas Inti dan Organisasi Operasional

AlterEos menawarkan portofolio layanan bisnis yang luas, dengan penekanan yang semakin besar pada alih daya proses bisnis (*business process outsourcing* atau BPO). Layanan ini mencakup digitalisasi dan pengindeksan dokumen pelanggan, pemrosesan back-office untuk berkas klien, serta pengelolaan hubungan pelanggan di tingkat *front-office*. Sebagai penyedia layanan B2B, perusahaan mengelola data pelanggan yang sensitif atas nama kliennya dan, dalam beberapa kasus, menangani langsung aspek interaksi dengan pelanggan mereka. Pada akhir tahun 2024, BPO menyumbang sekitar 85 persen dari total pendapatan AlterEos sekitar Rp. 65 miliar dan mempekerjakan kurang lebih 250 orang. Aktivitas inti ini melibatkan digitalisasi lebih dari 10 juta halaman dan penanganan lebih dari 250.000 panggilan pelanggan, dengan memanfaatkan ruang operasional seluas 4000meter persegi yang dilengkapi tiga meja pemindaian dan tujuh pemindai produksi.

Secara paralel, perusahaan menjalankan layanan pemulihan arsip yang berbeda; meskipun serupa dengan BPO dalam hal penggunaan teknologi digitalisasi, layanan ini memiliki cakupan dan ritme kerja yang berbeda. Alih-alih mengelola aliran data yang berkelanjutan, pemulihan arsip melibatkan evaluasi koleksi arsip historis klien, konversi dokumen fisik ke format digital, serta pengorganisasian dokumen tersebut untuk penyimpanan jangka panjang. Pada tahun 2024 saja, aktivitas ini menghasilkan digitalisasi dan pengindeksan lebih dari empat juta halaman.

Divisi layanan industri melengkapi aktivitas berbasis data tersebut dengan berfokus pada tugas-tugas seperti pengemasan, pengemasan ulang, penyortiran, pengendalian mutu, dan perakitan ringan sering kali dalam kerangka inisiatif ekonomi sirkular. Layanan-layanan ini

memberikan nilai ekonomi sekaligus lingkungan, sembari menyediakan peluang kerja yang mudah diakses bagi tenaga kerja yang beragam.

Melalui solusi SDM-nya, AlterEos juga memanfaatkan keahlian jangka panjangnya dalam praktik ketenagakerjaan inklusif untuk mendukung perusahaan eksternal dalam merekrut dan mengintegrasikan individu yang selama ini jauh dari jangkauan pasar kerja. Layanan ini mencakup penugasan kerja sementara (misalnya, melalui Ettique), serta program pelatihan, konsultasi SDM, dan bantuan perekrutan. Dengan memperluas dampak sosialnya melampaui lingkup operasional internal, perusahaan secara aktif berkontribusi dalam membentuk praktik ketenagakerjaan yang lebih inklusif dalam perekonomian yang lebih luas.

Kegiatan-kegiatan utama ini didukung oleh tim internal khusus yang berperan menjaga keberlangsungan serta memodernisasi operasional AlterEos. Tim SDM, yang merupakan unit terbesar di antara layanan pendukung, menangani berbagai fungsi termasuk pelatihan karyawan, orientasi, dan pengelolaan penggajian sehingga membantu model ketenagakerjaan inklusif perusahaan beserta anak-anak perusahaannya untuk tidak hanya bertahan, tetapi juga terus berkembang. Departemen Administrasi dan Keuangan, yang terdiri dari tiga orang staf, mengelola penyusunan anggaran, pelaporan keuangan, dan manajemen kontrak. Departemen ini juga sedang bersiap menerapkan sistem faktur elektronik pada tahun 2025 dengan tujuan menyederhanakan dan mendigitalkan proses keuangan. Tim Penjualan, yang juga beranggotakan tiga orang, mengelola hubungan dengan pelanggan dan didukung oleh tim Proyek yang memberikan bantuan terkait implementasi bagi pelanggan, riset pasar, inisiatif perbaikan berkelanjutan, serta pengembangan bisnis secara keseluruhan. Terakhir, departemen TI yang terdiri dari lima tenaga profesional mengelola infrastruktur digital perusahaan, mendukung operasional teknis sehari-hari, dan memastikan keandalan sistem. Departemen ini juga memainkan peran strategis dalam menentukan arah masa depan organisasi, di mana direkturnya terlibat aktif dalam penyusunan peta jalan (*roadmap*) periode 2026–2028. Hal ini mencakup diskusi visioner mengenai "tim TI masa depan" serta integrasi kecerdasan buatan (AI) di berbagai fungsi bisnis.

Memperkokoh Tujuan di Tengah Lanskap Klien yang Dinamis

Berlandaskan misi sosialnya, AlterEos melayani portofolio klien terkemuka, yang sebagian besar terdiri dari perusahaan atau instansi berskala nasional, baik di sektor publik maupun swasta. Basis pelanggannya mencakup organisasi ternama seperti Orange, Axa, *Société Nationale des Chemins de fer Français* (SNCF, perusahaan kereta api nasional Prancis), *Le Crédit Lyonnais* (LCL, bank ritel dan komersial terkemuka yang kini menjadi bagian dari *Crédit Agricole*), *Électricité de France* (EDF, perusahaan listrik milik negara Prancis), dan *Département du Nord* (otoritas pemerintah daerah di Prancis bagian utara).

Para klien ini tertarik tidak hanya pada kualitas dan keandalan layanan AlterEos, tetapi juga pada kesempatan untuk melakukan pengadaan barang dan jasa yang bertanggung jawab secara sosial. Bermitra dengan AlterEos memungkinkan mereka menyelaraskan tujuan bisnis dengan strategi inklusi dan keberlanjutan mereka sendiri, sekaligus memenuhi kewajiban regulasi terkait sistem kuota mempekerjakan penyandang disabilitas di Prancis. Berdasarkan undang-undang ini, perusahaan dengan 20 karyawan atau lebih wajib memastikan bahwa

setidaknya 6 persen dari tenaga kerja mereka terdiri dari penyandang disabilitas. Dengan berkolaborasi bersama AlterEos, organisasi klien dapat menghitung sebagian karyawan AlterEos yang terlibat dalam penyediaan layanan sebagai bagian dari pemenuhan kuota mempekerjakan penyandang disabilitas mereka. Hal ini memungkinkan mereka mengurangi kontribusi kepada Agefiph asosiasi Prancis yang mengelola dana untuk mendukung integrasi kerja penyandang disabilitas, yang juga mengenakan denda finansial bagi perusahaan yang tidak mencapai target ketenagakerjaan yang ditetapkan.

Loyalitas pelanggan merupakan salah satu kekuatan utama AlterEos. Sekitar 70 persen dari klien saat ini atau sekitar 50 dari 80 klien adalah pelanggan yang kembali menggunakan jasa perusahaan. Pendapatan organisasi pada tahun 2024 mencerminkan stabilitas ini: 70 persen penjualan berasal dari klien yang telah bermitra dengan perusahaan sejak tahun 2019, dan hanya 10 klien yang menyumbang 75 persen dari total pendapatan, yang menegaskan kedalaman serta sifat jangka panjang dari hubungan-hubungan tersebut. Namun, terlepas dari ikatan yang kuat ini, AlterEos tidak kebal terhadap tekanan eksternal. Para pesaing berbiaya rendah dari luar negeri seperti di Maroko dan Bangladesh kini menantang posisi perusahaan dalam segmen-segmen utama, termasuk manajemen dokumen, pemrosesan *back-office*, dan pusat layanan panggilan (*call center*). Pada saat yang sama, pesatnya kemajuan kecerdasan buatan (AI) khususnya dalam bidang pemrosesan dokumen dan otomatisasi percakapan telah mengubah ekspektasi pelanggan. Sejumlah klien lama mulai mempertimbangkan untuk mengembalikan proses-proses tertentu ke dalam internal perusahaan demi kendali yang lebih ketat atas data, keamanan, dan efisiensi biaya. Dinamika yang muncul ini menghadirkan risiko sekaligus titik balik strategis bagi perusahaan, sehingga menuntut adanya inovasi dan diferensiasi baru di masa mendatang.

Integrasi Tenaga Kerja yang Berpusat pada Manusia

Meskipun mendapatkan dan mempertahankan klien utama sangat penting bagi keberlanjutan finansial AlterEos, nilai sesungguhnya terletak pada orang-orang di balik layanannya. Kekuatan perusahaan tidak hanya berakar pada loyalitas klien, tetapi juga pada komposisi unik dan dukungan penuh dedikasi dari tenaga kerjanya. Dalam konteks ini, pendekatan perusahaan dalam merekrut, melatih, dan mengintegrasikan individu yang menghadapi hambatan signifikan untuk bekerja merupakan aset strategis sekaligus perwujudan langsung dari misi sosialnya.

Proses rekrutmen dan pelatihan di AlterEos berlandaskan kuat pada komitmen perusahaan untuk mendukung individu yang rentan secara fisik, mental, sosial, atau ekonomi. Organisasi ini memprioritaskan mereka yang paling jauh dari jangkauan pasar tenaga kerja: orang-orang yang mungkin mengalami tunawisma, tidak memiliki kualifikasi formal, atau memiliki akses terbatas terhadap peluang kerja konvensional. Sebagian besar kandidat dirujuk oleh lembaga pendukung ketenagakerjaan tingkat nasional dan lokal seperti France Travail, Cap Emploi, dan asosiasi berbasis komunitas atau melalui '*Inclusion platform*', sebuah sarana yang didukung pemerintah untuk menghubungkan pemberi kerja dengan pencari kerja yang menghadapi hambatan signifikan. Meskipun perusahaan menerima sejumlah lamaran

langsung, jumlahnya relatif sedikit karena banyak kandidat potensial yang tidak mengetahui keberadaan perusahaan ataupun ekosistem dukungan luas yang tersedia bagi mereka.

Usia rata-rata karyawan di AlterEos adalah sekitar 48 tahun, dan perusahaan berupaya keras untuk mendukung mereka hingga masa pensiun. Namun, pemotongan dana publik semakin menekan perusahaan untuk tidak sekadar berfungsi sebagai jaring pengaman jangka panjang, melainkan lebih sebagai batu loncatan menuju pekerjaan arus utama, dengan menitikberatkan pada dampak transisi dibandingkan mempertahankan karyawan tanpa batas waktu. Mengingat beragamnya kebutuhan karyawan, pengaturan kerja dan pelatihan dirancang secara sangat spesifik dan adaptif. Lebih dari 52 persen staf bekerja paruh waktu, didukung oleh lebih dari 150 jadwal kerja individual yang mencerminkan beragam situasi pribadi. Pengaturan fleksibel ini merupakan hasil dari penyesuaian khusus pada stasiun kerja, proses, dan ritme pembelajaran, yang memungkinkan setiap individu untuk berkontribusi secara efektif sesuai dengan kapasitas masing-masing. Pelatihan terutama diselenggarakan secara internal melalui organisasi pelatihan bersertifikat milik AlterEos, yang mencakup seorang pemimpin pelatihan dan tiga pelatih purnawaktu. Tim ini menangani proses orientasi, memberikan instruksi kepada karyawan baru mengenai prosedur khusus klien, serta menyediakan pengembangan keterampilan berkelanjutan. Untuk semakin mendukung fleksibilitas, organisasi ini telah menetapkan 290 slot waktu berbeda guna mengoordinasikan jam kerja harian bagi tenaga pengasuh paruh waktu dan pengaturan kerja fleksibel lainnya. Baik ruang kerja fisik maupun digital dirancang dengan memperhatikan aspek ergonomis, sehingga memungkinkan setiap karyawan apa pun kemampuan mereka untuk bekerja dalam lingkungan yang sesuai dengan kebutuhan mereka. Pendekatan rekrutmen dan pengembangan tenaga kerja yang sangat berorientasi pada manusia ini tidak hanya mempertahankan misi sosial perusahaan, tetapi juga meningkatkan kemampuannya dalam memberikan kualitas layanan yang konsisten di tengah lingkungan yang kompleks dan kompetitif.

Mengintegrasikan CSR ke dalam Operasional Sehari-hari

Sebagai pelaku yang diakui dalam ekonomi sosial dan solidaritas (SSE), AlterEos mengintegrasikan tanggung jawab sosial dan lingkungan ke dalam inti operasionalnya. Pendekatan tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) yang diterapkan bukanlah sekadar tambahan, melainkan perpanjangan alami dari misi pendiriannya; pendekatan ini disusun berdasarkan empat pilar yang saling bergantung yang memandu tata kelola organisasi, keterlibatan sosial, upaya pelestarian lingkungan, dan kemitraan eksternal. Pilar pertama berpusat pada tata kelola yang etis dan inklusif, yang didorong oleh konsultasi transparan dengan para pemangku kepentingan dari seluruh ekosistem. Pendekatan partisipatif ini membantu memastikan keselarasan antara keputusan sehari-hari dan tujuan jangka panjang perusahaan. Hal ini menumbuhkan kepercayaan, akuntabilitas, dan rasa kepemilikan bersama, serta mendorong para pemangku kepentingan untuk berkontribusi secara aktif terhadap arah perusahaan.

Melalui dialog rutin dan komunikasi terbuka, AlterEos memperkuat kemampuannya dalam menghadapi tantangan yang kompleks dengan kejelasan dan konsensus. Pilar kedua

berfokus pada komitmen sosial, khususnya dalam konteks regional. Selain menyediakan pengaturan kerja yang fleksibel dan jalur pengembangan yang disesuaikan dengan kebutuhan individu, AlterEos telah menerapkan kerangka kerja yang kuat untuk meningkatkan kualitas hidup di tempat kerja dan mendorong kesetaraan gender. Komitmen ini tercermin dalam skor Indeks Kesetaraan Gender yang luar biasa, yaitu 99 dari 100; sebuah hasil yang dicapai berkat kinerja tinggi yang konsisten di berbagai indikator utama. Perusahaan tersebut memperoleh skor 39 dari 40 dalam meminimalkan kesenjangan upah gender, serta meraih skor sempurna untuk aspek keadilan kenaikan gaji individu (20/20) dan tingkat promosi (15/15). Perusahaan juga meraih nilai tertinggi atas dukungannya terhadap perempuan yang kembali bekerja setelah cuti melahirkan dengan memberikan kenaikan gaji pada setiap kasus yang memenuhi syarat (15/15) serta atas keberhasilannya menjaga keseimbangan gender di antara karyawan dengan bayaran tertinggi (10/10). Hasil ini menegaskan budaya kesetaraan dan kemajuan berkelanjutan yang telah mengakar kuat.

Tanggung jawab lingkungan menjadi pilar ketiga. Perusahaan secara aktif berupaya meminimalkan jejak ekologisnya melalui pemulihan dan daur ulang 88ton limbah setiap tahun, penggunaan mitra lokal untuk pembongkaran peralatan TI, serta pembaruan fasilitas secara berkala guna mengurangi konsumsi energi. Inisiatif-inisiatif ini mencerminkan komitmen nyata dan berkelanjutan terhadap kelestarian lingkungan, sejalan dengan prinsip-prinsip ekonomi sirkular. Selain peningkatan aspek operasional, AlterEos juga membangun kesadaran di kalangan karyawan dan mitra, serta menumbuhkan budaya kepedulian terhadap lingkungan yang mendukung dampak jangka panjang.

Terakhir, pilar keempat berkaitan dengan praktik pengadaan yang bertanggung jawab. AlterEos secara sadar menjalin kerja sama dengan pemasok yang memiliki nilai-nilai sosial dan lingkungan yang selaras, serta sangat mengutamakan pengadaan dari sumber lokal demi mendorong pembangunan daerah yang berkelanjutan. Dengan melibatkan mitra yang sejalan dengan misinya, perusahaan memperluas cakupan dampaknya ke seluruh rantai nilai. Komitmen kuat perusahaan baik terhadap tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) maupun keunggulan operasional telah diakui melalui berbagai penghargaan dan sertifikasi tingkat nasional maupun internasional. Kepemimpinannya dalam bidang keberlanjutan tercermin dalam berbagai pencapaian seperti *Trophée de l'économie responsable* (meraih penghargaan Emas pada tahun 2020) dan label Emas Ecovadis (pada tahun 2023), yang menyoroti kedalaman strategi CSR serta dedikasinya terhadap pengadaan yang bertanggung jawab. Pengakuan-pengakuan ini mempertegas kepercayaan yang telah diraih AlterEos sebagai mitra yang andal dan memiliki kepedulian sosial.

Melengkapi pencapaian CSR tersebut, terdapat pula sejumlah sertifikasi operasional yang memperkuat komitmen organisasi secara lebih luas terhadap kualitas, keamanan, dan keandalan. AlterEos memegang sertifikasi ISO 9001 untuk manajemen mutu di berbagai bidang layanan utama, termasuk digitalisasi, pengambilan data (*data capture*), operasional pusat kontak (*contact centre*), dan logistik industri. Perusahaan juga meraih sertifikasi ISO 27001 untuk manajemen keamanan informasi, yang menunjukkan kemampuannya dalam mengelola risiko siber dan melindungi data sensitif. Selain itu, sejak tahun 2021, perusahaan

telah mendapatkan sertifikasi 'NF Services' sebuah predikat yang diberikan oleh AFNOR, organisasi standardisasi nasional Prancis untuk berbagai industri yang menjamin keandalan hukum dan integritas operasional pemrosesan dokumen digitalnya.

Singkatnya, AlterEos merupakan contoh nyata pendekatan CSR proaktif di mana nilai-nilai sosial dan lingkungan terintegrasi secara mendalam ke dalam tujuan, strategi, dan operasional perusahaan. Komitmen ini melampaui sekadar pemenuhan persyaratan hukum atau respons terhadap tekanan eksternal. Perusahaan secara aktif mengedepankan praktik ketenagakerjaan inklusif, tata kelola partisipatif, keberlanjutan lingkungan, dan pengadaan yang bertanggung jawab sebagai prioritas bisnis utama. Didukung oleh praktik nyata, sertifikasi pihak ketiga, dan investasi jangka panjang, AlterEos tidak hanya memenuhi harapan yang ada, tetapi juga turut menetapkan tolok ukur baru bagi praktik bisnis yang bertanggung jawab.

Menghadapi Titik Balik AI

Memasuki pertengahan tahun 2025, AlterEos berada di persimpangan jalan yang krusial. Meskipun perusahaan telah menunjukkan ketangguhan luar biasa dalam mengembangkan model ketenagakerjaan yang inklusif secara sosial, laju perkembangan AI yang kian cepat menghadirkan peluang sekaligus ancaman eksistensial. Aktivitas inti seperti digitalisasi dokumen, pengindeksan, dan operasional pusat panggilan yang dulunya padat karya dan menjadi tulang punggung proposisi nilai perusahaan serta anak-anak perusahaannya, kini semakin rentan terhadap otomatisasi dan proses internalisasi kembali (*re-internalization*) oleh klien yang menerapkan solusi berbasis AI. Disrupsi strategis ini diperparah oleh belum adanya tata kelola AI formal di dalam organisasi saat ini.

Penggunaan alat AI Generatif (Gen AI) seperti ChatGPT masih bersifat informal dan tidak diatur, terbatas terutama pada pengembang TI dan staf garda depan sebagai bagian dari tren '*shadow AI*' yang kian berkembang. Alat-alat ini digunakan bukan untuk mentransformasi layanan bagi pelanggan, melainkan untuk mengefisienkan tugas internal, seperti otomatisasi penamaan berkas dan peningkatan efisiensi entri data untuk proyek pengarsipan. Terlepas dari berbagai eksperimen awal yang muncul dari tingkat akar rumput, adopsi AI masih terfragmentasi dan belum menjadi bagian integral dari peta jalan strategis perusahaan. Perusahaan tidak memiliki lisensi AI, belum mengembangkan aplikasi yang berorientasi pada pelanggan, serta tidak memiliki kebijakan yang koheren untuk mengintegrasikan AI lintas departemen. Kesenjangan antara penggunaan informal yang bermunculan dan ketiadaan strategi formal ini menandakan adanya ketegangan yang kian meningkat: misi inklusif organisasi dan kemampuan adaptasinya yang menjadi ciri khas kini harus diselaraskan dengan dampak teknologi AI yang bersifat disruptif dan berpotensi menggantikan peran manusia.

Menghadapi tantangan ini, rencana strategis periode 2026–2028 mendatang harus menyajikan visi yang jelas dan terarah mengenai AI, visi yang memanfaatkan kemajuan teknologi tanpa mengorbankan misi sosial perusahaan yang telah mengakar kuat. AI bukan sekadar perangkat untuk efisiensi operasional; teknologi ini merupakan kekuatan besar dan disruptif yang dapat mengikis ataupun meningkatkan posisi strategis perusahaan, bergantung pada bagaimana teknologi tersebut dimaknai dan diterapkan. Bagi AlterEos, tujuannya bukanlah sekadar mengikuti tren, melainkan mengadopsi AI dengan cara yang melengkapi

model berbasis manusia, memperkuat proposisi nilai, serta menciptakan peluang baru bagi inovasi yang inklusif. Pencapaian hal ini menuntut eksperimen yang matang, perencanaan kolaboratif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, serta investasi terarah pada penerapan AI yang bertanggung jawab yang mampu meningkatkan potensi manusia alih-alih menggantikannya. Dengan menyelaraskan inisiatif AI dengan misi utamanya, membangun kapabilitas yang mendukung kolaborasi hibrida antara manusia dan mesin, serta tetap memperhatikan ekspektasi institusional, AlterEos dapat menyikapi titik balik teknologi ini bukan sebagai ancaman terhadap modelnya, melainkan sebagai katalis untuk memperluas dampak sosial maupun ekonominya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aires, T., & Schatten, J. (2026). The Learning Loop: Mastering and Enabling AI in Organizations. In *AI and Digital Nomads Shaping Global Industrial Technology Transitions* (pp. 1-52). IGI Global Scientific Publishing.
- Alnamrouti, A., Rjoub, H., & Ozgit, H. (2022). Do strategic human resources and artificial intelligence help to make organisations more sustainable? Evidence from non-governmental organisations. *Sustainability*, 14(12), 7327.
- Banholzer, V. M., Füser, M., Maader, M., Massmann, T., Quest, A., Regnet, M., ... & Zipperlen, S. (2025). Artificial intelligence in corporate communications: Areas of application, opportunities, challenges and ethical guidelines. *Mastering CommTech: Unlocking the Potential of Digital Transformation in Corporate Communications*, 271-327.
- Bargavi, R., & Palaniswamy, V. (2025). Mastering the Integration Landscape: The Interplay Between Data-driven Management and TechStrat Fusion.
- Bevilacqua, S., Masárová, J., Perotti, F. A., & Ferraris, A. (2025). Enhancing top managers' leadership with artificial intelligence: insights from a systematic literature review. *Review of Managerial Science*, 19(9), 2899-2935.
- Campos Zabala, F. J. (2023). Mastering AI Projects: Assemble, Lead, and Succeed. In *Grow Your Business with AI: A First Principles Approach for Scaling Artificial Intelligence in the Enterprise* (pp. 353-365). Berkeley, CA: Apress.
- Canhoto, A. I., & Clear, F. (2020). Artificial intelligence and machine learning as business tools: A framework for diagnosing value destruction potential. *Business Horizons*, 63(2), 183-193.
- Cantú-Ortiz, F. J., Galeano Sánchez, N., Garrido, L., Terashima-Marin, H., & Brena, R. F. (2020). An artificial intelligence educational strategy for the digital transformation. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 14(4), 1195-1209.
- Cao, X. (2025). The Underlying Logic of Business: Mastering Information Gaps, Scaling Replication, and Business Intuition. In *Strategic Management and Organizational Development* (pp. 167-179). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Csaszar, F. A., Ketkar, H., & Kim, H. (2024). Artificial intelligence and strategic decision-making: Evidence from entrepreneurs and investors. *Strategy Science*, 9(4), 322-345.

- Cultura, J. F., Castilla, T. T. M., Grafil, J. E., & Cagulada, C. S. (2026, April). Artificial Intelligence Integrated Strategic Intervention Material (AI-SIM): Its Impact on the Primary Learners' Mastery of Discourse Markers in Oral and Written Communication. In *2026 17th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning (IC4e)* (pp. 546-550). IEEE.
- Daffner, B. (2024). Are you AI-ready? A roadmap to mastering marketing technology in a data-driven world. *Journal of Digital & Social Media Marketing*, 12(2), 117-128.
- Dwivedi, D. (2025). Artificial Intelligence and the Future of Business. *AI in Business Management: Bridging the Gap between Technology and Strategy*.
- Fu, R. J. (2025). MASTERING THE INTELLIGENCES: A BLUEPRINT FOR THRIVING IN THE INTELLIGENCE ERA (Part I). *Artificial Intelligence, Machine Learning, & Robotics in Business*, 1(2), 25-33.
- Hersberger, S. D. (2025). Mastering Execution: Navigating De-Risking Stages and Building a Business. In *Artificial Intelligence, Entrepreneurship and Risk: Reflections and Positions at the Crossroads between Philosophy and Management* (pp. 429-451). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Jaboob, M., Al-Ansi, A. M., Al-Okaily, M., & Ferasso, M. (2025). Harnessing artificial intelligence for strategic decision-making: the catalyst impact of digital leadership. *Asia-Pacific Journal of Business Administration*.
- Keding, C. (2021). Understanding the interplay of artificial intelligence and strategic management: four decades of research in review: C. Keding. *Management Review Quarterly*, 71(1), 91-134.
- Krings, W., Nissen, A., & Seebacher, U. (2025). Mastering cultural intelligence in the era of CommTech and predictive communication intelligence. In *Mastering CommTech: Unlocking the potential of digital transformation in corporate communications* (pp. 425-460). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Lim, S. C. J., & Lee, M. F. (2024). Rethinking education in the era of artificial intelligence (AI): Towards future workforce competitiveness and business success. In *Emerging technologies in business: Innovation strategies for competitive advantage* (pp. 151-166). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Manoharan, G., Ashtikar, S. P., Rao, C. G., Natarajan, S., & Nivedha, M. (2024). Masterminds and machines: Harnessing AI in strategic leadership. In *Impact of new technology on next-generation leadership* (pp. 107-119). IGI Global Scientific Publishing.

- Mishra, A. N., & Pani, A. K. (2021). Business value appropriation roadmap for artificial intelligence. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, 51(3), 353-368.
- Mu, J. (2026). The Long Game: Mastering the J-Curve of AI-Driven Competitive Advantage. In *The Human Architect: Reclaiming the Soul of Marketing in the Age of Artificial Intelligence* (pp. 357-392). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Nadella, S. (2025, June). Mastering Market Trends: How Artificial Intelligence-Powered Predictive Analytics is Transforming Customer Relationship Management. In *2025 IEEE International Conference on Computation, Big-Data and Engineering (ICCBE)* (pp. 729-735). IEEE.
- Palakurti, N. R., & Kanchepu, N. (2024). Machine learning mastery: Practical insights for data processing. In *Practical Applications of Data Processing, Algorithms, and Modeling* (pp. 16-29). IGI Global Scientific Publishing.
- Rane, N. L., Paramesha, M., Choudhary, S. P., & Rane, J. (2024). Artificial intelligence, machine learning, and deep learning for advanced business strategies: a review. *Partners Universal International Innovation Journal*, 2(3), 147-171.
- Richey Jr, R. G., Chowdhury, S., Davis-Sramek, B., Giannakis, M., & Dwivedi, Y. K. (2023). Artificial intelligence in logistics and supply chain management: A primer and roadmap for research. *Journal of Business Logistics*, 44(4), 532-549.
- Rožman, M., Tominc, P., & Milfelner, B. (2023). Maximizing employee engagement through artificial intelligent organizational culture in the context of leadership and training of employees: Testing linear and non-linear relationships. *Cogent Business & Management*, 10(2), 2248732.
- Schatten, J. (2025). The learning loop: Mastering and enabling. *AI and Digital Nomads Shaping Global Industrial Technology Transitions*, 1.
- Singh, B., Kaunert, C., Malviya, R., Lal, S., & Arora, M. K. (2024). Scrutinizing consumer sentiment on social media and data-driven decisions for business insights: fusion of artificial intelligence (AI) and business intelligence (BI) foster sustainable growth. In *Intersection of AI and business intelligence in data-driven decision-making* (pp. 183-210). IGI Global Scientific Publishing.
- Vijai, C., & Wisetsri, W. (2026). A Strategic Framework for Artificial Intelligence in Marketing. In *Contemporary Strategic Business Transformation* (pp. 115-134). Apple Academic Press.

MAHIR STRATEGI BISNIS dengan AI

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. Sejak tahun 2023 penulis tercatat sebagai Dosen luar biasa di Fakultas Ekonomi & Bisnis (FEB) Universitas Diponegoro Semarang. 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