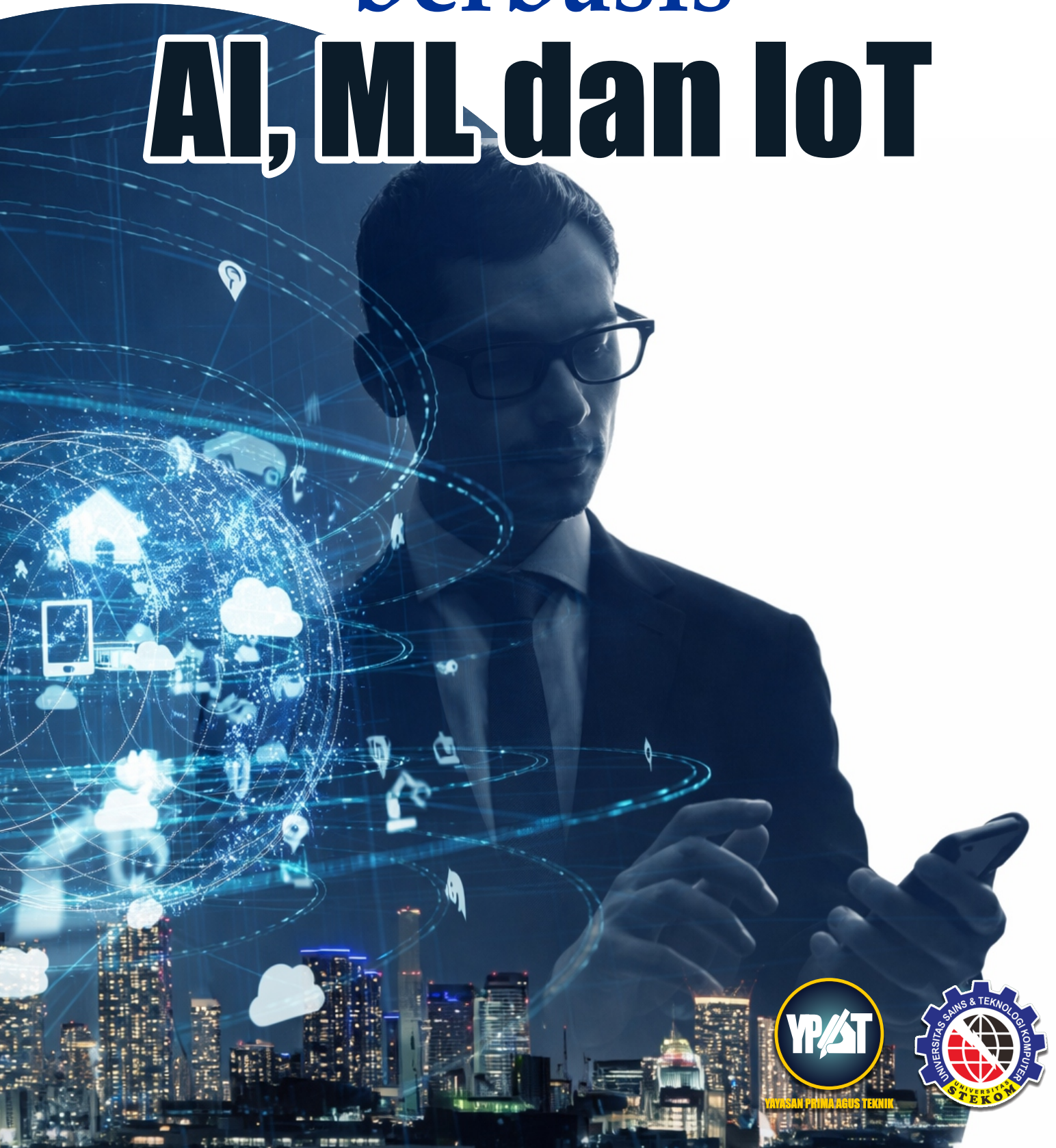


Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM.

BISNIS CERDAS

berbasis

AI, ML dan IoT



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK





BISNIS CERDAS berbasis **AI, ML dan IoT**

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



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK
Jl. Majapahit No. 605 Semarang
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-634-7695-07-9 (PDF)



9

786347

695079

BISNIS CERDAS berbasis AI, ML dan IoT

Penulis :

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

ISBN : 978-634-7695-07-9 (PDF)

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

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat, taufik, dan karunia-Nya, sehingga buku yang berjudul “*BISNIS CERDAS berbasis AI, ML dan IoT*” ini akhirnya dapat disusun dan diselesaikan dengan baik. Kehadiran buku ini merupakan salah satu bentuk kontribusi intelektual dalam merespons perkembangan teknologi digital yang semakin pesat, sekaligus sebagai upaya memperkaya khazanah literatur mengenai penerapan kecerdasan buatan, machine learning, dan Internet of Things dalam konteks bisnis modern.

Perubahan lanskap bisnis global dewasa ini berlangsung sangat cepat dan menuntut organisasi untuk mampu beradaptasi dengan berbagai dinamika yang muncul. Persaingan yang semakin ketat, perubahan perilaku konsumen, kompleksitas operasional, serta kebutuhan akan pengambilan keputusan yang cepat dan akurat telah mendorong perusahaan untuk memanfaatkan teknologi cerdas sebagai bagian integral dari strategi bisnisnya. Dalam konteks tersebut, AI, ML, dan IoT tidak lagi dipandang sekadar sebagai teknologi pendukung, melainkan telah menjadi komponen strategis yang mampu mendorong inovasi, efisiensi, akurasi prediksi, serta optimalisasi proses bisnis secara menyeluruh.

Buku ini disusun dengan pendekatan yang sistematis dan komprehensif, mencakup berbagai pembahasan penting yang berangkat dari evolusi AI, ML, dan IoT dalam manajemen bisnis cerdas, implementasi strategis AI untuk kemajuan bisnis, hingga pemanfaatan machine learning untuk business intelligence dan pengambilan keputusan berbasis data. Selanjutnya, buku ini juga menguraikan bagaimana integrasi AI, ML, dan IoT dapat menghasilkan keunggulan operasional, memperkuat sistem otomatisasi real time, serta mendukung transformasi digital di berbagai sektor usaha. Tidak hanya itu, pembahasan dalam buku ini turut meliputi topik-topik aplikatif seperti analisis teknikal untuk prediksi harga saham, pemanfaatan chatbot suara dalam pemasaran UKM dan CRM, penerapan IoT dalam operasi bisnis, optimalisasi proses melalui robotic process automation, neural forecasting untuk peramalan bisnis, prediksi churn pelanggan dengan machine learning, serta teknik cerdas berbasis logika fuzzy dan komputasi evolusioner.

Melalui susunan bab yang terstruktur, buku ini tidak hanya menyajikan landasan teoretis, tetapi juga mengangkat berbagai ilustrasi, pendekatan metodologis, dan kajian terapan yang diharapkan dapat memberikan gambaran nyata mengenai bagaimana teknologi cerdas bekerja dalam praktik bisnis. Dengan demikian, pembaca dapat memahami bahwa penerapan AI, ML, dan IoT tidak semata-mata bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional, melainkan juga untuk membangun sistem bisnis yang lebih adaptif, responsif, inovatif, dan berkelanjutan. Selain itu, buku ini juga menyoroti tantangan implementasi, keterbatasan teknis, aspek keamanan, serta isu etika yang harus menjadi perhatian dalam setiap proses adopsi teknologi cerdas.

Penulis berharap buku ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi berbagai kalangan, khususnya akademisi, mahasiswa, peneliti, praktisi bisnis, konsultan, pembuat

kebijakan, maupun pembaca umum yang memiliki minat terhadap perkembangan teknologi digital dan penerapannya dalam dunia usaha. Dengan memahami konsep, strategi, serta tantangan dalam penerapan AI, ML, dan IoT, pembaca diharapkan mampu memperoleh wawasan yang lebih mendalam dalam merancang keputusan bisnis yang lebih tepat, membangun inovasi yang bernilai tambah, serta meningkatkan daya saing organisasi di tengah transformasi digital yang terus berlangsung.

Penulis menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan dan kemungkinan terdapat kekurangan dalam penyajian maupun pendalaman materi. Oleh sebab itu, segala bentuk kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya ini pada masa yang akan datang. Harapan penulis, buku ini tidak hanya menjadi referensi akademik, tetapi juga dapat menjadi sumber inspirasi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, inovasi teknologi, dan praktik bisnis yang lebih cerdas serta berorientasi masa depan.

Akhir kata, penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan kontribusi selama proses penyusunan buku ini. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat yang nyata, memperluas wawasan pembaca, serta turut mendorong kemajuan dunia pendidikan, penelitian, dan praktik bisnis di Indonesia maupun di tingkat global.

Semangat & Selamat Membaca....!!!!

Semarang, April 2026

Penulis

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

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
BAB 1 EVOLUSI AI, ML, DAN IOT DALAM MANAJEMEN BISNIS CERDAS.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Evolusi AI, ML, Dan IoT Dalam Bisnis.....	4
1.3 Teknologi Sebagai Katalis Transformasi	6
1.4 Integrasi AI, ML, Dan IoT Untuk Keputusan Bisnis Cerdas	8
1.5 Pengambilan Keputusan Berbasis Data	9
1.6 Integrasi AI, ML, Dan IoT Ke Dalam Bisnis	10
1.7 Menavigasi Lanskap Bisnis Yang Dinamis	11
1.8 Revolusi Manajemen Bisnis Cerdas Dan Tantangan Masa Depan.....	14
BAB 2 IMPLEMENTASI STRATEGIS AI UNTUK KEMAJUAN BISNIS	15
2.1 Potensi AI Untuk Transformasi Bisnis Digital	15
2.2 Bidang-Bidang Utama Kecerdasan Buatan	15
2.3 Efisiensi Bisnis Dan Pemasaran Cerdas.....	16
2.4 Kemampuan AI Menjadikan Teknologi Ini Alat Bisnis Yang Berharga	17
2.5 Kecerdasan Buatan Bekerja Dalam Fungsi Bisnis	19
2.6 Strategi Utama Untuk Implementasi AI Dalam Bisnis	22
2.7 Keuntungan AI Dalam Bisnis.....	24
2.8 Tantangan AI Dalam Bisnis.....	26
2.9 Bagaimana AI Bekerja Dalam Pertumbuhan Bisnis	28
2.10 Potensi Dan Tantangan AI Di Bisnis	31
BAB 3 ML UNTUK BI DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN.....	33
3.1 Teknik ML Untuk BI Dan Pengambilan Keputusan Berbasis Data	33
3.2 Teknik ML Utama Dalam BI.....	43
3.3 Algoritma ML Utama Untuk BI	46
3.4 Aplikasi ML Dalam BI	49
3.5 Sistem Pendukung Keputusan Berbasis ML	53
3.6 Tantangan Dalam Menerapkan ML Untuk BI	55
3.7 Interpretabilitas Dan Penjelasan Model ML.....	57
3.8 Tren Masa Depan Dalam ML Untuk BI	58
3.9 BI Berbasis ML Untuk Pengambilan Keputusan Masa Depan	61
BAB 4 KEUNGGULAN OPERASIONAL MELALUI AI, ML, DAN IOT	64
4.1 AI, ML, Dan IoT Dalam Manajemen Bisnis Modern	64
4.2 Perkembangan Sejarah AI, ML, Dan IoT	65
4.3 Ilustrasi AI, ML, Dan IoT Dalam Praktik Bisnis Modern	71
4.4 Integrasi Dan Tren Masa Depan	77
4.5 Sistem Otomatis Real-Time	79
BAB 5 ANALISIS TEKNIKAL UNTUK TRADER PREDIKSI HARGA SAHAM.....	80

5.1	Analisis Teknikal Sebagai Dasar Strategi Perdagangan	80
5.2	Analisis Pedagang Dan Prediksi Saham	81
5.3	Integrasi Model AI Dengan Analisis Teknis	83
5.4	Teknik AI Untuk Mengoptimalkan Strategi Perdagangan	84
5.5	Peran AI Dalam Analisis Teknis	85
5.6	Penggunaan AI Untuk Analisis Teknis Dan Manajemen Risiko Di Rentech	89
5.7	Deskripsi Dan Analisis Dataset	91
5.8	Implementasi Model Deep Learning Untuk Analisis Teknis Saham	92
5.9	Evaluasi Kinerja Model Deep Learning Untuk Prediksi Harga Saham	95
5.10	Tantangan Dan Arah Masa Depan Dalam Analisis Teknis Berbasis AI	97
5.11	Optimalisasi Risiko, Tantangan, Dan Inovasi Masa Depan AI	101
BAB 6	TREN MASA DEPAN DAN PERTIMBANGAN ETIKA AI, ML, DAN IOT.....	102
6.1	Transformasi Industri Melalui IoT Di Masa Depan	102
6.2	Aplikasi IoT.....	102
6.3	Tantangan IoT Sensor, Integrasi TI, Standar, Dan Keamanan	113
6.4	Model Bisnis	114
6.5	Isu Dan Tantangan Utama IoT	116
6.6	Inovasi, Aplikasi Bisnis, Serta Etika AI Dan ML	116
6.7	Tren Masa Depan Dalam AI, ML, Dan IoT.....	119
6.8	Revolusi AI, ML, IoT Inovasi Etis Dan Berkelanjutan.....	120
BAB 7	CHATBOT SUARA TINGKATKAN CRM PEMASARAN UKM MODERN.....	121
7.1	AI Dan Chatbot Suara Dalam E-Commerce Bisnis Kecil.....	121
7.2	Model UTAUT Dan Unsur-Unsurnya	124
7.3	UTAUT Dan VAC Dalam Keterlibatan Pelanggan Bisnis Kecil	126
7.4	Faktor Pendukung Adopsi VAC Dan Keterlibatan Pelanggan.....	131
7.5	Faktor UTAUT Dorong Adopsi VAC.....	131
7.6	VAC Dorong Keterlibatan Dan CRM UKM Berkelanjutan	131
7.7	Implikasi Teoritis Dan Praktis.....	132
7.8	Implikasi Praktis, Keterbatasan, Dan Arah Studi Lanjutan	133
BAB 8	APLIKASI IOT DALAM OPERASI BISNIS.....	134
8.1	IoT Dan Peranannya Dalam Ekonomi Dan Kehidupan.....	134
8.2	Aplikasi IoT Dalam Industri 4.0, Kesehatan, Dan Smart Environment	135
8.3	Perkembangan IoT.....	138
8.4	Internet Of Things Industri (IIoT) Atau Internet Industri 0.4	140
8.5	Manfaat Bisnis Dari IIoT.....	141
8.6	Model Bisnis Untuk IoT.....	142
8.7	Studi Terapan IoT/Kota Cerdas	143
8.8	IoT, Industri 4.0, Dan Tantangan Kepercayaan Dalam Bisnis Digital.....	144
BAB 9	RPA UNTUK KEUNGGULAN OPERASIONAL DALAM BISNIS	146
9.1	RPA Sebagai Kunci Keunggulan Operasional Digital	146
9.2	RPA Cerdas Dengan ML Dan ARIMA-WOA Untuk Skalabilitas Dan Kinerja	147

9.3	RPA Dan Integrasi AI Kunci Transformasi Digital Operasional	148
9.4	Tahap RPA Untuk Efisiensi Operasional	150
9.5	Dataset Ritel Untuk Otomatisasi Proses Bisnis RPA	151
9.6	Pra-Pemrosesan Data Menggunakan RPA	151
9.7	Rekayasa Fitur Dan Optimasi XGBoost Dengan APSO Serta RPA.....	152
9.8	Alokasi Dan Penjadwalan Sumber Daya	155
9.9	Manajemen Operasional	158
9.10	Evaluasi Komparatif Skema Alokasi Dan Penjadwalan Sumber Daya.....	163
9.11	Integrasi ML Dan Penjadwalan Sumber Daya Dalam RPA	167
9.12	Model RPA Cerdas Optimasi Sumber Daya Dan Skalabilitas	169
BAB 10	NEURAL FORECASTING UNTUK MANAJEMEN BISNIS CERDAS.....	171
10.1	Neuro-Fuzzy Untuk Peramalan SDM Cerdas	171
10.2	Sistem Himpunan Fuzzy.....	171
10.3	Sistem Neuro-Fuzzy (NFS).....	172
10.4	Jaringan Neural Buatan	172
10.5	Sistem Neuro-Fuzzy Dalam (DNFS).....	173
10.6	Neural Networks Untuk Peramalan Bisnis Cerdas.....	173
10.7	Peramalan Produksi Dan Operasi	175
10.8	NFS Dalam Peramalan Rencana Bisnis	176
10.9	Neuro-Fuzzy System (NFS) Untuk Bisnis Cerdas.....	176
BAB 11	PREDIKSI CHURN PELANGGAN DENGAN MACHINE LEARNING.....	180
11.1	CRM, Churn, Dan Retensi Pelanggan Di Perbankan	180
11.2	Industri Perbankan Untuk Prediksi Churn Tanpa ML.....	183
11.3	Model Hibrida Untuk Prediksi Churn Pelanggan	185
11.4	Deskripsi Dataset	186
11.5	Penerapan KNN, SVM, Dan Random Forest Untuk Prediksi Churn	191
11.6	Kinerja Klasifikasi KNN, DT, Dan RF Pada Prediksi Churn Nasabah.....	195
11.7	Prediksi Churn Perbankan Dengan Random Forest.....	196
BAB 12	TEKNIK CERDAS LOGIKA FUZZY DAN TEKNIK KOMPUTASI	198
12.1	Algoritma Evolusi Fuzzy (FAGA)	198
12.2	Sistem Berbasis Aturan Fuzzy	198
12.3	Sistem Fuzzy Genetik.....	201
12.4	Taksonomi Sistem Fuzzy Genetik.....	202
12.5	Tren Penelitian GFS Saat Ini	203
12.6	Algoritma Evolusioner Fuzzy	205
12.7	Merancang FAGA	206
12.8	Representasi Fuzzy	207
12.9	Penelitian Mendatang Tentang Fuzzy EAS.....	207
12.10	Aplikasi Dan Perluasan EA Fuzzy	208
12.11	Prinsip, Taksonomi, Dan Tantangan Masa Depan EA Fuzzy Dan GFS	209
DAFTAR PUSTAKA		210

BAB 1

EVOLUSI AI, ML, DAN IOT DALAM MANAJEMEN BISNIS CERDAS

1.1 PENDAHULUAN

Dunia bisnis telah berubah secara dramatis dalam beberapa tahun terakhir, terutama melalui teknologi disruptif seperti kecerdasan buatan (AI), pembelajaran mesin (ML), dan *Internet of Things* (IoT). Semua inovasi ini telah mengubah secara drastis cara organisasi bekerja, mengelola proses mereka, dan mengambil keputusan strategis. Dekade terakhir telah menyaksikan banyak perubahan dalam hal disrupsi terhadap lingkungan bisnis melalui teknologi disruptif seperti AI, ML, dan IoT. Inovasi terdepan dalam cara sebuah organisasi menjalankan dirinya sendiri, mengelola prosesnya, dan membuat keputusan strategis terkait dengan tujuannya berubah seiring dengan inovasi terdepan ini. AI, ML, dan IoT adalah tiga teknologi yang digabungkan untuk menghadirkan perubahan yang sebelumnya tidak pernah terpikirkan, memungkinkan bisnis untuk mengotomatisasi tugas, membuat operasi lebih efisien, dan memberikan wawasan berbasis data untuk mengungguli pasar.

Teknologi-teknologi ini telah mengalami perkembangan paling pesat. Selain menambahkan sentuhan baru pada fungsi bisnis individual, teknologi ini mendefinisikan kembali sifat dasar manajemen bisnis. Organisasi kini dapat memanfaatkan kekuatan AI, ML, dan IoT dengan lebih mudah dan karenanya mampu menyempurnakan proses operasional, mengembangkan kemampuan kolaboratif, dan melakukan pengambilan keputusan dengan cara yang sangat informatif. Teknologi-teknologi ini telah menjadi pusat transformasi bisnis, mulai dari mekanisasi aktivitas rutin hingga optimalisasi manajemen rantai pasokan. Lingkungan digital berubah dari hari ke hari; oleh karena itu, AI, ML, dan IoT sangat penting untuk diadopsi oleh organisasi mana pun yang ingin mempertahankan keunggulan kompetitifnya dan mengikuti dinamika pasar yang berubah.

Mulai dari mengotomatiskan pekerjaan rutin dan meningkatkan efisiensi operasional hingga mengoptimalkan rantai pasokan dan meningkatkan pengalaman pelanggan, teknologi transformatif ini memainkan peran besar dalam mendorong transformasi bisnis ujung-ke-ujung. Integrasi AI, ML, dan IoT yang mulus, oleh karena itu, sangat penting untuk keberlanjutan organisasi dalam lanskap kompetitif dan inovasi, adaptasi yang gesit terhadap dinamika pasar yang berubah dan kebutuhan pelanggan dalam lanskap digital yang bergerak cepat dan selalu berubah ini. Dengan inovasi mutakhir ini, bisnis dapat melakukan perubahan sinergis yang kuat yang dapat secara signifikan merampingkan operasi, memberdayakan ekstraksi wawasan berbasis data, dan memberikan keputusan strategis yang lebih berpengetahuan yang akan mendukung pertumbuhan bisnis dan kesuksesan berkelanjutan di era digital yang bertransformasi.

Tinjauan Perubahan dalam Manajemen Bisnis

Perubahan besar dalam cara manajemen bisnis dan dinamika organisasi dilakukan telah mendefinisikan ulang model operasional tradisional. Lanskap bisnis telah berubah secara dramatis dalam beberapa tahun terakhir. Teknologi disruptif yang muncul dan diintegrasikan



ke dalam bisnis secara cepat, seperti AI, ML, dan IoT, telah mengubah karakter dasar bagaimana organisasi bekerja saat ini, mengelola proses inti mereka, dan melakukan pengambilan keputusan strategis untuk membawa era perubahan dan evolusi yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam manajemen bisnis.

Dari mekanisasi tugas rutin hingga mendorong efisiensi dalam operasi dan memanfaatkan wawasan berbasis data untuk membuat keputusan yang tepat, dampak AI, ML, dan IoT telah dirasakan di mana-mana dalam manajemen bisnis modern dengan mereformasi serangkaian atribut dan kompetensi yang diharapkan dari para pemimpin bisnis di masa depan. Di dunia di mana kemajuan teknologi yang tak pernah berhenti dan dinamika pasar telah memperoleh kemampuan untuk memanfaatkan, secara strategis, teknologi transformatif seperti AI, ML, dan IoT sebagai penentu keberhasilan, kemampuan organisasi untuk beradaptasi dengan perubahan ini menjadi semakin penting.

Integrasi yang mulus dan penerapan yang efektif telah memungkinkan bisnis untuk menyederhanakan operasi mereka, meningkatkan pengambilan keputusan berbasis data (DDDM), dan memimpin transformasi holistik yang menempatkan mereka pada posisi yang kuat di dunia digital yang cepat berubah untuk pertumbuhan berkelanjutan dan keunggulan kompetitif.

Peran AI, ML, dan IoT dalam Transformasi Bisnis

AI, ML, dan IoT telah diakui sebagai pendorong perubahan lanskap bisnis. Untuk itu, transformasi digital, yang didasarkan pada teknologi-teknologi baru ini, menawarkan potensi bagi organisasi untuk mengkomputerisasi prosesnya, mengoptimalkan operasinya, dan menghasilkan wawasan berbasis data untuk mengungguli keunggulan lainnya.

Penelitian dan pengembangan AI telah berlangsung selama bertahun-tahun, tetapi pertumbuhan eksponensial yang terlihat baru-baru ini dapat dikaitkan dengan kematangan yang dicapai oleh teknologi pendukung seperti komputasi awan, IoT, dan analitik big data. Jumlah data yang sangat besar yang tersedia, ditambah dengan lompatan dalam daya komputasi dan algoritma ML, menjadikan AI sebagai alat yang sangat ampuh untuk pengambilan keputusan, optimasi proses, dan inovasi.

IoT telah mengubah wajah pengumpulan, analisis, dan penggunaan data dengan wawasan real-time yang lebih baik untuk otomatisasi proses dan pemantauan jarak jauh. Di persimpangan AI, ML, dan IoT terdapat katalis perubahan dunia bisnis yang belum pernah terjadi sebelumnya. Verma menunjukkan bahwa AI dan ML telah memberikan perusahaan kekuatan untuk mengotomatisasi dan mengoptimalkan banyak tugas, sementara IoT telah memungkinkan pengumpulan dan analisis sejumlah besar data, sehingga memberdayakan DDDM.

Peran dan tanggung jawab yang dirancang ulang dari teknologi ini tidak berhenti di situ tetapi terus mengubah tidak hanya bagaimana teknologi tersebut diorganisasikan dalam organisasi tetapi juga bagaimana bisnis berhubungan dengan teknologi tersebut untuk melepaskan potensinya. Di persimpangan AI, ML, dan IoT terdapat katalisator kuat yang belum pernah dialami sebelumnya dalam mengubah lanskap bisnis. Perusahaan hanyalah pembawa



otomatisasi dan optimasi yang ampuh dalam beberapa tugas, mulai dari operasi rutin hingga manajemen rantai pasokan.

Patut dicatat bahwa IoT-lah yang membantu memungkinkan pengumpulan dan analisis data secara real-time dalam skala besar, yang selanjutnya memberdayakan organisasi untuk membuat keputusan berbasis data yang lebih tepat dan dengan demikian membantu mendorong pertumbuhan strategis. Hal ini pada dasarnya telah mengubah apa yang menjadi inti perusahaan modern saat ini, dengan para pemimpin berupaya menggunakan kekuatan transformatif dari inovasi disruptif ini untuk tetap unggul dalam persaingan. AI, ML, dan IoT semuanya menyatu menjadi kekuatan dahsyat yang mengubah banyak hal tanpa preseden di dunia bisnis.

Teknologi inovatif tersebut memungkinkan perusahaan untuk mengotomatisasi dan mengoptimalkan berbagai macam tugas, mulai dari meluncurkan operasi rutin hingga manajemen rantai pasokan yang lebih baik dan peningkatan pengalaman pelanggan untuk mendorong efisiensi operasional. Yang terpenting, IoT telah memungkinkan pengumpulan dan analisis sejumlah besar data secara real-time, sehingga memungkinkan organisasi untuk mendorong pertumbuhan strategis dan inovasi melalui pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dan berbasis data. Kemungkinan besar, integrasi tiga arah antara AI, ML, dan IoT telah membentuk landasan utama bagi peran dan tanggung jawab perusahaan modern, karena para pemimpin bisnis memanfaatkan kekuatan transformatif yang dibawa oleh inovasi disruptif untuk mendapatkan keunggulan kompetitif, respons yang tangkas terhadap perubahan pasar, dan kesuksesan berkelanjutan di era digital.

Mengubah Manajemen Bisnis di Era Teknologi

Perkembangan pesat dalam AI, ML, dan IoT telah mengubah karakter manajemen bisnis dengan mendefinisikan ulang kemampuan dan kualitas yang diharapkan dari para pemimpin bisnis di masa depan. Kemampuan seorang manajer untuk menggabungkan teknologi tersebut, mengelola perubahan dengan bantuan teknologi, dan tetap tangguh di tengah volatilitas pasar menjadi pusat perhatian di antara kompetensi yang menentukan kesuksesan. Kemajuan pesat dalam AI, ML, dan IoT telah mengubah manajemen bisnis secara signifikan. Pergeseran ini mengubah keterampilan dan kompetensi yang relevan yang akan dibutuhkan oleh seorang pemimpin bisnis di masa depan.

Di dunia bisnis yang berubah dengan sangat cepat saat ini dan menjadi semakin kompetitif, kemampuan untuk mengintegrasikan teknologi disruptif tersebut dengan lancar, menyerap pergeseran teknologi dengan baik, dan tetap tangguh dalam menghadapi fluktuasi pasar yang berulang merupakan unsur penting untuk kepemimpinan bisnis yang sukses. Artinya, pemahaman yang kuat tentang teknologi ini dan kemampuan untuk mengikuti perubahan teknologi yang terus-menerus akan menjadi sangat penting untuk berkembang dalam bisnis apa pun. Lebih jauh lagi, kemampuan untuk memanfaatkan AI, ML, dan IoT secara efektif akan menjadi karakteristik yang dibutuhkan untuk mencapai kesuksesan bisnis di masa depan. Di tengah transformasi cepat yang sedang berlangsung di bidang AI, ML, dan IoT, manajemen bisnis akan mengalami perubahan besar. Perubahan tersebut telah mendefinisikan ulang keterampilan dan kemampuan yang akan dibutuhkan oleh para



pemimpin bisnis di masa depan. Dalam lingkungan bisnis yang berubah secara dramatis dan lebih agresif dari sebelumnya saat ini, kemampuan untuk mengintegrasikan teknologi radikal ini ke dalam organisasi seseorang dengan sempurna, mengelola perubahan teknologi, dan menunjukkan ketahanan di tengah fluktuasi pasar yang sedang berlangsung akan menjadi serangkaian kualitas yang semakin dicari dalam diri para pemimpin bisnis yang sukses.

Gelombang pemimpin berikutnya perlu memahami sepenuhnya bagaimana memanfaatkan AI, ML, dan IoT sehingga dapat mendorong inovasi, efisiensi, dan keputusan strategis berbasis data yang terinformasi untuk mendorong organisasi menuju pertumbuhan jangka panjang dan keunggulan kompetitif.

Para pemimpin masa depan harus mengembangkan pemahaman yang mendalam dan multidimensi tentang bagaimana memanfaatkan AI, ML, dan IoT secara strategis untuk meningkatkan tidak hanya inovasi dan efisiensi operasional tetapi juga proses DDDM dengan tujuan mendorong organisasi mereka menuju pertumbuhan berkelanjutan dengan keunggulan kompetitif jangka panjang di era digital yang telah berubah.

1.2 EVOLUSI AI, ML, DAN IOT DALAM BISNIS

Evolusi dan Konvergensi AI, ML, dan IoT dalam Lanskap Bisnis

AI, ML, dan IoT masing-masing memiliki tempat dalam lingkungan bisnis melalui evolusi yang konstan, di mana setiap inovasi memanfaatkan elemen yang telah ditetapkan sebelumnya. Adopsi historis teknologi ini dalam organisasi bersifat bertahap namun transformatif, karena perusahaan mencoba memanfaatkan potensi disruptif tersebut. Penyebaran luas perangkat IoT telah menjadi katalis utama dalam proses evolusi ini. Dalam hal manajemen rantai pasokan, optimasi operasional, dan manajemen pengalaman pelanggan, pengumpulan data real-time dan integrasi dinamis IoT telah membawa perubahan besar pada fungsi bisnis inti. Sementara teknologi inti itu sendiri terus berkembang, demikian pula praktik manajemen dan pendekatan strategis yang harus diadopsi oleh suatu organisasi untuk memanfaatkan sepenuhnya peluang yang dapat diberikan oleh AI, ML, dan IoT. Dari mekanisasi tugas rutin hingga penyempurnaan alur kerja yang rumit, hubungan simbiosis dari dua inovasi disruptif ini telah berhasil mengubah karakter proses bisnis dan pengambilan keputusan. Di ruang digital yang berubah dengan cepat inilah kemampuan untuk mengintegrasikan AI, ML, dan IoT telah menjadi salah satu persyaratan penting bagi setiap bisnis untuk tetap unggul dalam persaingan dan beradaptasi dengan dinamika pasar yang berubah.

Evolusi teknologi digital dalam operasi bisnis selalu bertahap, artinya setiap inovasi memanfaatkan inovasi sebelumnya. Secara lebih rinci, penyebaran IoT yang luas memungkinkan pengumpulan data secara real-time dan integrasi sistem secara dinamis, merevolusi manajemen rantai pasokan dan semua proses bisnis inti lainnya. Demikian pula, organisasi harus melakukan perubahan yang relevan dalam praktik manajemen seiring dengan perkembangan teknologi ini, untuk membuka peluang yang dibawa oleh AI, ML, dan IoT.

Persimpangan Domain AI, ML, dan IoT

Dalam konvergensi AI, ML, dan IoT, sinergi yang kuat telah lahir, setiap teknologi memperkuat dan meningkatkan kekuatan teknologi lainnya. Algoritma AI dan ML apa pun



sekarang dapat memproses dan menginterpretasikan sejumlah besar data yang dikumpulkan oleh sensor dan perangkat IoT, sehingga membuka wawasan yang berguna untuk optimasi bisnis dan mendorong inovasi. Selain itu, IoT menyediakan pengumpulan dan integrasi data secara real-time yang dapat dimanfaatkan oleh model AI dan ML dalam upaya untuk membuat keputusan yang lebih terinformasi dan adaptif.

Dalam tumpang tindih teknologi canggih ini terletak kasus sentral yang memungkinkan transformasi digital: kemampuan suatu organisasi untuk mengotomatiskan prosesnya dan meningkatkan efisiensi operasionalnya dengan kemungkinan yang lebih baik untuk membuat keputusan strategis yang lebih baik berdasarkan data yang tersedia. Sementara teknologi-teknologi ini mencapai kematangan dan mulai berkonvergensi, menjadi penting bagi suatu bisnis untuk memahami secara detail kemampuan tumpang tindihnya dan bagaimana mencapai keunggulan kompetitif yang lebih baik melalui potensi yang dimanfaatkan secara efektif dari integrasi teknologi di pasar. Kedua teknologi tersebut memiliki kemampuan yang saling terkait yang harus dipahami secara mendalam oleh bisnis dalam upaya mereka untuk secara efektif memanfaatkan potensi gabungan dan mempertahankan keunggulan kompetitif di dunia bisnis.

Perubahan Peran dan Tanggung Jawab dalam Bisnis

Peran dan tanggung jawab karyawan di semua tingkatan berubah seiring dengan semakin terintegrasinya AI, ML, dan IoT ke dalam operasional organisasi. Hal ini karena para pemimpin bisnis harus beradaptasi dengan mendesain ulang deskripsi pekerjaan, program pelatihan baru, dan budaya untuk pembelajaran dan adaptasi berkelanjutan. Teknologi canggih diintegrasikan ke dalam cara kerja dilakukan, sebagian besar merupakan tugas rutin yang diotomatisasi atau ditingkatkan oleh sistem cerdas.

Dalam pergeseran tersebut, pekerja perlu memperoleh keterampilan baru dan memfokuskan kembali perhatian mereka pada tugas-tugas strategis dan kreatif tingkat tinggi. Faishal mengatakan bahwa manajer bisnis harus berada di pucuk pimpinan dan memperhatikan perubahan kompetensi yang dibutuhkan untuk berkembang di era teknologi ini. Oleh karena itu, manajer bisnis harus berinvestasi dalam pengembangan tenaga kerja mereka. Lebih lanjut, perpaduan AI, ML, dan IoT semakin melarutkan batasan antara fungsi bisnis tradisional, seiring kita bergerak ke masa depan, dalam upaya meningkatkan kolaborasi lintas fungsi dan keahlian interdisipliner.

Keterkaitan teknologi-teknologi ini akan menjadi salah satu kompetensi yang perlu dipahami dan digunakan karyawan untuk inovasi dan optimalisasi proses bisnis. Pada akhirnya, perubahan peran dan tanggung jawab bisnis ini menuntut perubahan pola pikir dan pengembangan kemampuan secara keseluruhan. Kemampuan untuk menghadapi perubahan organisasi ini akan membedakan beberapa organisasi dari yang lain dengan membuat tenaga kerja mereka beradaptasi, berinovasi, dan memanfaatkan peluang baru yang ditawarkan oleh revolusi teknologi dalam bisnis.



1.3 TEKNOLOGI SEBAGAI KATALIS TRANSFORMASI

Keberhasilan bisnis di era modern sangat dipengaruhi oleh disrupsi digital. AI, ML, dan IoT merupakan pendorong utama perubahan menuju digitalisasi ini, yang mendorong bidang kerja tim, penyempurnaan proses, dan kreativitas dalam organisasi. Dengan memanfaatkan teknologi canggih tersebut, perusahaan dapat mengambil keputusan berbasis data, memproyeksikan pasar, dan beradaptasi dengan perubahan kebutuhan pelanggan mereka. AI, ML, dan IoT dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan output tugas. Teknologi ini dapat diintegrasikan langsung ke inti fungsi bisnis dan membuka dimensi baru dengan kemungkinan penuh untuk ekspansi dan kemajuan. Alat-alat terbaru ini dapat mengubah konsep persaingan ketika diadopsi oleh perusahaan dan dapat mentransformasi seluruh industri, menjadikan mereka pemimpin di industri masing-masing. Strategi kompetitif yang kuat yang dirumuskan dari kepemimpinan di bidang ini dapat mencapai kesuksesan yang belum pernah terjadi sebelumnya, membuka jalan bagi pertumbuhan dan kepemimpinan pasar yang belum pernah terjadi sebelumnya. Kini perusahaan harus berubah cukup cepat dan memanfaatkan gelombang digital untuk kekuatan transformatif mereka sendiri dengan integrasi strategis AI, ML, dan IoT. Metamorfosis digital ini membuka peluang yang belum pernah terjadi sebelumnya bagi perusahaan untuk mengubah diri mereka menjadi entitas baru dan untuk tumbuh serta memimpin di masa depan di mana ketangkasan, wawasan, dan inovasi menjadi standar baru untuk berkembang di era digital. Transformasi digital secara signifikan memengaruhi keberhasilan bisnis modern.

Pemain kunci seperti AI, ML, dan IoT mendorong pergeseran menuju digitalisasi ini, meningkatkan kerja tim, menyempurnakan proses, dan memupuk kreativitas dalam organisasi. Teknologi mutakhir ini memberdayakan perusahaan untuk membuat keputusan berdasarkan data, mengantisipasi tren pasar, dan dengan cepat menanggapi perubahan permintaan pelanggan. Menggabungkan AI, ML, dan IoT ke dalam operasi bisnis fundamental menyederhanakan tugas, meningkatkan produktivitas, dan membuka berbagai peluang baru untuk pertumbuhan dan kemajuan. Penggunaan alat-alat inovatif ini berpotensi merevolusi seluruh sektor, membentuk kembali lanskap persaingan, dan memposisikan perusahaan sebagai pelopor di industri masing-masing. Memanfaatkan kemajuan ini dapat menghasilkan manfaat yang tak tertandingi dengan membangun strategi yang kuat, membuka jalan bagi pertumbuhan yang tak tertandingi dan kepemimpinan pasar. Tanggung jawab terletak pada perusahaan untuk beradaptasi dengan cepat, merangkul gelombang digital dan memanfaatkan kekuatan transformatifnya melalui integrasi strategis AI, ML, dan IoT. Metamorfosis digital ini menghadirkan peluang yang tak tertandingi bagi perusahaan untuk tidak hanya berevolusi tetapi juga berkembang, merintis masa depan di mana ketangkasan, wawasan, dan inovasi mendefinisikan standar baru untuk berkembang di era digital.

Peran Penting AI, ML, dan IoT

Katalisator yang ampuh dalam transformasi digital dan inovasi bisnis dapat berupa AI, ML, dan IoT, karena mereka dapat memenuhi peran penting sebagai penggerak untuk hal tersebut. Teknologi canggih membuka kemungkinan untuk peningkatan kemampuan kolaborasi, optimalisasi operasi, dan mendorong perubahan transformasional organisasi. Oleh



karena itu, AI, ML, dan IoT dapat diintegrasikan ke dalam fungsi bisnis inti perusahaan untuk menciptakan alur kerja yang ramping, memungkinkan efisiensi operasional yang lebih besar, dan membuka jalan baru untuk pertumbuhan guna menjadikan perusahaan sebagai pemimpin pasar. Analisis pola tingkat lanjut dalam data kompleks, identifikasi tren, dan pembangunan model prediktif yang menginformasikan pengambilan keputusan strategis adalah beberapa fitur dari sistem yang didukung AI. Dalam hal ini, algoritma ML dapat terus belajar dari data dan karenanya menawarkan kesempatan bagi organisasi untuk membuat pilihan yang lebih tepat dan adaptif. Di sisi lain, IoT memungkinkan pengumpulan dan integrasi data secara real-time untuk mendorong optimalisasi operasional dan responsivitas, yang dapat dimanfaatkan oleh model AI dan ML.

Meningkatkan Kemampuan Kolaboratif

Di persimpangan AI, ML, dan IoT terdapat potensi untuk merevolusi kolaborasi dan kerja tim. Teknologi transformatif tersebut dapat lebih mengembangkan komunikasi, berbagi pengetahuan, dan koordinasi antar pekerja sehingga operasi bisnis dapat berjalan dengan lebih lancar dan efisien. Misalnya, Asisten virtual atau chatbot berbasis AI dapat membantu pertukaran informasi untuk memecahkan masalah secara real-time sehingga kolaborasi yang efektif dengan berbagai tim yang tersebar secara geografis dapat dilakukan. Hal ini membuka dimensi baru produktivitas, inovasi, dan daya tanggap bagi bisnis apa pun melalui penggabungan sistem cerdas yang melengkapi potensi manusia. Wawasan berbasis data AI, ML, dan IoT dapat mendorong pengambilan keputusan, upaya tim, dan alur kerja suatu organisasi menuju keunggulan kompetitif berkelanjutan.

Dampak Transformasi pada Operasi Bisnis

Dengan mengintegrasikan AI, ML, dan IoT secara mendalam, proses bisnis dapat memanfaatkan kedalaman yang akan memiliki efek mendalam dan transformatif pada cara organisasi berfungsi. Teknologi ini memungkinkan otomatisasi tugas berulang, mempercepat proses, dan mengoptimalkan alokasi sumber daya sehingga organisasi lebih mampu berfungsi secara efisien dan dengan lebih gesit. Misalnya, AI menerapkan analitik prediktif dalam adopsi tren pasar dan perkiraan permintaan dalam menentukan inventaris, sehingga meningkatkan optimasi rantai pasokan yang akan mengurangi biaya operasional. Lebih lanjut, seseorang juga dapat menggunakan strategi pemasaran yang ditargetkan dengan algoritma ML dan menawarkan produk yang dipersonalisasi kepada pelanggan, sehingga mendorong pendapatan dan loyalitas pelanggan. Oleh karena itu, terdapat potensi yang sangat besar untuk menggabungkan AI, ML, dan IoT untuk menciptakan inovasi dalam cara tim bekerja sama. Teknologi ini meningkatkan komunikasi, berbagi pengetahuan, dan koordinasi antar individu, sehingga memungkinkan operasi yang lebih lancar dan efisien. Misalnya, asisten virtual dan chatbot berbasis AI membuat pertukaran informasi menjadi lancar, sehingga memudahkan pengelolaan kolaborasi antar tim yang tersebar secara geografis di seluruh dunia.



1.4 INTEGRASI AI, ML, DAN IOT UNTUK KEPUTUSAN BISNIS CERDAS

AI dalam Pengambilan Keputusan

AI semakin terintegrasi dalam pengambilan keputusan di berbagai sektor, meningkatkan efisiensi dan memberikan wawasan berbasis data. AI unggul dalam menganalisis kumpulan data yang luas, mengungkap pola dan tren di luar kemampuan manusia. Melalui analitik prediktif, AI memprediksi hasil, seperti harga saham di bidang keuangan atau wabah penyakit di bidang kesehatan. AI mengotomatiskan tugas-tugas rutin, membebaskan manusia untuk fokus pada pengambilan keputusan yang lebih kompleks, dan mempersonalisasi rekomendasi berdasarkan perilaku pengguna. Dalam manajemen risiko, AI mengevaluasi risiko dan menyarankan strategi mitigasi sambil mengoptimalkan proses seperti manajemen rantai pasokan untuk mengurangi biaya. Lebih lanjut, AI mendukung para pengambil keputusan dengan menawarkan simulasi dan analisis skenario, memungkinkan perencanaan strategis dan hasil yang lebih baik.

Pengaruh ML terhadap Strategi Bisnis

ML mentransformasi strategi bisnis dengan memungkinkan pengambilan keputusan yang terinformasi, mengoptimalkan operasi, dan menciptakan keunggulan kompetitif. ML meningkatkan analitik data dengan mengidentifikasi pola dan wawasan dari kumpulan data besar, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat. ML mempersonalisasi pengalaman pelanggan dengan melakukan segmentasi audiens dan menyesuaikan pemasaran, meningkatkan kepuasan dan penjualan. ML mengoptimalkan efisiensi operasional dengan memprediksi permintaan dan mengotomatiskan tugas-tugas rutin. ML menawarkan kemampuan prediktif untuk peramalan permintaan, manajemen risiko, dan perencanaan keuangan. ML mendorong inovasi produk dengan menganalisis umpan balik pelanggan dan tren pasar. ML memberikan keunggulan kompetitif melalui wawasan pasar yang lebih dalam dan penghematan biaya serta meningkatkan manajemen talenta dengan mengoptimalkan strategi perekrutan dan retensi.

IoT dalam Optimasi Operasional

IoT secara signifikan meningkatkan optimasi operasional dengan menghubungkan perangkat, sensor, dan sistem untuk mengumpulkan dan bertukar data, memungkinkan pemantauan waktu nyata, otomatisasi, dan pengambilan keputusan berbasis data. IoT memungkinkan pemantauan peralatan secara waktu nyata melalui sensor, memberikan peringatan langsung untuk mengurangi waktu henti. IoT mendukung pemeliharaan prediktif dengan mendeteksi masalah sebelum kegagalan terjadi, mengoptimalkan proses dengan menyesuaikan operasi secara otomatis, dan meningkatkan manajemen inventaris melalui pelacakan waktu nyata. IoT juga berkontribusi pada manajemen energi, kontrol kualitas, dan keselamatan tenaga kerja. Lebih lanjut, IoT meningkatkan pengalaman pelanggan melalui wawasan dan dukungan jarak jauh serta mendukung DDDM, yang mengarah pada pengurangan biaya dan peningkatan efisiensi yang signifikan.



1.5 PENGAMBILAN KEPUTUSAN BERBASIS DATA

DDDM bergantung pada analisis data daripada intuisi atau pengalaman untuk memandu keputusan, meminimalkan risiko, dan mengoptimalkan hasil. Proses ini dimulai dengan pengumpulan data dari sumber internal dan eksternal, termasuk data terstruktur dan tidak terstruktur. Data kemudian diproses dan dibersihkan untuk memastikan keakuratannya. Melalui analisis, tren masa lalu dan penyebab peristiwa dipahami, dan analitik prediktif memprediksi tren masa depan dan merekomendasikan tindakan untuk meningkatkan hasil. Alat visualisasi memberikan wawasan waktu nyata, membantu dalam evaluasi skenario dan pengambilan keputusan. Strategi diimplementasikan berdasarkan wawasan data, dan dampaknya dipantau. Proses ini terus disempurnakan menggunakan data baru untuk meningkatkan pengambilan keputusan.

Pentingnya Big Data dalam Bisnis

Big data merupakan bagian integral dari strategi bisnis modern, menawarkan banyak keuntungan di berbagai bidang. Ini meningkatkan pengambilan keputusan dengan memberikan wawasan berbasis bukti secara waktu nyata, meningkatkan akurasi dan daya tanggap. Big data meningkatkan pemahaman pelanggan, memungkinkan kita untuk mencapai strategi pemasaran dan layanan yang disesuaikan yang meningkatkan kepuasan dan loyalitas. Ini meningkatkan efisiensi operasional dengan mengidentifikasi inefisiensi proses dan memprediksi kegagalan peralatan.

Bisnis mendapatkan keunggulan kompetitif dengan memanfaatkan big data untuk mengantisipasi tren pasar dan menciptakan inovasi. Selain itu, big data juga memperkuat manajemen risiko dan pengawasan keuangan, mengoptimalkan pengendalian biaya dan pertumbuhan pendapatan. Big data mendorong pemasaran, penjualan, manajemen rantai pasokan, pengembangan produk, dan perencanaan strategis yang lebih baik, sehingga mengarah pada kesuksesan bisnis secara keseluruhan.

Alat dan Teknik Analitis

Alat dan teknik analitis sangat penting untuk mendapatkan wawasan yang bermakna dari data dan membuat keputusan yang tepat, disesuaikan dengan jenis data, kompleksitas, dan kebutuhan bisnis. Alat-alat utama meliputi visualisasi data (Tableau, Power BI, dan D3.js), intelijen bisnis (QlikView dan Looker), gudang data (Amazon Redshift dan Google BigQuery), kerangka kerja big data (Apache Hadoop dan Spark), basis data NoSQL (MongoDB dan Cassandra), kerangka kerja ML (TensorFlow dan Scikit-Learn), dan alat integrasi data (Talend dan Apache NiFi). Teknik-teknik tersebut mencakup analitik deskriptif (statistik ringkasan dan visualisasi), analitik diagnostik (penyebab utama dan korelasi), analitik prediktif (regresi dan analisis deret waktu), analitik preskriptif (optimasi dan analisis skenario), ML (klasifikasi dan pengelompokan), analitik teks (NLP dan penambangan teks), analitik grafik (analisis jaringan dan algoritma grafik), dan analitik streaming (pemrosesan waktu nyata dan pemrosesan peristiwa).

Strategi dan Hasil Berbasis Data

Strategi berbasis data menggunakan wawasan dari analisis data untuk memandu keputusan bisnis, mengandalkan bukti empiris daripada intuisi. Strategi ini meningkatkan



akurasi pengambilan keputusan, yang mengarah pada perencanaan dan pelaksanaan yang lebih baik. Strategi ini meningkatkan pengalaman pelanggan melalui personalisasi dan keterlibatan yang ditargetkan, sehingga menghasilkan kepuasan dan retensi yang lebih tinggi. Pendekatan berbasis data meningkatkan efisiensi operasional dengan menyederhanakan proses dan mengurangi pemborosan. Pendekatan ini mendukung kinerja keuangan yang lebih baik melalui peramalan yang tepat dan manajemen biaya, yang memberikan keunggulan kompetitif. Selain itu, mereka membantu dalam pengurangan risiko dengan mengidentifikasi potensi risiko sejak dini, mendorong inovasi dan pertumbuhan dengan mengungkap peluang baru, dan meningkatkan ketangkasan melalui respons waktu nyata.

1.6 INTEGRASI AI, ML, DAN IOT KE DALAM BISNIS

Mengintegrasikan AI, ML, dan IoT dapat mentransformasi operasi bisnis dengan meningkatkan pengambilan keputusan, meningkatkan efisiensi, dan mendorong inovasi. AI mendorong inovasi produk dan layanan dengan memungkinkan fitur cerdas pada perangkat dan menawarkan pengalaman pelanggan yang dipersonalisasi. Ini meningkatkan dukungan pelanggan melalui chatbot dan asisten virtual bertenaga AI, meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan. AI mengotomatiskan tugas-tugas rutin, mengoptimalkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya. Dengan menganalisis data, AI mendukung DDDM dan perencanaan strategis. AI juga memungkinkan munculnya model bisnis baru dan memberikan wawasan untuk analisis kompetitif. Selain itu, ia mempercepat penelitian dan pengembangan, memfasilitasi inovasi dan pengembangan produk yang lebih cepat.

Pertimbangan Etika dalam Integrasi AI

Mengintegrasikan AI ke dalam proses dan produk bisnis menghadirkan peluang yang signifikan tetapi juga menimbulkan pertimbangan etika yang kritis. Isu etika utama meliputi bias dan keadilan, di mana sistem AI dapat melanggengkan diskriminasi jika tidak diuji dan dilatih secara ketat pada data yang beragam. Kekhawatiran privasi muncul karena ketergantungan AI pada data pribadi, yang memerlukan perlindungan data yang kuat dan langkah-langkah kontrol pengguna. Transparansi dan kemampuan menjelaskan sangat penting untuk menjaga kepercayaan, yang membutuhkan model yang mudah dipahami dan akuntabel. Memastikan keamanan AI dan mengurangi dampak kehilangan pekerjaan juga sangat penting. Penggunaan etis dan penilaian dampak sosial sangat penting untuk mencegah penyalahgunaan dan menjunjung tinggi nilai-nilai masyarakat.

IOT dalam Manajemen Rantai Pasokan

IoT mentransformasi manajemen rantai pasokan (SCM) dengan meningkatkan visibilitas, efisiensi, dan memungkinkan kita untuk membuat keputusan yang lebih cerdas di seluruh rantai pasokan. Sensor IoT dan perangkat GPS menyediakan pelacakan barang secara real-time, mengurangi kekurangan stok dan kelebihan stok melalui peningkatan perkiraan permintaan. Mereka meningkatkan pengumpulan data, memungkinkan pemantauan kondisi lingkungan, memastikan penyimpanan optimal, dan memfasilitasi transportasi produk sensitif. Otomatisasi IoT meminimalkan kesalahan manual dan mempercepat operasi dengan mengotomatiskan tugas dan memprediksi kebutuhan pemeliharaan. Ini mengoptimalkan rute



pengiriman dan menyelaraskan rantai pasokan dengan pola permintaan. Lebih lanjut, IoT meningkatkan manajemen risiko dengan mendeteksi anomali dan meningkatkan pengalaman pelanggan melalui pelacakan pesanan secara real-time dan transparansi.

ML dalam Manajemen Hubungan Pelanggan

ML merevolusi CRM dengan meningkatkan interaksi pelanggan dan manajemen hubungan. Algoritma ML menganalisis kumpulan data yang luas untuk memberikan wawasan, mengotomatiskan proses, dan mempersonalisasi interaksi. Untuk segmentasi pelanggan, ML memeriksa perilaku dan preferensi pelanggan untuk mengelompokkannya secara efektif dan memprediksi kebutuhan mereka di masa mendatang. Personalisasi dicapai melalui rekomendasi dan pesan pemasaran yang disesuaikan berdasarkan interaksi masa lalu. ML juga meningkatkan penilaian prospek dengan mengidentifikasi prospek yang berpotensi tinggi, dan memberikan wawasan pelanggan yang berharga dengan memprediksi churn dan menganalisis umpan balik. Selain itu, chatbot yang didukung ML meningkatkan dukungan pelanggan dengan menyelesaikan masalah dengan cepat dan mengarahkan tiket dukungan secara efisien.

Meningkatkan Proses Bisnis dengan Teknologi

Meningkatkan proses bisnis dengan teknologi melibatkan penggunaan alat digital untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan efektivitas di berbagai fungsi bisnis. Mulailah dengan mengidentifikasi kebutuhan bisnis dan menetapkan tujuan yang jelas untuk implementasi teknologi guna mengatasi inefisiensi dan meningkatkan kinerja. Pilih teknologi yang sesuai seperti otomatisasi alur kerja, solusi cloud, AI, dan alat analisis data untuk menyederhanakan operasi dan meningkatkan analisis data. Terapkan sistem CRM untuk mengelola interaksi pelanggan, sistem ERP untuk fungsi terintegrasi, dan perangkat IoT untuk pengumpulan data secara real-time. Pastikan integrasi solusi teknologi yang lancar, otomatiskan alur kerja, dan tingkatkan komunikasi dengan alat digital. Terakhir, tingkatkan manajemen dan keamanan data dengan praktik dan kebijakan yang kuat.

Tantangan dan Dilema Etika

Sistem CRM memberikan manfaat substansial untuk mengelola interaksi pelanggan tetapi juga menimbulkan tantangan dan dilema etika. Isu utama meliputi menjaga kualitas dan akurasi data, yang membutuhkan proses validasi dan pembersihan secara berkala. Mengintegrasikan CRM dengan sistem yang ada dapat menjadi kompleks, sehingga membutuhkan solusi dengan kemampuan integrasi yang kuat dan dukungan TI yang terampil. Adopsi dan pelatihan pengguna sangat penting untuk implementasi yang efektif, yang menuntut pelatihan komprehensif dan keterlibatan sejak dini. Biaya tinggi sistem CRM dan pemeliharaannya dapat dikelola dengan mengevaluasi ROI dan mempertimbangkan opsi berbasis cloud yang dapat diskalakan. Keamanan dan privasi data sangat penting, yang membutuhkan langkah-langkah yang kuat dan kepatuhan terhadap peraturan perlindungan data.

1.7 MENAVIGASI LANSKAP BISNIS YANG DINAMIS

Menavigasi lanskap bisnis yang dinamis menuntut kemampuan beradaptasi, pandangan strategis ke depan, dan pendekatan proaktif terhadap tren dan tantangan yang



muncul. Untuk mempertahankan keunggulan kompetitif, bisnis harus merangkul kemajuan teknologi seperti AI, blockchain, dan IoT, mengintegrasikan inovasi ini ke dalam proses untuk efisiensi. Mengadopsi kerangka kerja agile mendorong fleksibilitas dan inovasi, sementara fokus pada strategi yang berpusat pada pelanggan melalui analitik data dan pengalaman yang dipersonalisasi meningkatkan kepuasan dan loyalitas pelanggan. Mengembangkan visi strategis melibatkan analisis tren pasar dan aktivitas pesaing untuk menginformasikan perencanaan dan penetapan tujuan. Membangun organisasi yang tangguh membutuhkan manajemen risiko dan diversifikasi aliran pendapatan, dan pemanfaatan data dan analitik memastikan pengambilan keputusan yang terinformasi dan optimasi strategis.

Manajemen Bisnis Generasi Berikutnya

Manajemen bisnis generasi berikutnya memanfaatkan teknologi mutakhir dan praktik inovatif untuk mendorong pertumbuhan, efisiensi, dan adaptabilitas dalam lanskap bisnis yang dinamis. Pendekatan ini mencakup merangkul transformasi digital melalui solusi cloud dan otomatisasi untuk meningkatkan skalabilitas dan menyederhanakan proses. Teknologi canggih seperti AI dan ML digunakan untuk analitik prediktif, pengalaman pelanggan yang dipersonalisasi, dan otomatisasi cerdas, sementara blockchain dan IoT menyediakan data real-time yang aman untuk kontrol operasional yang lebih baik. DDDM memanfaatkan big data dan alat *business intelligence* (BI) untuk wawasan strategis. Meningkatkan pengalaman pelanggan melalui interaksi yang dipersonalisasi dan integrasi CRM, mengadopsi metodologi tangkas untuk fleksibilitas, dan mendorong inovasi melalui eksperimen dan model yang disruptif adalah aspek-aspek kunci dari pendekatan yang berwawasan ke depan ini.

Kualitas Esensial Pemimpin Bisnis Masa Depan

Seiring perkembangan lanskap bisnis dengan kemajuan teknologi, globalisasi, dan dinamika pasar yang berubah, para pemimpin masa depan harus memiliki kualitas esensial untuk menavigasi dan berkembang di lingkungan yang kompleks ini. Atribut kunci meliputi kemampuan beradaptasi dan fleksibilitas untuk menyesuaikan strategi di tengah perubahan, visi strategis untuk mengantisipasi tren dan berinovasi, serta kecerdasan emosional untuk mengelola stres dan membangun hubungan yang kuat. Keahlian teknologi, kepemimpinan etis, dan komunikasi yang efektif sangat penting untuk memanfaatkan alat digital, memastikan transparansi, dan menyelaraskan tim. Selain itu, keterampilan pengambilan keputusan dan pemecahan masalah, perspektif global, kepemimpinan kolaboratif, fokus pada pelanggan, kecerdasan finansial, dan komitmen untuk pembelajaran berkelanjutan akan mendefinisikan pemimpin yang sukses.

Mengelola Perubahan Teknologi dan Menunjukkan Ketahanan

Mengelola perubahan teknologi dan menunjukkan ketahanan adalah keterampilan penting bagi para pemimpin di lingkungan bisnis yang dinamis saat ini. Mulailah dengan mengembangkan strategi yang jelas yang menyelaraskan kebutuhan teknologi dengan tujuan bisnis, termasuk rencana implementasi dan pelatihan yang terperinci. Libatkan pemangku kepentingan sejak dini untuk membangun dukungan dan mengatasi penolakan dengan menjelaskan manfaat dan menumbuhkan budaya inovasi. Berikan pelatihan dan dukungan yang komprehensif, kelola implementasi secara bertahap, dan evaluasi kinerja untuk



melakukan penyesuaian yang diperlukan. Kembangkan pola pikir positif dan tunjukkan kepemimpinan yang kuat untuk membimbing tim Anda melalui tantangan. Bangun tim yang tangguh melalui kolaborasi dan pelatihan, kelola risiko secara efektif, tetap fleksibel, dan prioritaskan kesejahteraan karyawan untuk meningkatkan ketahanan dan produktivitas.

Faktor-Faktor yang Membentuk Lanskap Bisnis

Lanskap bisnis terus berkembang, dipengaruhi oleh berbagai faktor yang membentuk cara organisasi beroperasi dan bersaing. Pendorong utama meliputi kemajuan teknologi, seperti komputasi awan, AI, IoT, dan inovasi baru seperti blockchain dan komputasi kuantum, yang mentransformasi operasi bisnis dan menciptakan peluang baru. Globalisasi memperluas jangkauan pasar dan akses sumber daya tetapi juga meningkatkan persaingan dari pemain internasional, yang membutuhkan adaptasi terhadap beragam tuntutan dan peraturan. Kondisi ekonomi, termasuk siklus pertumbuhan, inflasi, dan suku bunga, memengaruhi pengeluaran konsumen dan keputusan investasi, yang berdampak pada strategi bisnis.

Lingkungan peraturan dan hukum mewajibkan kepatuhan terhadap privasi data, lingkungan, dan hukum ketenagakerjaan, sementara tarif dan perjanjian perdagangan memengaruhi perdagangan global dan rantai pasokan. Pergeseran perilaku konsumen menuju kenyamanan, personalisasi, dan keberlanjutan mengharuskan bisnis untuk beradaptasi agar tetap relevan. Munculnya model kerja jarak jauh dan hibrida memengaruhi manajemen dan produktivitas tenaga kerja, yang meningkatkan persaingan untuk mendapatkan talenta terampil. Selain itu, meningkatnya kekhawatiran tentang dampak lingkungan dan tanggung jawab sosial mendorong perusahaan untuk mengadopsi praktik berkelanjutan dan praktik bisnis yang etis, dengan menekankan tanggung jawab sosial perusahaan (CSR) dan keterlibatan komunitas. Memahami faktor-faktor ini sangat penting untuk perencanaan strategis dan mempertahankan keunggulan kompetitif dalam lingkungan bisnis yang selalu berubah.

Kemajuan Teknologi yang Berkelanjutan dan Dinamika Pasar

Kemajuan teknologi yang berkelanjutan dan dinamika pasar yang terus berkembang sangat penting dalam membentuk lingkungan bisnis, terus mentransformasi industri, memengaruhi strategi, dan menciptakan peluang serta tantangan. Transformasi digital didorong oleh teknologi seperti AI dan otomatisasi, yang meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, dan memungkinkan pengambilan keputusan yang tepat. Alat AI memfasilitasi analisis data yang kompleks dan layanan pelanggan, sementara platform cloud menyediakan sumber daya yang terukur dan fleksibel, mendorong kolaborasi dan inovasi. Analisis data memungkinkan bisnis untuk mendapatkan wawasan tentang perilaku pelanggan dan tren pasar, dengan analitik prediktif dan pemrosesan waktu nyata meningkatkan ketangkasan dan daya saing. Teknologi baru, seperti blockchain dan IoT, meningkatkan keamanan, transparansi, dan manajemen sumber daya di berbagai sektor. Manufaktur canggih, termasuk pencetakan 3D dan robotika, merevolusi desain dan produksi produk, mengurangi limbah dan mempercepat waktu pemasaran. Seiring berkembangnya ancaman keamanan siber, bisnis harus berinvestasi dalam solusi keamanan canggih untuk melindungi data sensitif dan menjaga kepercayaan.



Perilaku konsumen bergeser ke arah pengalaman yang dipersonalisasi, sehingga memerlukan pemasaran yang ditargetkan dan integrasi yang mulus antara saluran online dan offline. Globalisasi menawarkan peluang pertumbuhan tetapi membutuhkan navigasi peraturan lokal, perbedaan budaya, dan rantai pasokan yang kompleks sambil mengelola risiko. Faktor ekonomi, seperti fluktuasi inflasi dan suku bunga, memengaruhi pengeluaran konsumen dan pertumbuhan bisnis, sehingga memerlukan strategi yang adaptif dan manajemen risiko keuangan. Lingkungan peraturan, yang mencakup perlindungan data, hukum lingkungan, dan standar tenaga kerja, menuntut kepatuhan untuk menghindari sanksi dan kerusakan reputasi. Terakhir, lanskap persaingan dibentuk oleh pendatang baru dan teknologi disruptif, yang memaksa perusahaan untuk berinovasi, melakukan diferensiasi, dan membentuk aliansi strategis untuk memanfaatkan kekuatan yang saling melengkapi dan mencapai keunggulan kompetitif.

1.8 REVOLUSI MANAJEMEN BISNIS CERDAS DAN TANTANGAN MASA DEPAN

Akhirnya, konvergensi AI, ML, dan IoT telah merevolusi secara mendalam ranah manajemen bisnis cerdas. Kemajuan teknologi telah memfasilitasi otomatisasi proses perusahaan yang kompleks, ekstraksi wawasan yang dapat ditindaklanjuti dari kumpulan data yang luas, dan peningkatan kemampuan pengambilan keputusan. Akibatnya, kemajuan ini telah berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan inovasi di berbagai sektor. Dengan perkembangan AI, ML, dan IoT yang berkelanjutan, bisnis yang secara strategis mengadopsi inovasi ini akan lebih efektif dalam mempertahankan keunggulan kompetitif di ekonomi digital yang terus berkembang. Disarankan agar studi di masa mendatang memprioritaskan pemeriksaan implikasi etis, masalah privasi data, dan pembentukan kerangka kerja yang lebih komprehensif yang memastikan penggabungan teknologi baru yang berkelanjutan dan bertanggung jawab ke dalam operasi bisnis.



BAB 2

IMPLEMENTASI STRATEGIS AI UNTUK KEMAJUAN BISNIS

2.1 POTENSI AI UNTUK TRANSFORMASI BISNIS DIGITAL

Kecerdasan buatan (AI) adalah bidang yang berkembang pesat dengan potensi untuk mengubah berbagai aspek organisasi bisnis. Ini adalah bidang ilmu komputer yang dikhususkan untuk tugas-tugas yang diselesaikan secara sistematis yang secara karakteristik membutuhkan kecerdasan manusia. AI memainkan peran penting dalam organisasi bisnis, termasuk pemecahan masalah, belajar dari pengalaman, memahami bahasa alami, dan membuat keputusan untuk kemajuan bisnis yang lebih baik. Studi ini menyoroti pentingnya merangkul potensi AI untuk berhasil di era digitalisasi, karena teknologi menciptakan peluang baru dan membuka bentuk nilai baru dalam organisasi.

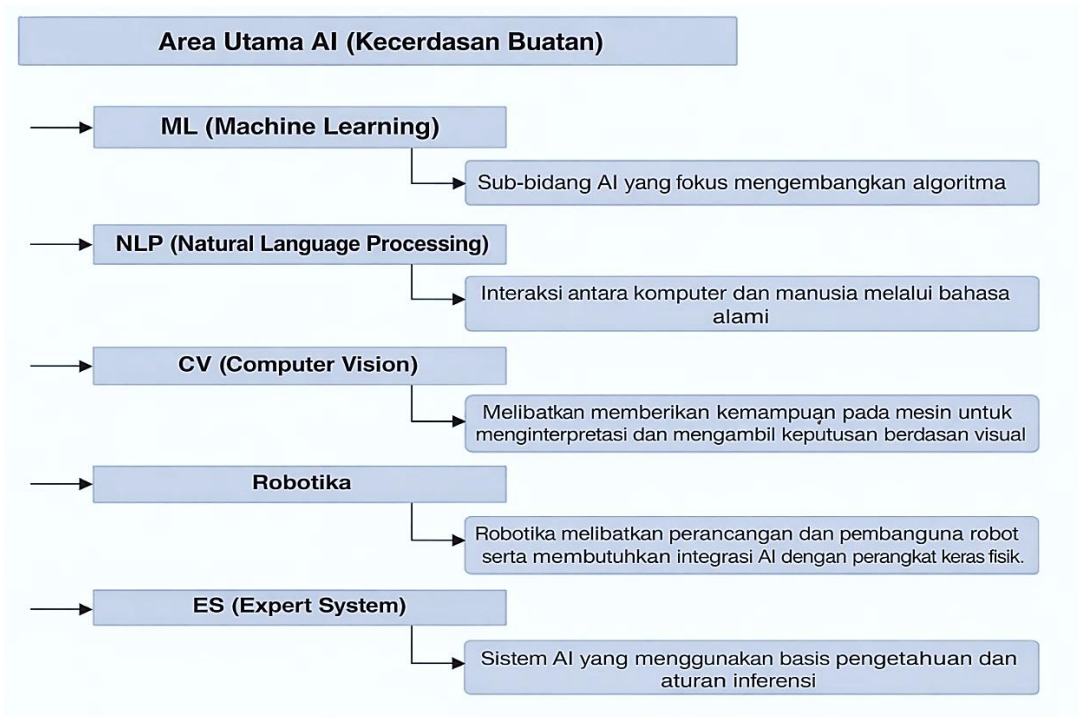
Melalui integrasi AI, pertumbuhan model bisnis baru, dan keunggulan kompetitif, AI berpotensi meningkatkan penelitian sebelumnya dalam berbagai aspek keunggulan kinerja dan kriteria keberhasilan dalam bisnis atau masalah adopsi AI. Reim dkk. mencatat bahwa proses AI dan kemajuan teknologi menyebabkan peningkatan minat di antara berbagai perusahaan dan industri. Dalam studi lain mereka juga menyebutkan bahwa ada peningkatan pemahaman tentang tantangan dalam mengimplementasikan AI dari hari ke hari dalam bisnis. Empat poin penting didefinisikan sebagai kebutuhan akan pemahaman AI dan kemampuan organisasi yang dibutuhkan untuk transformasi digital dan pemahaman model bisnis (BM) saat ini. Eksplorasi potensi BM yang ada untuk inovasi model bisnis (BMI), pemahaman peran ekosistem bisnis, pengembangan dan penyempurnaan kemampuan yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan AI, dan mencapai penerimaan organisasi dan mengembangkan kompetensi internal. Jha dkk. menemukan bahwa hal itu berpotensi menguntungkan bisnis karena bisnis terkonsentrasi pada informasi dan mengalami aliran data yang kaya dengan proses otomatisasi. Semua ini dimungkinkan karena otomatisasi proses robotik, tetapi meningkatnya kesulitan algoritma pembelajaran mesin (ML) meningkatkan peluang untuk mengintegrasikan otomatisasi proses robotik klasik dengan AI, yang mengarah pada robotika 2.0.

2.2 BIDANG-BIDANG UTAMA KECERDASAN BUATAN

Ini mencakup banyak pendekatan seperti pembelajaran tanpa pengawasan, pengawasan, dan penguatan. Tugas dalam pemrosesan bahasa alami (NLP) adalah pemahaman, interpretasi, dan pembangkitan bahasa manusia yang tepat, baik secara bermakna maupun bermanfaat. Visi komputer melibatkan kemampuan mesin untuk menginterpretasikan data bisnis dan memberikan keputusan berdasarkan masukan visual dari dunia. Robotika merupakan bagian dari perancangan dan pembuatan robot yang dapat melakukan pekerjaan secara otonom dan semi-otonom. Mishra dkk. mempelajari penggunaan robotika dalam praktik SDM dan dampaknya terhadap produksi. Teknologi robotika canggih



mempercepat produktivitas yang luar biasa, meningkatkan pendapatan, memajukan proses pengambilan keputusan, dan berkontribusi untuk meningkatkan perekonomian.



Gambar 2.1 Area-area utama AI

Sistem pakar menggunakan metode berbasis pengetahuan dan aturan dorongan untuk menyelesaikan masalah bisnis yang kompleks dengan meniru proses pengambilan keputusan seperti halnya pakar manusia. Studi Kumar dkk. berfokus pada sistem manajemen hotel terkomputerisasi online di India, yang menggunakan teknologi informasi yang berkontribusi pada peningkatan atribut layanan, efektivitas manajer hotel dalam menggunakan sistem, dan memecahkan masalah yang dihadapi selama pemesanan hotel. Pemesanan hotel online melalui layanan internet telah berkembang di seluruh dunia.

2.3 EFISIENSI BISNIS DAN PEMASARAN CERDAS

Tren Bisnis Saat Ini: Evaluasi AI mengungkapkan kemajuan berkelanjutan yang terus mendorong batasan dan mempersempit kesenjangan antara kognisi manusia dan kecerdasan mesin, menciptakan dampak global yang unik di berbagai bisnis. AI juga memaksimalkan peluang bisnis; asisten pintar AI dapat membuat organisasi menghilangkan asisten pribadi dan administrator manusia. AI membantu perusahaan dan para pemimpin perusahaan memenuhi tiga kebutuhan spesifik: menghemat waktu, uang, dan energi. Dengan bantuan teknologi, banyak bisnis memperoleh wawasan melalui analisis data yang efektif dan meningkatkan keterlibatan dengan pelanggan dan karyawan. Gupta dkk. mencatat bahwa SaaS muncul sebagai bagian penting dari operasi bisnis modern dan telah mengubah cara perusahaan mengoperasikan sumber daya teknologi informasi yang memengaruhi kinerja perusahaan secara manual. Model SaaS berbasis cloud memiliki potensi besar untuk memberikan

kelincahan dan pertumbuhan bisnis yang menarik di pasar yang sangat beragam. Dengan dukungan AI, bisnis dapat melakukan pekerjaan dasar mereka dengan menggunakan lebih sedikit pekerja. Dengan bantuan AI untuk memahami strategi mana yang berhasil dan berdampak positif pada klien dan pelanggan bisnis, para pemimpin bisnis dapat meminimalkan biaya iklan dan memanfaatkan data yang jelas untuk mendukung kesuksesan bisnis mereka. AI juga dapat membantu menganalisis lebih banyak data untuk mencegah kegagalan dan pemborosan pengeluaran di masa mendatang.

Para pemimpin bisnis memanfaatkan teknologi bangunan pintar yang didukung AI untuk memantau potensi penggunaan sumber daya dan mendorong peningkatan efisiensi di seluruh operasional mereka. Alat AI menciptakan tempat kerja yang efektif dengan menyediakan akses terbaik ke alat analitik dan peramalan. Bisnis dapat meningkatkan keamanan data mereka dengan menggunakan alat AI yang membantu dalam memberikan peringatan tentang potensi pembobolan fisik dan meningkatkan langkah-langkah keamanan siber seperti deteksi penipuan.

Dalam bisnis, AI dapat membantu memastikan komunikasi internal dan eksternal berjalan lancar, terutama di dunia kerja jarak jauh yang baru, di mana setiap bisnis melakukan pemasaran mereka di platform media sosial dan lainnya. Semua itu dihasilkan oleh AI, terutama alat pengorganisasian ulang ucapan otomatis, yang menggunakan AI untuk mendeteksi ucapan dan dengan cepat mengubahnya menjadi ucapan berikutnya. Jika setiap perusahaan di setiap industri mengadopsi AI dalam bisnisnya, perusahaan tersebut akan terus tumbuh, sedangkan tidak menggunakan AI dalam bisnis hanya akan merugikan para profesional karena pesaing mereka akan terus menghemat waktu dan sumber daya dengan memanfaatkannya. AI dan bisnis akan terus bekerja sama. Omalé mengeksplorasi area di mana AI dapat membantu penjualan dan pemasaran. Ada lima langkah metodologi AI yang dapat digunakan para pemimpin bisnis untuk mendapatkan pemahaman pelanggan secara real-time yang cepat: merumuskan strategi pengalaman pelanggan, memetakan dan menganalisis perjalanan pelanggan, mengenal solusi AI, memutuskan apakah akan membangun atau membelinya, dan melacak serta mengukur keberhasilan.

2.4 KEMAMPUAN AI MENJADIKAN TEKNOLOGI INI ALAT BISNIS YANG BERTAMBAH NILAI

Dalam bisnis, ML mentransformasi pemahaman di industri asuransi dengan menyederhanakan penilaian dan mengurangi kecurangan. ML sering digunakan dalam sistem yang menangkap data besar (jumlah data). Ruokenen M. dkk. mempelajari cara untuk sukses dengan strategi yang mengutamakan AI. AI memainkan peran strategis yang semakin penting dalam bisnis, dan pada periode saat ini, AI telah menjadi istilah pemasaran produk yang menyeluruh untuk berbagai perusahaan perangkat lunak yang membuat penilaian peran strategisnya menjadi sulit. Keamanan siber dalam sistem AI dapat mengidentifikasi serangan dan ancaman keamanan siber dengan memantau pola input data. Mendeteksi serangan siber dapat melacak data perusahaan untuk menemukan sumbernya dengan mudah dan membantu menghentikan ancaman di masa mendatang. Karena CRM juga berubah karena AI, perangkat lunak CRM membutuhkan intervensi manusia yang signifikan agar tetap terkini dan akurat. AI



dalam CRM mentransformasi tugas-tugas seperti memperbarui dan mengoreksi otomatis pekerjaan penanganan hubungan pelanggan.



Gambar 2.2 Kemampuan AI untuk Alat Bisnis yang Berharga

Riset internet dan data yang berdampak pada riset data online dapat menyaring kumpulan data besar untuk mengidentifikasi pola pencarian dan memberikan pengguna informasi yang relevan terkait dengan pertanyaan mereka. Orang-orang yang menggunakan dorongan dan teknologi mereka menjadi pengguna yang lebih mahir, dan mereka akan mendapatkan pengalaman yang lebih dapat disesuaikan.

Teknologi AI memiliki kemampuan yang akan membantu bisnis kecil menjangkau pelanggan target mereka secara lebih efektif dan juga membantu pelanggan menemukan informasi yang tepat pada waktu yang tepat. AI menyediakan asisten pribadi untuk mentransformasi operasi bisnis internal melalui chatbot AI yang memungkinkan pengelolaan email dan memberikan rekomendasi untuk menyederhanakan proses. Selain itu, chatbot berkontribusi pada pertumbuhan bisnis dengan menangani pertanyaan pelanggan online, dan juga membantu layanan pelanggan yang penting sekaligus memberikan waktu tambahan untuk mengembangkan strategi pertumbuhan bisnis. Studi ini berfokus pada keterampilan tim yang mahir dalam big data, tindakan berbasis big data, dan bisnis. Menurut studi ini, keterampilan BDS membutuhkan keterampilan multidisiplin seperti ML, komputasi, statistik, matematika, dan BDK (pengetahuan domain bisnis).

Ini akan membantu bisnis mengubah operasi bisnis lama mereka menjadi operasi bisnis modern. Sjodin D. dkk. mempelajari bagaimana kemampuan AI memungkinkan inovasi model bisnis dan memanfaatkan mekanisme penskalaan untuk model bisnis berbasis AI. Ini adalah model bisnis yang melampaui sekadar melayani kasus penggunaan tunggal dengan memperluas ke berbagai segmen pengguna dan secara bersamaan meningkatkan cakupan penawaran. Baik proses iteratif dan ko-evolusioner maupun kemampuan, penawaran, kemitraan, dan model bisnis AI berevolusi bersama dari waktu ke waktu dan saling membangun.



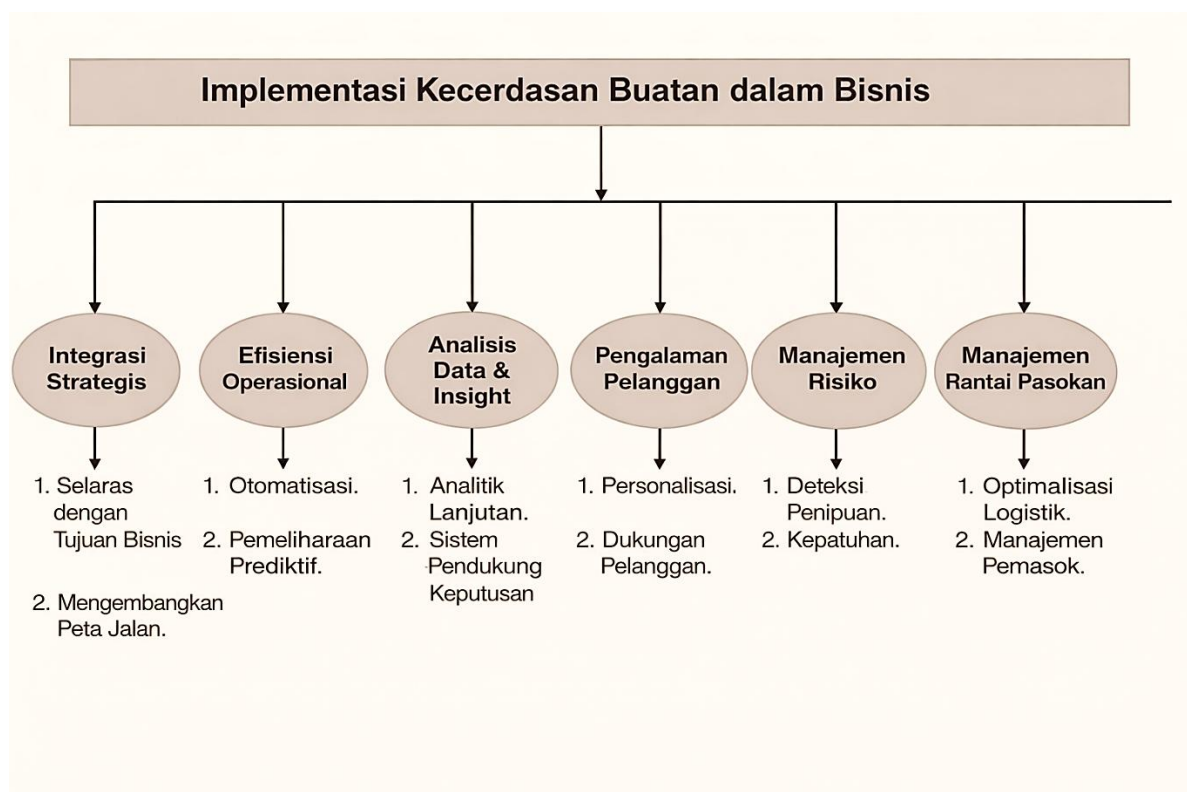
Gambar 2.3 Kecerdasan Buatan Bekerja dalam Fungsi Bisnis

2.5 KECERDASAN BUATAN BEKERJA DALAM FUNGSI BISNIS

Gambar 2.3 menunjukkan bahwa AI telah mentransformasi berbagai fungsi bisnis, termasuk pemasaran, pengembangan produk, penjualan, dukungan pelanggan, sumber daya manusia, operasi, dan pencegahan penipuan atau keamanan. Dengan bantuan AI, para pemimpin bisnis dan pasar menciptakan kampanye yang kuat, membuat keputusan bisnis yang lebih cerdas, dan menyederhanakan alur kerja mereka. Studi Stone dkk. menjelaskan manfaat pengambilan keputusan dari AI dalam pemasaran. AI meningkatkan rasionalitas, mengurangi bias kognitif melalui pengambilan keputusan yang lebih baik, membantu mengidentifikasi data yang hilang, menggabungkan pembelajaran dari pengalaman, melakukan manajemen kualitas proyek pemasaran, dan menciptakan dasar umum untuk pengambilan keputusan. Dalam skenario saat ini, AI mengubah permainan bagi bisnis dan menciptakan pasar baru untuk keunggulan bisnis. AI membantu memahami sentimen secara real-time, memperkuat hubungan yang kuat dengan pelanggan dan memberikan loyalitas merek. Alat AI memisahkan kumpulan data besar, preferensi pelanggan, lanskap kompetitif, dan tren pasar yang terbatas. AI berdampak pada pembuatan dan proses konten, memungkinkan mereka untuk

menargetkan aspek strategis kampanye bisnis. Alat AI menawarkan wawasan mendalam tentang strategi persaingan pasar dan persepsi pelanggan, serta memprediksi tren dan preferensi saat ini, memungkinkan bisnis untuk memodifikasi efek pemasaran mereka dengan cara yang lebih efektif. AI mendorong para desainer untuk merancang dan menciptakan produk yang memenuhi permintaan pasar atau untuk menganalisis tren masa depan dan memastikan bahwa produk tersebut relevan dan inovatif.

Kehadiran merek di media internet sangat penting untuk memahami bagaimana perasaan pelanggan terhadap merek mereka dan bagaimana mereka bertindak di media sosial, yang penting bagi perusahaan dan berbagai jenis pengguna media sosial. Dengan bantuan otomatisasi alat AI, yang mengoptimalkan alokasi sumber daya dan memberikan wawasan real-time, hal ini dapat meningkatkan penilaian risiko dan strategi moderasi, yang mengarah pada manajemen proyek yang lebih produktif dan efisien. AI memproses sejumlah besar data pelanggan untuk meningkatkan keakuratan identifikasi potensi pelanggan, dan integrasi AI ke dalam pengembangan produk baru menciptakan era inovasi baru, yang berarti produk secara fungsional lebih tinggi dan sangat selaras dengan harapan pelanggan dan pasar yang dinamis.



Gambar 2.4 Implementasi kecerdasan buatan dalam bisnis.

Studi ini berfokus pada keterampilan yang berkaitan dengan big data, yaitu tindakan berbasis big data, dan bisnis. Menurut studi ini, keterampilan BDS membutuhkan keterampilan multidisiplin seperti pembelajaran mesin, komputasi, statistik, matematika, dan BDK (Pengetahuan Domain Bisnis). Hal ini akan membantu bisnis mengubah operasi bisnis lama mereka menjadi operasi bisnis modern.

Alat AI membantu dalam analisis data dan perilaku pelanggan serta konten kontekstual yang menarik, yang memungkinkan bisnis untuk membuat email otomatis dan personal serta mengirimkannya kepada pelanggan; skala ini memastikan bahwa setiap komunikasi disesuaikan dengan minat dan kebutuhan pelanggan. Dalam bisnis, AI menyediakan fasilitas untuk mentransformasi lanskap SDM dengan menata ulang persyaratan, meningkatkan keterlibatan karyawan, dan lebih memahami emosi karyawan serta umpan balik karyawan dari berbagai sumber untuk tinjauan kinerja dan platform sosial.

1. **Intervensi Strategis:** Bisnis mengidentifikasi tujuan spesifik yang dapat dicapai dengan bantuan AI, termasuk meningkatkan pendapatan bisnis, memberikan kepuasan pelanggan, dan mengoptimalkan operasi. Bisnis melakukan proyek percontohan pada tahap awal untuk menguji aplikasi AI pada skala yang lebih kecil sebelum pengembangan penuh dan membuat rencana aksi yang jelas yang menguraikan langkah-langkah untuk adopsi AI, termasuk sumber daya, jangka waktu, dan tonggak penting lainnya untuk mengembangkan peta jalan. Manajemen perubahan dilakukan dengan sangat hati-hati untuk mempersiapkan bisnis menghadapi perubahan melalui pelatihan staf dan mengatasi kemungkinan resistensi.
2. **Efisiensi Operasional:** Efisiensi operasional melibatkan otomatisasi dalam bisnis yang menciptakan proses robotik untuk tugas-tugas berbasis aturan yang berulang termasuk entri data, pembuatan faktur, layanan pelanggan, dan proses lainnya. AI dapat merampingkan alur kerja dengan mengidentifikasi inefisiensi dan menyarankan perbaikan untuk fasilitas yang lebih baik dalam bisnis. Sistem pemantauan memantau peralatan dan memprediksi kegagalan, mengurangi waktu henti yang tidak terduga, dan mengurangi biaya pemeliharaan.
3. **Analisis dan Wawasan Data:** AI menyediakan analitik canggih dalam bisnis yang membantu dalam penambangan data untuk mengekstrak pola dan tren yang bermakna dari kumpulan data yang besar. Dengan implementasi AI, bisnis mendapatkan wawasan secara real-time. Alat-alat ini menyediakan analitik dan dasbor real-time untuk pengambilan keputusan terbaik dalam bisnis. AI digunakan untuk mensimulasikan skenario bisnis yang berbeda dan menilai potensi hasil, menambahkan perencanaan strategis untuk keuntungan jangka panjang.
4. **Pengalaman Pelanggan:** Saat ini pengalaman pelanggan memainkan peran penting dalam keberhasilan bisnis. Implementasi AI mendorong sistem untuk menyediakan produk yang dipersonalisasi atau rekomendasi yang memuaskan berdasarkan perilaku dan preferensi pelanggan. AI memiliki chatbot dan asisten virtual yang menangani pertanyaan pelanggan, pesanan, pengembalian, pertukaran, dan layanan 24 x 7.
5. **Manajemen Risiko:** Alat AI mendeteksi pola yang tidak biasa dalam transaksi keuangan dan mengurangi risiko penipuan. Ini dapat membantu memantau kepatuhan terhadap peraturan dengan menganalisis transaksi dan mewaspadaai potensi masalah. AI mendeteksi dan menghindari aktivitas curang dengan menganalisis pola transaksi dan mengidentifikasi ketidakberaturan.



6. **Manajemen Rantai Pasokan:** Sistem pendukung AI memprediksi permintaan bisnis dan mengoptimalkan tingkat persediaan untuk meminimalkan biaya dan meningkatkan tingkat layanan untuk optimasi logistik. AI dapat membantu dalam perencanaan rute di bisnis untuk mengoptimalkan rute pengiriman, meningkatkan efisiensi, dan juga meminimalkan biaya transportasi.

2.6 STRATEGI UTAMA UNTUK IMPLEMENTASI AI DALAM BISNIS

Pendekatan strategis implementasi AI memastikan bahwa bisnis memaksimalkan manfaat dukungan AI sambil mengelola risiko dan selaras dengan visi, misi, dan tujuan bisnis mereka. Studi Duan dkk. menunjukkan bahwa saat ini AI telah menjadi lebih populer karena big data, algoritma, daya komputasi, dan strategi, dan menjadi elemen yang tertanam dalam sistem digital, memberikan dampak yang signifikan pada pengambilan keputusan manusia. Munculnya daya komputasi super dan big data tampaknya telah memberdayakan AI pada periode saat ini. Ada sembilan strategi struktural untuk implementasi AI dalam bisnis yang sukses:

1. **Mendefinisikan Tujuan dan Lingkup Bisnis:** Tujuan membantu mengidentifikasi kebutuhan bisnis dan menentukan peluang dan tantangan bisnis di mana AI dapat menambah nilai dalam meningkatkan efisiensi bisnis, memberikan layanan pelanggan yang lebih baik, dan meningkatkan proses pengambilan keputusan. Tujuan bisnis yang jelas menetapkan bagaimana keberhasilan bisnis akan diukur. Studi Wamba-Tguimdje dkk. menunjukkan bahwa AI memengaruhi kinerja perusahaan, dan pengaruh ini berasal dari berbagai teknologi AI yang lebih luas seperti terjemahan mesin, algoritma pembelajaran mandiri, dan chatbot. Bisnis mengadopsi inovasi teknologi AI untuk meningkatkan ekosistem mereka sambil memperoleh dan mengoptimalkan keunggulan kompetitif mereka.
2. **Membangun Studi Kelayakan Bisnis:** Analisis biaya-manfaat membantu memperkirakan biaya yang membutuhkan investasi awal yang meliputi teknologi, konsultasi, pelatihan karyawan, dan pengeluaran sehari-hari seperti pemeliharaan, dan lain-lain. Mengkuantifikasi keuntungan yang diharapkan dari inisiatif seperti peningkatan efisiensi, peningkatan pendapatan, dan pengurangan biaya operasional, sebagai bagian dari membangun studi kelayakan bisnis, dapat membantu mengidentifikasi risiko dan menganalisis potensi risiko seperti tantangan implementasi privasi atau konfrontasi terhadap perubahan. Hal ini juga dapat membantu mengembangkan strategi mitigasi atau memastikan implementasi yang lancar.
3. **Mengembangkan Peta Jalan:** Untuk membuat rencana terperinci, tetapkan garis waktu tindakan bisnis yang jelas untuk proses implementasi dan alokasikan sumber daya penting secara efektif, termasuk tenaga kerja, material, anggaran, teknologi, dan lain-lain. Mengembangkan peta jalan dan strategi komunikasi sangat penting untuk menjaga agar para pemangku kepentingan tetap terinformasi dan terlibat melalui strategi implementasi.



4. **Memilih Teknologi dan Pola yang Tepat:** Pemilihan teknologi menilai berbagai sistem dan platform AI berdasarkan kebutuhan bisnis mereka seperti ML, NLP, dll., sehingga teknologi AI yang dipilih dapat berkembang seiring dengan bisnis mereka dan terintegrasi dengan sistem yang ada di bisnis tersebut. Mereka mempertimbangkan untuk bermitra dengan konsultan AI atau mitra lain yang memiliki pengalaman dan keahlian di bidang bisnis mereka.
5. **Manajemen Data:** Karena pengumpulan data dan kualitas data merupakan aspek penting dalam bisnis, identifikasi data yang dibutuhkan untuk aplikasi AI dan pastikan ketersediaan data. Bagian kualitas data perlu memastikan keakuratan, konsistensi, dan kelengkapan data; privasi dan keamanan data merupakan perhatian utama dalam bisnis, jadi pastikan kepatuhan terhadap peraturan privasi data dan langkah-langkah keamanan untuk melindungi data sensitif dari pelanggaran atau akses yang tidak sah.
6. **Implementasi dan Pengujian:** Untuk membangun model AI berdasarkan tujuan dan data yang ditentukan oleh bisnis, bisnis diharuskan untuk mengimplementasikan solusi AI mereka sesuai dengan peta jalan dan mengintegrasikannya ke dalam alur kerja yang ada. Kinerja solusi AI diuji untuk memastikan bahwa solusi tersebut memenuhi kriteria dan memenuhi kebutuhan bisnis yang telah ditentukan. Perbaikan dilakukan sesuai dengan umpan balik yang dikumpulkan dan perbaikan tersebut diintegrasikan sesuai dengan hasil pengujian dan umpan balik pelanggan.
7. **Memantau dan Mengevaluasi:** Trach Matric memantau indikator kinerja utama untuk menilai efektivitas solusi AI bisnis dan melakukan perubahan penting untuk mengoptimalkan kinerjanya dan mengatasi masalah bisnis yang muncul. Bagian dari peningkatan berkelanjutan adalah membangun lingkaran umpan balik untuk menangkap wawasan dari pelanggan dan pemangku kepentingan. Dukungan teknologi AI selalu mengikuti perkembangan dan praktik terbaik untuk memastikan peningkatan dan relevansi yang berkelanjutan.
8. **Skalabilitas dan Ekspansi:** Mereka mengevaluasi skalabilitas untuk menilai kesiapan dalam menskalakan solusi teknologi AI ke area bisnis mereka atau meningkatkan cakupan dan membantu dalam perencanaan sumber daya tambahan dan persyaratan infrastruktur untuk penskalaan. AI menciptakan peluang baru untuk mendorong nilai bisnis. Untuk meluncurkan strategi yang sukses, organisasi harus mengembangkan rencana yang kuat untuk mengeksplorasi solusi teknologi AI, berdasarkan wawasan dari proyek percontohan dan implementasi awal.
9. **Tata Kelola dan Etika:** Bisnis berbasis AI membutuhkan tata kelola dan etika untuk mengembangkan kerangka kerja dalam menangani inisiatif AI, termasuk peran, tanggung jawab, proses pengambilan keputusan, dan pekerjaan terkait bisnis lainnya. Pertimbangan etika memastikan praktik AI selaras dengan standar etika dan kekhawatiran terkait bias dan keadilan. Mereka secara teratur membutuhkan dan memastikan kepatuhan terhadap standar etika dan hukum serta menjaga transparansi dalam proses pengambilan keputusan dan hasilnya dengan bantuan teknologi AI.



2.7 KEUNTUNGAN AI DALAM BISNIS

AI menawarkan berbagai keuntungan bagi bisnis, yang berdampak pada berbagai bagian operasional, perencanaan strategi bisnis, dan interaksi pelanggan. Berikut adalah manfaat utama yang komprehensif:

Gambar 2.5 menunjukkan keuntungan AI dalam bisnis. Di sini fokus utamanya adalah pada peningkatan efisiensi dan produktivitas serta pengurangan biaya. Peningkatan layanan pelanggan, inovasi dan keunggulan kompetitif, skalabilitas dan fleksibilitas, penemuan pengetahuan, peningkatan rantai pasokan dan logistik, serta peningkatan manajemen sumber daya manusia dapat dicapai dengan menggunakan AI.

1. **Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas:** AI dapat meningkatkan alur kerja bisnis dan juga mengotomatiskan pekerjaan yang monoton dan memakan waktu, termasuk entri data, penjadwalan, pembuatan laporan, dan peningkatan efisiensi operasional. AI mengurangi beban kerja manusia dan memungkinkan pekerja untuk fokus pada aktivitas yang lebih kreatif dan strategis. Karena ketersediaannya 24/7 dan operasinya yang berkelanjutan, teknologi AI dapat beroperasi sepanjang waktu tanpa henti, memastikan kinerja dan dukungan yang konsisten.
2. **Pengurangan Biaya:** AI mengurangi biaya operasional dengan mengotomatiskan tugas dan mengoptimalkan proses serta mengurangi kebutuhan pekerjaan manual karyawan. Teknologi AI meminimalkan kesalahan, mencegah kesalahan yang mahal, menghemat kerugian finansial, meningkatkan efisiensi manusia, dan menghindari ketidakpuasan pelanggan.
3. **Meningkatkan Layanan Pelanggan:** AI memberikan dukungan instan dan respons langsung terhadap pertanyaan pelanggan, yang mengarah pada peningkatan kepuasan pelanggan dan waktu respons yang lebih cepat. AI dapat menawarkan dukungan pelanggan berkelanjutan, bahkan di luar jam kerja reguler, dengan mengidentifikasi kebutuhan dan masalah pelanggan.





Gambar 2.5 Keunggulan Kecerdasan Buatan dalam Bisnis

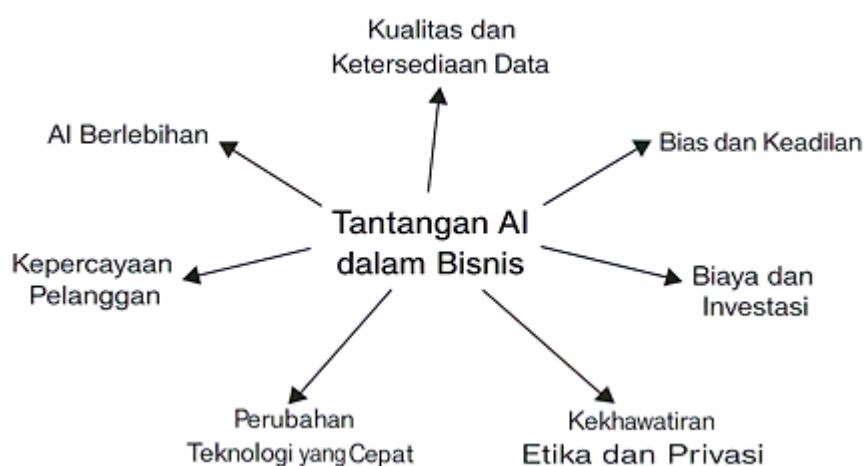
4. **Inovasi dan Keunggulan Kompetitif:** AI dapat membantu dalam merancang dan menguji produk baru dengan lebih cepat, mengurangi waktu, berinovasi, dan mempercepat pengembangan produk. Saat ini AI menawarkan produk dan layanan unik dalam bisnis, membantu dalam memperoleh keunggulan kompetitif di pasar melalui teknologi canggih dan solusi yang dipersonalisasi.
5. **Skalabilitas dan Fleksibilitas:** AI menawarkan skalabilitas dan fleksibilitas. AI dapat ditingkatkan dan diturunkan skalanya berdasarkan kebutuhan bisnis, mengurangi fleksibilitas sesuai dengan perubahan pasar. AI menyediakan persyaratan khusus yang disesuaikan sesuai permintaan dan menawarkan solusi untuk berbagai aplikasi.
6. **Penemuan Pengetahuan:** AI dapat menganalisis kumpulan data yang luas untuk menemukan wawasan dan informasi variabel yang mungkin tidak mudah terlihat melalui analisis manual dalam bisnis. AI dapat menawarkan sistem yang terus berkembang yang dapat belajar dari data dan pengalaman baru sehingga bisnis dapat meningkatkan kinerja dan akurasi mereka dari waktu ke waktu.
7. **Peningkatan Rantai Pasokan dan Logistik:** AI dapat menganalisis perkiraan permintaan dengan akurasi yang lebih baik, membantu bisnis mengoptimalkan tingkat persediaan dan mengurangi pemborosan. Optimalisasi logistik dengan bantuan AI mengurangi biaya transportasi, mempercepat pengiriman, dan meningkatkan efisiensi dengan manajemen waktu, yang semuanya menciptakan kepercayaan yang baik di antara

pelanggan dalam proyek jangka panjang. Richey dkk. mempelajari AI dalam manajemen logistik dan rantai pasokan, di mana AI berpotensi untuk dengan cepat mengubah manajemen logistik dan rantai pasokan. Percakapan ini berulang kali melibatkan perkiraan distopia tentang hilangnya pekerjaan secara massal dan dampak buruk terkait integritas penelitian akademis. Penelitian ini berfokus pada penyediaan wawasan dan strategi komprehensif untuk lanskap integrasi AI yang kompleks namun menjanjikan dalam domain L & SCM.

8. **Peningkatan Manajemen Sumber Daya Manusia:** AI memainkan peran yang sangat penting dalam perekrutan dan penerimaan karyawan, membantu dalam penyaringan resume, memilih kandidat yang sesuai, dan mengotomatiskan proses wawancara awal. AI juga membantu menganalisis umpan balik karyawan dan emosi mereka, membantu organisasi menciptakan lingkungan kerja yang lebih baik dan melaporkan masalah secara proaktif.

2.8 TANTANGAN AI DALAM BISNIS

AI merupakan perkembangan penting dalam inovasi dan telah berhasil mentransformasi berbagai tugas manual sekaligus mengurangi kebutuhan akan upaya fisik. AI juga berpotensi untuk meningkatkan tugas dan aktivitas manusia di berbagai industri, termasuk aplikasi intelektual dan sosial. AI memunculkan peluang baru untuk inovasi berkelanjutan, sehingga dampak AI dapat signifikan di sektor apa pun seperti keuangan, manufaktur, ritel, rantai pasokan, dan logistik. Gambar 2.6 menunjukkan tantangan AI dalam bisnis yang meliputi kualitas dan ketersediaan data, bias dan keadilan, biaya dan investasi, tekanan etika dan privasi, perubahan teknologi yang cepat, kepercayaan pelanggan, dan hype berlebihan tentang AI.



Gambar 2.6 Tantangan AI dalam Bisnis

1. **Kualitas dan Ketersediaan Data:** Teknologi AI sangat bergantung pada data berkualitas tinggi dan berkecepatan tinggi. Bisnis mungkin akan mengalami masalah dengan data yang tidak lengkap, tidak akurat, atau tidak adil, yang dapat memengaruhi efektivitas

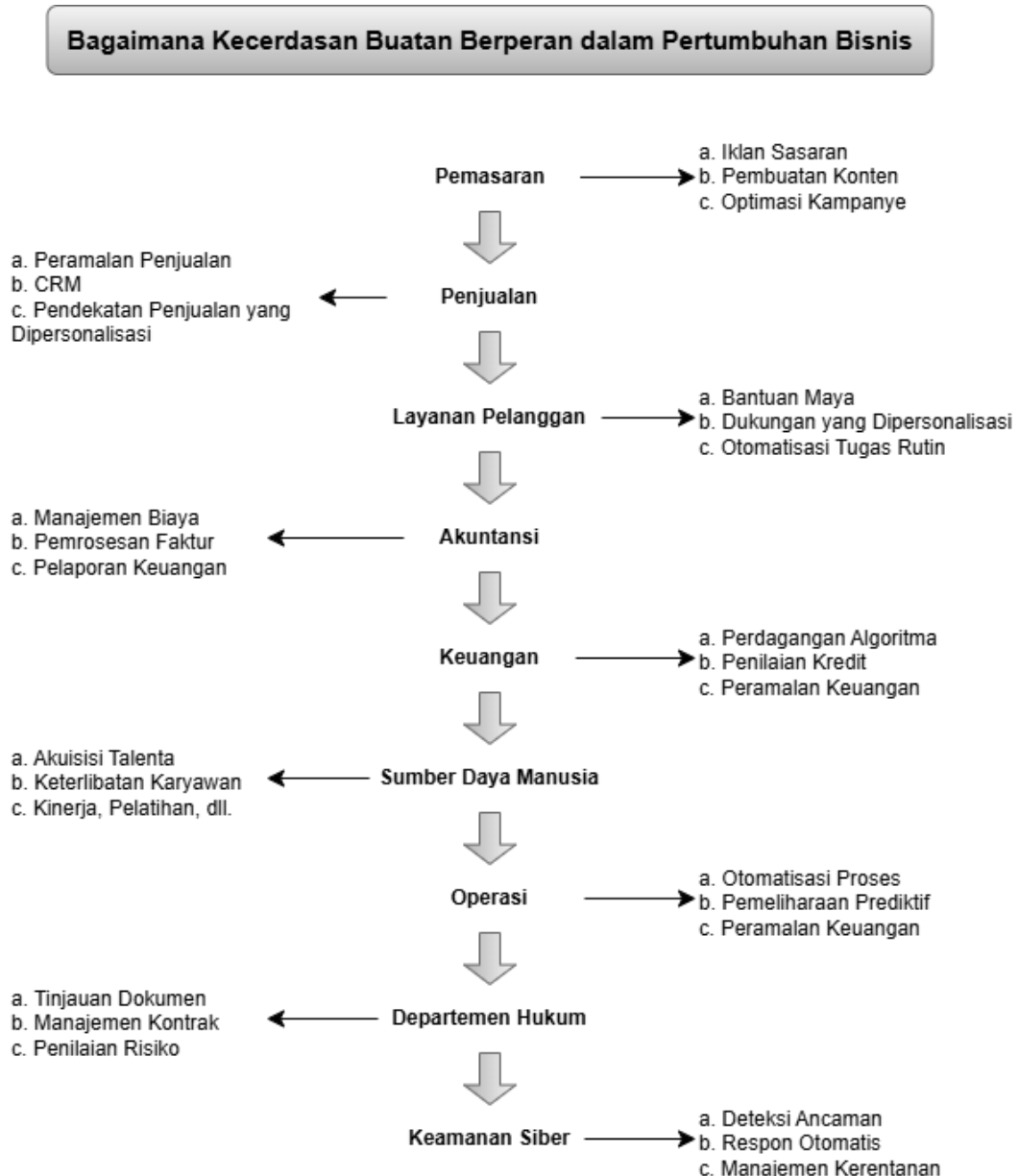
- solusi AI. Karena kekhawatiran terkait meningkatnya pelanggaran dan penyalahgunaan data, bisnis mungkin perlu menavigasi peraturan yang kompleks seperti *California Consumer Privacy Act* (CCPA), *General Data Protection Regulation* (GDPR), dan lainnya.
2. **Bias dan Keadilan:** Teknologi AI dapat melanggengkan atau bahkan memperkuat bias yang ada dalam data pelatihan; oleh karena itu, memastikan hasil yang adil dan tidak bias tetap menjadi tantangan signifikan bagi bisnis, dan AI membutuhkan perubahan signifikan pada alur kerja dan infrastruktur.
 3. **Biaya dan Investasi:** Adopsi teknologi AI ke dalam sistem dan proses yang ada dapat mahal dan kompleks, termasuk pengembangan, implementasi, dan pemeliharaan. Bisnis kecil dan menengah mungkin menganggap biaya tersebut terlalu tinggi karena solusi AI bisa mahal.
 4. **Kekhawatiran Etika dan Privasi:** Sistem AI dapat berfokus pada masalah etika, yang melibatkan privasi, bias, dan transparansi. Bisnis perlu menavigasi implikasi etika AI dalam pekerjaan, pengawasan, dan pengambilan keputusan dengan sangat hati-hati untuk mengelola kepercayaan dan menghindari jebakan etika.
 5. **Perubahan Teknologi yang Cepat:** Bidang teknologi AI berubah dengan cepat, yang menciptakan tantangan bagi bisnis untuk mengikuti perkembangan teknologi canggih dan mengintegrasikannya secara efektif ke dalam operasi bisnis, mengelola perubahan secara efektif, dan memastikan bahwa karyawan terlatih dengan baik dalam hal-hal penting.
 6. **Kepercayaan Pelanggan:** Seiring teknologi AI semakin terintegrasi ke dalam aplikasi yang berhadapan langsung dengan pelanggan, membangun kepercayaan pelanggan sangat penting. Bisnis perlu memastikan apakah sistem AI dapat diandalkan dan memelihara data pelanggan secara bertanggung jawab. AI mungkin tidak selalu mencapai hasil yang diharapkan sehingga pemantauan dan pemeliharaan berkelanjutan diperlukan untuk menciptakan kepercayaan pelanggan. Studi Ameen dkk. berfokus pada pengalaman pelanggan di era AI, yang merevolusi cara pengguna berinteraksi dengan merek, dan bagaimana integrasi teknologi AI dalam belanja dapat menghasilkan pengalaman pelanggan yang lebih berkualitas yang didukung AI. Terdapat pengaruh signifikan dari komitmen hubungan terhadap pengalaman pengguna yang didukung AI.
 7. **AI yang Terlalu Dibesar-besarkan:** Sistem AI melibatkan risiko terlalu dibesar-besarkan, yang menyebabkan ekspektasi yang tidak realistis. Oleh karena itu, bisnis harus menyeimbangkan antusiasme dengan pendekatan praktis dan berbasis bukti untuk implementasi AI dalam bisnis mereka. AI juga rentan terhadap serangan siber dan penyalahgunaan. Landoll Penilaian keamanan yang diperluas untuk perusahaan kecil, seperti organisasi terkemuka dan lembaga publik, mencakup topik-topik penting termasuk analisis tren, pengumpulan data, analisis risiko, atau metode penilaian. Buku ini juga membahas bagaimana penilaian risiko keamanan digunakan saat ini, yang mencakup negosiasi yang lebih baik tentang ruang lingkup dan ketelitian penilaian keamanan, memperoleh pemahaman progresif tentang rekomendasi laporan akhir, dll.



2.9 BAGAIMANA AI BEKERJA DALAM PERTUMBUHAN BISNIS

1. **Pemasaran:** Sistem AI dan algoritma ML digunakan oleh tim pemasaran untuk menganalisis data, yang membantu mengidentifikasi tren dan pola pelanggan, membuat profil pelanggan dengan mengelompokkan pelanggan ke dalam berbagai kelompok yang mencakup preferensi pelanggan, perilaku, dan indikasi demografis. Tim pemasaran memprediksi kebutuhan di masa mendatang, memungkinkan komunikasi yang lebih personal dan menawarkan produk dan layanan yang paling relevan dengan segmen tertentu. Model ML terus menganalisis kinerja kampanye, yang membantu memprediksi kebutuhan pelanggan yang mungkin paling efektif di masa mendatang. AI menyediakan sejumlah besar data, terkait dengan pasar atau pesaing penting, yang membantu mempersiapkan bisnis mereka untuk permintaan pasar yang akan datang.
2. **Penjualan:** Teknologi AI membantu memprediksi penjualan di masa mendatang dengan menganalisis data masa lalu dan situasi pasar, membantu mengelola target penjualan yang realistis. AI menyediakan data prediktif secara real-time kepada tim penjualan, membantu memastikan penilaian yang akurat dan memungkinkan mereka untuk menargetkan prospek berpotensi tinggi secara efektif. CRM menyediakan wawasan yang dapat ditindaklanjuti bagi tim penjualan, dan alat AI menjaga interaksi pelanggan serta memantau kinerja penjualan secara keseluruhan. CRM dapat membantu memodifikasi platform penjualan dan rekomendasi berdasarkan data pengguna, sehingga meningkatkan keterlibatan dan memperbaiki berbagai tingkat konversi. Dengan memanfaatkan data dari AI, tim penjualan dapat mempersonalisasi upaya penjualan dan membagikan detail produk kepada setiap pelanggan.





Gambar 2.7 Kecerdasan Buatan Berperan dalam Pertumbuhan Bisnis

3. **Layanan Pelanggan:** AI menyediakan asisten virtual untuk menangani pertanyaan rutin pelanggan dan sistem dukungan 24/7, yang membantu meningkatkan waktu respons dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Umpan balik pelanggan membantu mengatasi masalah secara proaktif dan memberikan layanan yang lebih cepat. AI dapat merekomendasikan solusi yang lebih efisien dan relevan melalui interaksi pelanggan. AI menyediakan layanan mandiri yang membantu pelanggan menemukan jawaban atas pertanyaan mereka, menghemat waktu mereka, dan layanan pelanggan gratis. Sistem AI memiliki fitur fungsi pencarian canggih seperti pertanyaan yang sering diajukan terkait masalah yang dibuat dan memberikan bantuan kepada pelanggan tanpa menunggu, membantu bisnis menghemat waktu dan sumber daya mereka.
4. **Akuntansi:** Dengan dukungan AI, banyak pekerjaan tim akuntansi dapat diotomatisasi, menghemat waktu dan sumber daya. Alat AI membantu dalam manajemen

pengeluaran dengan mengkategorikan dan menganalisis pengeluaran dan proses pelaporan pengeluaran. AI mendukung ekstraksi dan validasi data dari faktur, meminimalkan kesalahan entri manual, dan mempercepat pemrosesan. AI dapat membantu akuntan untuk mengerjakan proyek strategis lainnya dan ikut campur dalam pengujian penting, dan dengan bantuan AI dan ML, mereka dapat secara otomatis memproses penggajian, mengurangi kesalahan manusia dan waktu, serta memastikan keakuratan penggajian. Pelaporan keuangan membantu dalam menghasilkan laporan keuangan dengan bantuan AI melalui analisis tren data dan memberikan pelaporan yang akurat dan tepat waktu. Di sisi lain, alat AI dapat mendeteksi penipuan dan meningkatkan keamanan keuangan.

5. **Keuangan:** AI dalam keuangan dapat membantu departemen keuangan dan bisnis menganalisis pola dari kumpulan data yang besar, mengatur ulang prosedur, membuat keputusan yang lebih baik, dan mendeteksi penipuan keuangan. Sistem AI dapat secara otomatis memproses data dalam jumlah besar, menghemat waktu dan mengungkap wawasan untuk membantu para profesional keuangan membuat keputusan berbasis data yang lebih baik terkait dengan pengelolaan kredit dan penentuan investasi. Alat bertenaga AI dapat digunakan untuk mendeteksi transaksi keuangan yang curang dan aktivitas terkait secara real-time, meminimalkan risiko keuangan akibat pelanggaran peraturan dan sanksi. AI menghitung skor kredit dengan menganalisis kumpulan data yang lebih luas dan meningkatkan akurasi data penilaian kredit. Peramalan keuangan dapat lebih baik dengan dukungan alat AI, menghasilkan rencana dan strategi keuangan terbaik untuk investasi. AI dapat memproses data kinerja historis yang besar, terkait dengan tren pasar, indikator ekonomi, dll., untuk membantu memprediksi tren atau hasil investasi di masa mendatang.
6. **Sumber Daya Manusia:** Dengan memanfaatkan AI di seluruh siklus hidup karyawan, proses seperti outsourcing, persyaratan kandidat, dan pencatatan data karyawan disederhanakan. Proses rekrutmen dilakukan dengan penyaringan resume karyawan, pemilihan kandidat yang tepat, dan prediksi kesesuaian untuk pekerjaan tersebut. Analisis umpan balik karyawan oleh alat AI dan data keterlibatan digunakan untuk mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan dan meningkatkan kepuasan kerja dengan implementasi strategi. AI dapat membantu dalam manajemen kinerja karyawan dengan menganalisis metrik dan menawarkan wawasan untuk pengembangan karyawan dan keputusan terkait kompensasi. Dalam pelatihan dan pengembangan, AI menyediakan fasilitas pelatihan yang dipersonalisasi berdasarkan kebutuhan individu karyawan dan tujuan karir, yang membantu dalam pengembangan keterampilan dan pertumbuhan karir. Teknologi AI mencakup sistem manajemen talenta dan sistem Informasi Sumber Daya Manusia (HRIS) terpusat yang menyimpan data karyawan untuk mengelola dan mengotomatiskan proses SDM dengan waktu yang lebih singkat dan biaya minimum.
7. **Operasi:** Alat AI membantu bisnis untuk lebih efektif memelihara lanskap TI yang terus berkembang, meningkatkan alokasi sumber daya dengan mode otomatisasi dan



mengurangi pekerjaan manual dengan memungkinkan anggota staf TI untuk fokus pada pekerjaan yang lebih kompleks. Alat bertenaga AI membantu meminimalkan biaya operasional dengan integrasi dengan sistem TI. Otomatisasi AI melibatkan entri data, penjadwalan, dan peningkatan produksi serta akurasi. Alat AI membantu dalam pemeliharaan berbagai jenis mesin dengan memprediksi kegagalan peralatan dan merencanakan kegiatan pemeliharaan, sehingga meminimalkan waktu henti sepanjang umur peralatan dan mengoptimalkan alokasi sumber daya seperti tenaga kerja dan material berdasarkan data waktu nyata.

8. **Dokumen Hukum:** Alat AI dapat menyederhanakan pekerjaan proses hukum dengan menganalisis data dan dokumen yang sangat banyak. Jika ditinjau secara manual, akan memakan waktu lebih lama, tetapi alat AI dapat secara otomatis meninjau, menganalisis, dan mengatur semua dokumen hukum. Penelitian hukum membantu dalam menganalisis kasus hukum, undang-undang, dan peraturan untuk memberikan informasi yang relevan. AI dapat mengotomatiskan pembuatan, pelatihan, dan manajemen kontrak, meningkatkan akurasi, dan mengurangi beban kerja departemen hukum. Selain itu, AI dapat mengevaluasi risiko bisnis, memfasilitasi pengambilan keputusan dan operasi yang lebih baik, serta mengurangi potensi masalah hukum dalam bisnis. Alat bertenaga AI menghasilkan draf awal dokumen hukum standar yang terkait dengan kontrak bisnis, surat wasiat, sewa, dll., yang membantu menghemat waktu departemen hukum dan mengurangi kesalahan manusia.
9. **Keamanan Siber:** Alat AI memantau lalu lintas jaringan dan perilaku sistem untuk menganalisis dan melaporkan potensi ancaman keamanan dan pelanggaran keamanan siber secara real-time. Alat AI terus mengubah solusi pemantauan keamanan dan analitik data pengguna untuk mengidentifikasi dan menyetujui ancaman dan persyaratan yang berkembang. Model deteksi AI membantu meningkatkan kemampuan keamanan dan mengurangi ancaman secara lebih proaktif. Alat AI dapat merespons secara otomatis terhadap ancaman yang terdeteksi, mengisolasi sistem yang terpengaruh, dan memblokir aktivitas yang tidak diinginkan.

2.10 POTENSI DAN TANTANGAN AI DI BISNIS

AI, mesin cerdas yang memungkinkan proses kognitif tingkat tinggi, berpikir, belajar, memahami, mengambil keputusan, dan memecahkan masalah, yang terhubung dengan kemajuan dalam pengumpulan, agregasi, dan pemrosesan komputer data, siap hadir di dunia kita. Alat-alat bertenaga AI menghadirkan peluang untuk menemani dan melengkapi kecerdasan manusia serta meningkatkan cara manusia menyukai dan bekerja. Teknologi AI berperan dalam mengimplementasikan proyek AI di bidang-bidang penting seperti sektor barang dan jasa. Alat-alat AI berpotensi memberikan nilai tambah yang besar bagi berbagai sektor bisnis, dan adopsinya didorong terutama dari perspektif komersial. Implementasi strategis AI harus bertindak sebagai peta jalan untuk rencana tersebut, bergantung pada tujuan bisnis dan langkah-langkah untuk penggunaan AI yang tepat guna mengekstrak



wawasan dari data. ML adalah subset dari AI yang berfokus pada pengembangan algoritma sesuai dengan kebutuhan bisnis.

NLP melibatkan pemahaman, interpretasi, dan penciptaan bahasa manusia yang tepat dengan cara yang bermakna dan bermanfaat. AI menutup kesenjangan antara kognisi manusia dan kecerdasan mesin, menciptakan dampak unik di seluruh dunia di berbagai bisnis. AI menyediakan fasilitas untuk memantau peralatan, memprediksi kegagalan, mengurangi waktu henti yang diharapkan, dan mengurangi biaya pemeliharaan. Akurasi, konsistensi, dan kelengkapan data, privasi data, dan keamanan merupakan perhatian utama dalam bisnis. AI mengurangi beban kerja manusia dan memungkinkan manusia untuk fokus pada pembuatan aktivitas strategis, penyediaan layanan 24/7, dan kelanjutan operasi sepanjang waktu tanpa istirahat. Rai dkk. mempelajari tren dan tantangan dalam komputasi hijau. Komputasi hijau mendorong praktik dan prosedur ramah lingkungan dan menekankan pemanfaatan komputer dan proses komputasi yang efisien dan benar. AI mengurangi biaya operasional dengan mengotomatisasi dan mengoptimalkan proses serta memberikan dukungan instan dan respons langsung terhadap pertanyaan pelanggan dan meningkatkan kepuasan pelanggan dan waktu respons.

Produk baru dirancang dan diuji lebih cepat dengan dukungan teknologi AI, dan AI menawarkan skalabilitas dan fleksibilitas berdasarkan kebutuhan bisnis, mengurangi fleksibilitas sesuai dengan perubahan pasar. AI dapat memprediksi perkiraan permintaan dengan akurasi yang lebih baik dan mengurangi biaya transportasi serta meningkatkan efisiensi pengiriman dengan manajemen waktu yang menciptakan kepercayaan di antara pelanggan. Peran SDM dalam peningkatan manajemen sumber daya manusia seperti perekrutan dan penerimaan karyawan mencakup membantu dalam penyaringan resume, pemilihan kandidat yang sesuai, dan otomatisasi proses wawancara awal. AI dapat mendukung pertumbuhan bisnis di berbagai bidang seperti pemasaran, penjualan, layanan pelanggan, akuntansi, keuangan, sumber daya manusia, operasional, dokumen hukum, dan keamanan siber. Beberapa tantangan menghambat implementasi AI dalam bisnis dan menciptakan masalah bagi para pemimpin bisnis, termasuk kualitas dan ketersediaan data, bias dan keadilan, biaya dan investasi, masalah etika dan privasi, perubahan teknologi yang cepat, dan kekhawatiran utama terkait kepercayaan pelanggan. Meskipun AI memiliki berbagai potensi kelemahan yang perlu dipertimbangkan, keamanan AI telah menjadi perhatian utama di kalangan komunitas bisnis.



BAB 3

ML UNTUK BI DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN

3.1 TEKNIK ML UNTUK BI DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN BERBASIS DATA

Business intelligence (BI) adalah proses pengumpulan dan analisis data untuk interpretasi sambil mencari wawasan yang dapat ditindaklanjuti untuk dimasukkan ke dalam keputusan strategis. Secara tradisional, BI sangat bergantung pada analitik deskriptif, yang memberikan pandangan retrospektif terkait kinerja masa lalu. Big data, yang mengacu pada ledakan volume, variasi, dan kecepatan yang telah menjadi tidak terkendali bagi alat dan teknik BI, kini menekan ekstraksi nilai darinya, di mana ML telah terbukti sebagai pengubah permainan. ML, di sisi lain, adalah subset dari AI yang memberdayakan mesin untuk secara otomatis mempelajari pola dan hubungan dari data dan membuat prediksi atau keputusan tanpa pemrograman eksplisit. Oleh karena itu, ini adalah alat yang sangat diperlukan untuk melengkapi kerangka kerja BI.

Ini membantu transisi BI dari analitik deskriptif dan diagnostik menuju analitik prediktif dan preskriptif. Analisis prediktif memprediksi peristiwa di masa depan. Analisis preskriptif meresepkan strategi yang dapat ditindaklanjuti menuju hasil yang diinginkan. Jenis kemampuan analitik tingkat lanjut ini memungkinkan bisnis untuk memprediksi kebutuhan pelanggannya, mengoptimalkan operasinya, dan mengidentifikasi peluang baru di pasar. Sistem BI berbasis ML yang melampaui dasbor statis dan pelaporan berbasis aturan memungkinkan organisasi untuk menikmati wawasan dinamis dan real-time yang secara khusus disesuaikan dengan kebutuhan mereka.

Ini adalah karakteristik ML dalam konteks BI: ML sebenarnya dapat memproses sampel data tidak terstruktur dan semi-terstruktur. Sementara metode tradisional seringkali terbatas pada data terstruktur dalam basis data relasional, algoritma ML dapat memproses teks, gambar, video, dan bentuk format data tidak terstruktur lainnya. Kapasitas ini lebih relevan di dunia digital saat ini di mana organisasi mengumpulkan dan berinteraksi dengan sejumlah besar data tidak terstruktur di media sosial, ulasan pelanggan, perangkat IoT, dan banyak lagi. Misalnya, analisis sentimen adalah subbidang ML, salah satu aplikasi NLP, di mana bisnis dapat menggunakannya untuk memahami opini dan preferensi pelanggan sesuai dengan data tekstual yang tersedia di platform media sosial. Wawasan seperti itu sangat berharga dalam menyesuaikan strategi pemasaran untuk meningkatkan pengalaman pelanggan dan memastikan loyalitas merek. Cara berpengaruh lain di mana ML memengaruhi BI berkaitan dengan potensi pengambilan keputusan secara real-time.

Proses tradisional sebagian besar melakukan BI mereka secara batch berdasarkan waktu. Dengan data streaming dari sensor IoT, sistem transaksi, dan bahkan platform online, algoritma ML dapat memberikan wawasan dan rekomendasi instan kepada pelaku bisnis. Misalnya, dalam kasus situs e-commerce, algoritma penetapan harga dinamis akan menggunakan ML untuk memperbarui harga mereka secara dinamis secara real-time sesuai dengan permintaan dan harga pesaing serta tingkat stok. Demikian pula, dalam layanan

keuangan, dalam sistem deteksi penipuan berbasis anomali yang menggunakan ML, pola transaksi anomali akan segera ditandai ketika terjadi, sehingga memastikan kemungkinan intervensi secara real-time. Terakhir, tetapi tentu tidak kalah pentingnya, fleksibilitas dalam menangani begitu banyak tantangan bisnis ditunjukkan oleh keragaman teknik ML yang tersedia. Pembelajaran terawasi, pembelajaran tak terawasi, pembelajaran penguatan, dan pembelajaran mendalam, semuanya lebih cocok untuk bidang penggunaan BI SETS tertentu. Pembelajaran terawasi mendasarkan solusinya pada dataset berlabel untuk memberikan solusi bagi sebagian besar tugas yang berkaitan dengan prediksi seperti peramalan penjualan, segmentasi pelanggan, dan penilaian risiko kredit.

Pembelajaran mendalam adalah subbidang dari ML, dan aplikasinya melalui penggunaan jaringan saraf berhasil menunjukkan hasil yang mengesankan ketika digunakan dengan data berdimensi tinggi yang membawa beberapa langkah maju di bidang-bidang seperti proses pengenalan gambar, pemrosesan suara, dan NLP. Beberapa masalah muncul dari pertimbangan untuk mengadopsi pendekatan ML di bidang BI.

Masalah pertama adalah kualitas dan ketersediaan sampel data. Algoritma ML sebaik atau seburuk data yang dimasukkan ke dalamnya. Data yang kurang baik atau tidak lengkap menyebabkan keputusan yang bias dan salah, dan banyak hal yang terlibat dalam implementasi dan konfigurasi sistem ML infrastruktur, talenta, dan alat. Sebagian besar perusahaan tidak terampil karena implementasi ML ke dalam BI memiliki persyaratan kompetensi yang signifikan ilmu data, keterampilan pemrograman, dan beberapa pengetahuan dalam bidang pekerjaan mereka. Selain itu, terdapat isu etika besar seperti privasi data, keadilan, dan transparansi ketika menerapkan ML dalam proses pengambilan keputusan. Penyelesaian masalah tersebut hanya dapat dilakukan jika inovasi teknologi dan struktur tata kelola yang kuat berjalan beriringan. Namun, dengan mempertimbangkan semua isu terkait BI-ML, manfaatnya tidak dapat diabaikan begitu saja, dan berbagai organisasi bekerja di sejumlah sektor yang lebih kecil dan memperkenalkan ML untuk mendukung pengambilan keputusan mereka dan bersaing lebih baik.

Hal ini meningkatkan penjualan dan kepuasan pelanggan karena pengecer menggunakan mesin rekomendasi berbasis ML untuk mempersonalisasi pengalaman pembelian pelanggan. Analisis prediktif membantu dokter dalam perawatan kesehatan dalam memprediksi kebutuhan pasien, mengoptimalkan rencana perawatan, dan meningkatkan hasil. Dalam manufaktur, pemeliharaan prediktif melalui ML mengurangi waktu henti dan memaksimalkan efisiensi operasional. AI yang dapat dijelaskan (XAI) bertujuan untuk membuat sistem ML transparan dan dapat diinterpretasikan. Selama berabad-abad, model kompleks seperti jaringan saraf dalam telah mengalami masalah "kotak hitam". Lebih lanjut, masa depan analitik yang menjaga privasi di bidang perawatan kesehatan, keuangan, dan industri lainnya terbuka melalui pembelajaran federasi, sebuah teknik yang memungkinkan pelatihan model kolaboratif tanpa berbagi sampel data mentah. AutoML yang mengotomatiskan proses membangun dan menyempurnakan model ML telah mendemokratisasi akses ke analitik canggih dan memberdayakan keahlian ilmu data yang



sangat terbatas yang dapat dimanfaatkan organisasi untuk menggunakan ML dalam BI. Kesimpulannya, membuka potensi sampel data merevolusi BI dan pengambilan keputusan.

Pergeseran dari analitik deskriptif ke analitik prediktif dan preskriptif akan memungkinkan bisnis untuk mengetahui tren dalam operasi dengan keunggulan kompetitif. Serbaguna karena mentransformasikan, mengaktifkan kemampuan untuk menganalisis data tidak terstruktur, kemungkinan pengambilan keputusan secara real-time, memecahkan berbagai masalah, dan mentransformasikan sistem BI. Saat perusahaan menavigasi pusaran digital, bagaimana mengintegrasikan ML ke dalam sistem BI akan menjadi komponen penting yang menentukan strategi berbasis data yang cerdas bagi organisasi. Bab ini menjelaskan teknik ML spesifik yang mendorong kemajuan ini dan mengilustrasikan bagaimana penerapannya, manfaatnya, dan tantangannya dalam manajemen bisnis yang cerdas. Dengan cakupan yang komprehensif tentang topik-topik ini, pembaca akan dapat memahami bagaimana ML akan mengubah wajah masa depan BI dan bagaimana hal itu mengubah proses pengambilan keputusan.

Definisi dan Ruang Lingkup BI

BI adalah kumpulan proses, teknologi, dan alat yang memungkinkan transformasi data mentah menjadi wawasan yang menginformasikan pengambilan keputusan yang tepat di setiap bagian bisnis. BI (*Business Intelligence*) adalah proses inti pembangunan analitik data berdasarkan strategi organisasi, yang didasarkan pada peningkatan efisiensi operasional untuk pengalaman pelanggan yang lebih baik sebagai imbalan atas keunggulan kompetitif. Seiring waktu, BI telah mencerminkan kemajuan teknologi dan meningkatnya kompleksitas lanskap data. Saat ini, BI umumnya dikenal sebagai penggabungan alat-alat, seperti analisis data, visualisasi, dan pelaporan, yang mendukung pengambilan keputusan berbasis organisasi. BI mencakup seluruh proses ujung-ke-ujung pengumpulan data, pemrosesannya dalam format yang dapat digunakan, analisis tren, dan penyajian hasil secara intuitif kepada para pemangku kepentingan.

Secara umum, sebagian besar sistem BI mencakup banyak alat dan teknik yang melibatkan gudang data, proses Ekstrak, Transformasi, dan Pemuatan (ETL), pemrosesan analitik online (OLAP), penambahan data, dan analitik tingkat lanjut. Semua bagian ini diintegrasikan untuk menjamin integrasi data yang mudah, analisis waktu nyata, dan pelaporan otomatis. Hal ini membuat sistem BI sangat penting bagi perusahaan modern yang harus bertahan dalam lingkungan yang kompetitif.

Ruang Lingkup BI

Perkembangan BI di era digital telah melesat pesat berkat inovasi cepat dalam teknologi big data, komputasi awan, dan AI. Hingga saat ini, hanya laporan dan dasbor statis yang dimungkinkan dalam BI; sebaliknya, pengambilan keputusan dinamis dan pengambilan keputusan waktu nyata termasuk dalam lingkup sistem BI. Perubahan tersebut telah mengubah ruang lingkup BI dalam beberapa hal berikut:

Manajemen dan Integrasi Data BI berpusat pada inti untuk membantu mengelola dan mengintegrasikan data yang berasal dari berbagai sumber. Organisasi modern menghasilkan data dalam jumlah besar dari berbagai sumber, termasuk sistem



transaksional, interaksi pelanggan, operasi rantai pasokan, dan bahkan perangkat IoT. Sistem BI mengagregasi data dalam kerangka integrasi data yang kuat yang menjamin konsistensi, akurasi, dan keandalan. Solusi gudang data menyediakan repositori terpusat untuk menyimpan dan mengatur data sehingga dapat diakses dan dianalisis dengan mudah. Integrasi data dalam BI tidak terbatas pada data terstruktur yang biasanya menjadi ciri khas basis data tradisional, tetapi juga mencakup format semi-terstruktur dan tidak terstruktur seperti email, konten media sosial, pembacaan sensor, dan file multimedia. Kemampuan ini membantu menangkap gambaran lengkap dan menyeluruh tentang operasional bisnis dan perilaku pelanggan.

Analisis deskriptif, prediktif, dan preskriptif dalam BI dapat dikatakan mencakup beberapa kemampuan analitis, mulai dari analisis yang sangat deskriptif hingga metode prediktif dan preskriptif yang agak lebih canggih. Analisis deskriptif melibatkan meringkas sejarah masa lalu untuk membenarkan apa yang terjadi dalam rentang waktu tersebut. Misalnya, pengecer e-commerce dapat menggunakan alat BI untuk menganalisis tren penjualan selama kuartal terakhir tentang produk dan wilayah mana yang berkinerja baik.

Analisis prediktif, dengan menggunakan algoritma ML, kemudian akan membawa BI ke tingkat berikutnya dengan memberikan prediksi masa depan tentang tren dan hasil. Dengan model dari BI prediktif, perusahaan dapat memprediksi pergantian pelanggan, fluktuasi permintaan, atau bahkan potensi gangguan dalam rantai pasokan mereka. Analisis preskriptif, sekali lagi, melangkah lebih jauh dalam menentukan tindakan optimal dari skenario yang diprediksi. Oleh karena itu, wawasan preskriptif tentang rute pengiriman yang paling efisien akan diperoleh perusahaan logistik setelah mengekstrak data lalu lintas waktu nyata yang dikombinasikan dengan tren masa lalu.

Dukungan untuk pengambilan keputusan secara real-time menjadikan BI modern sangat transformatif: untuk menyediakan kemampuan pendukung keputusan secara real-time. Saat ini, terutama dalam lingkungan bisnis yang bergerak cepat, tidak mungkin bagi organisasi mana pun untuk mampu melakukan analisis data dan bereaksi dengan kecepatan yang berubah. Analisis real-time dan alat visualisasi data dalam sistem BI memungkinkan pemangku kepentingan untuk memantau indikator kinerja utama (KPI), mengidentifikasi anomali, dan merespons secara real-time. Misalnya, situs e-commerce dapat menyesuaikan harga atau inventarisnya secara dinamis sesuai dengan permintaan real-time dari pelanggan dan aktivitas pesaingnya. Kemampuan real-time ini telah membuka ruang lingkup BI dari domain bisnis tradisional ke perdagangan keuangan, keamanan siber, dan industri yang digerakkan oleh IoT. Hal ini memungkinkan bisnis untuk tetap gesit dan proaktif melalui wawasan yang dapat ditindaklanjuti pada saat itu juga.

Demokratisasi layanan mandiri dari alat BI merupakan salah satu tren utama dalam beberapa waktu terakhir; hal ini telah mencakup pengguna non-teknis juga. Solusi BI layanan mandiri memungkinkan pengguna bisnis untuk menelusuri dan menganalisis data tanpa memerlukan layanan dari tim TI atau ilmuwan data. Perangkat ini biasanya dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang intuitif, fungsi seret dan lepas, dan kemampuan kueri alami yang membantu pemangku kepentingan di berbagai departemen untuk mengeksplorasi data secara



independen guna mendapatkan wawasan tentang proses tersebut. Sifat swalayan ini memungkinkan adopsi di setiap industri dan tingkatan dalam hierarki organisasi, mulai dari tim eksekutif yang membuat rencana strategis menggunakan dasbor hingga karyawan garis depan yang mencari informasi untuk keputusan operasional.

Aplikasi BI lintas industri bersifat serbaguna dan dapat diterapkan di setiap industri. Di sektor ritel, BI meningkatkan segmentasi pelanggan, manajemen inventaris, dan pelaksanaan kampanye pemasaran. Sektor kesehatan menggunakan BI untuk optimalisasi sumber daya perawatan pasien yang lebih baik, alokasi, dan optimalisasi operasional.

Visualisasi data dan pelaporan tingkat lanjut adalah landasan BI. Dengan demikian, seseorang dapat menginterpretasikan informasi yang kompleks secara visual menggunakan bagan dan grafik, peta panas, dan banyak lagi. Alat visualisasi, yang dulunya canggih, telah membawanya ke domain yang sama sekali berbeda dalam hal cara penyajian wawasan yang lebih sederhana dan interaktif sehingga dapat dikomunikasikan kepada pengguna yang lebih luas.

Dasbor memfasilitasi eksplorasi interaktif dari wawasan yang kaya di mana pengguna dapat menggali titik data atau hubungan untuk menemukan beberapa temuan yang mungkin tidak muncul dari laporan statis. Pelaporan BI telah berkembang lebih lanjut untuk mengembangkan narasi bahasa alami otomatis yang digerakkan oleh AI yang merangkum tren dalam wawasan data dan menjembatani analisis teknis dengan bahasa bisnis yang membuatnya mudah diinterpretasikan dan dapat ditindaklanjuti dalam prosesnya.

Kolaborasi dan Kerja Sama BI Seluler: Kolaborasi adalah sifat dasar BI. Khususnya untuk organisasi besar, ini adalah sifat yang melekat, karena proses tersebut melibatkan banyak pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan. BI kooperatif memungkinkan tim untuk berbagi wawasan dan memberi anotasi pada laporan melalui fitur komunikasi terintegrasi dengan strategi yang selaras.

Dimensi Etika dan Regulasi: Dengan semakin canggihnya dan meluasnya sistem BI, pertimbangan etika muncul bersamaan dengan kepatuhan regulasi yang pasti termasuk dalam lingkup sistem BI. Misalnya, semua aktivitas BI harus sepenuhnya sesuai dengan GDPR dan CCPA, terutama undang-undang privasi data. Selain itu, mereka juga harus mempertimbangkan masalah etika terkait isu bias, transparansi, dan akuntabilitas analisis data serta sistem pengambilan keputusan. Dengan cara ini, organisasi dapat mengatasi risiko tersebut dengan mengintegrasikan teknik XAI ke dalam sistem BI yang membuat wawasan lebih informatif dan mudah diinterpretasikan dalam prosesnya.

Kecerdasan Bisnis – Arti dan Cakupan

Kecerdasan Bisnis (BI) telah berkembang seiring kemajuan teknologi, peningkatan penggunaan data, dan ketergantungan yang lebih besar pada informasi tersebut untuk proses pengambilan keputusan. Peran potensial BI dalam pengembangan strategi bisnis kontemporer hampir tak terbatas, mulai dari mengelola berbagai sumber data dan analitik kompleks hingga pengambilan keputusan dan kolaborasi secara real-time. Cakupannya terus berkembang dengan alat layanan mandiri, BI seluler, dan kerangka kerja etika menjadi alat yang sangat diperlukan bagi setiap organisasi yang ingin memimpin di dunia yang digerakkan oleh data ini.



Pada intinya, fungsi inti BI adalah mengubah data mentah menjadi wawasan yang dapat ditindaklanjuti untuk membantu bisnis mengatasi ketidakpastian dan memanfaatkan peluang, sehingga memperoleh pertumbuhan yang berkelanjutan. Karena bisnis beroperasi di bawah longsor data dengan kebutuhan untuk memproses semua data tersebut di bawah tekanan pengambilan keputusan yang tepat waktu, *Machine Learning* (ML) hadir untuk memenuhi kebutuhan ini dengan menjawab panggilan tersebut dalam bentuk pola otomatis di seluruh data kompleks, penemuan tren, dan prediksi output, yang semuanya memungkinkan para pengambil keputusan untuk bergerak secara strategis di jalur yang benar.

Merevolusi Paradigma Pengambilan Keputusan

Cara tradisional pengambilan keputusan dalam suatu bisnis melibatkan intuisi, pengalaman, dan sistem berbasis aturan. Dalam lingkungan yang dinamis, dengan faktor kompleksitas yang selalu berubah, mode pengambilan keputusan ini akan mengungkapkan kelemahan. ML merevolusi paradigma: pengambilan keputusan berbasis data (DDDM) dengan wawasan yang terbukti berdasarkan bukti, bukan subjektivitas. Hubungan pola yang diekstrak adalah hubungan yang tidak diketahui oleh analis manusia mengingat data historis yang tersedia yang dianalisis oleh model ML. Temuan ini membentuk dasar untuk keputusan yang tepat di berbagai fungsi bisnis; ini termasuk pemasaran, operasi, dan keuangan.

Mungkin salah satu dampak paling penting yang diberikan ML pada seni pengambilan keputusan adalah kemampuannya untuk menangani kumpulan data yang besar dan berdimensi tinggi. Sejauh menyangkut sumber informasi, organisasi modern sekarang menghasilkan informasi dari banyak sumber: informasi tersebut dapat berasal dari interaksi pelanggan, perangkat IoT, dan media sosial. Algoritma ML mengolah informasi ini dengan sangat efisien sehingga fitur-fitur yang berguna dapat diekstrak dan noise dapat disaring untuk analisis yang tepat. Hal ini sangat penting dalam industri ritel, perawatan kesehatan, dan manufaktur di mana keputusan diambil setelah mempertimbangkan berbagai variabel dan kendala.

Meningkatkan Akurasi Prediktif

Misalnya, aplikasi sistem rekomendasi berbasis ML di sektor ritel dapat menganalisis riwayat pembelian dan preferensi untuk memutuskan produk mana yang kemungkinan besar akan dibeli pelanggan. Demikian pula, model penilaian kredit dapat memprediksi kemungkinan gagal bayar pinjaman, dan model tersebut membantu pemberi pinjaman dalam membuat keputusan yang tepat mengenai manajemen risiko yang baik. Memang, kemampuan prediksi analitik bergantung pada apakah algoritma tertentu yang diterapkan untuk ML memiliki kapasitas yang cukup untuk menggeneralisasi pola-pola tertentu yang dimiliki data pelatihan. Teknik yang diterapkan meliputi pembelajaran terawasi, pembelajaran tak terawasi, dan metode ensemble. Model pembelajaran terawasi meliputi algoritma regresi dan klasifikasi.

Dukungan Pengambilan Keputusan Real-Time

Keunggulan kompetitif dalam lingkungan bisnis yang berubah dengan cepat saat ini terletak pada pengambilan keputusan secara real-time. Dengan demikian, ML akan memfasilitasi pengambilan keputusan segera, karena dapat bekerja dalam pemrosesan data



streaming secara real-time dan penyampaian wawasan yang dapat ditindaklanjuti secara instan. Hal ini menjadi sangat relevan dalam skenario seperti penetapan harga dinamis, deteksi penipuan, dan optimasi rantai pasokan. Platform e-commerce adalah contoh klasik di mana algoritma ML dapat secara dinamis menyesuaikan harga tergantung pada permintaan, harga pesaing, dan tingkat persediaan. Anomali semacam itu dalam layanan keuangan secara otomatis ditandai melalui model deteksi anomali yang memindai data transaksi real-time untuk kemungkinan aktivitas penipuan.

Arsitektur ML canggih yang memberikan perpaduan kecepatan dan akurasi mendukung pengambilan keputusan real-time. Integrasi algoritma pembelajaran online dengan kerangka kerja pemrosesan aliran membantu bisnis memperbarui model mereka secara konstan ketika data baru tiba. Dengan demikian, metode ini akan menghasilkan latensi yang lebih rendah dan responsivitas yang lebih baik, dengan keputusan yang diambil berdasarkan informasi terbaru yang tersedia dalam proses.

Personalisasi dan Strategi Berpusat pada Pelanggan

Keunggulan penting dari pengambilan keputusan berbasis ML adalah kemampuannya untuk memungkinkan personalisasi guna menciptakan pengalaman pelanggan yang unik. Karena kebutuhan dan preferensi pelanggan sangat beragam di sektor ritel, hiburan, dan perawatan kesehatan, personalisasi menjadi semakin penting. Oleh karena itu, model ML akan menganalisis data pelanggan untuk memberikan rekomendasi, konten, dan layanan yang ditargetkan untuk memberikan pengalaman yang lebih memuaskan dan loyal.

Personalisasi dapat dicontohkan melalui metode seperti penyaringan kolaboratif dan pembelajaran mendalam dalam sistem rekomendasi. Sistem tersebut menggunakan interaksi masa lalu, riwayat pembelian, dan informasi kontekstual tentang produk dan layanan yang direkomendasikan yang paling dekat dengan pilihan pelanggan. Personalisasi mendorong peningkatan pengalaman pelanggan dan menghasilkan hasil bisnis seperti peningkatan penjualan dan penurunan angka pelanggan yang berhenti berlangganan. Untuk rencana perawatan, terdapat algoritma ML yang sangat berharga yang menganalisis data pasien mulai dari riwayat dan informasi genetik hingga metrik waktu nyata yang menunjukkan penerapan kesehatan. Hal ini secara umum dianggap sebagai bagian dari pengobatan presisi dan salah satu aplikasi ML yang paling revolusioner, di mana keputusan disesuaikan dengan karakteristik unik orang-orang dalam proses tersebut.

Mengoptimalkan Operasi dan Alokasi Sumber Daya

Efisiensi operasional adalah salah satu penentu terpenting keberhasilan bisnis, dan ML memainkan peran yang sangat signifikan dalam optimalisasi proses dan alokasi sumber daya. Dengan menganalisis data operasional, model ML dapat mengidentifikasi inefisiensi, memprediksi hambatan, dan menyarankan strategi perbaikan. Model pemeliharaan prediktif dalam manufaktur menganalisis data peralatan untuk memperkirakan potensi kegagalan, sehingga memastikan pemeliharaan proaktif dan mengurangi waktu henti. Dalam logistik, algoritma berbasis ML menghitung rute paling efisien untuk kendaraan pengiriman, sehingga mengurangi konsumsi bahan bakar dan keterlambatan pengiriman. Misalnya, sistem manajemen tenaga kerja menerapkan ML untuk memprediksi kebutuhan staf berdasarkan



pola permintaan historis dan tren musiman untuk memastikan alokasi sumber daya yang efisien. Ketidakpastian dan risiko adalah konsekuensi alami dari pengambilan keputusan. ML menyediakan alat untuk mengukur risiko dan bahkan mengurangi risiko tersebut dengan lebih baik. Secara umum, model probabilistik dapat berupa jaringan Bayesian yang memungkinkan pengambil keputusan untuk menarik beberapa probabilitas untuk setiap rangkaian hasil tertentu beserta estimasi risiko yang sesuai. Mengintegrasikan informasi ke dalam kerangka pengambilan keputusan meningkatkan akurasi, lebih lanjut memberdayakan organisasi untuk membuat pilihan yang lebih terinformasi dan mengelola pertimbangan yang lebih baik.

Tantangan Etika dan Interpretasi

Meskipun ML memiliki banyak keuntungan dalam pengambilan keputusan, ia memiliki tantangan terkait etika dan interpretasi. Pengambil keputusan harus memastikan bahwa model tersebut transparan dan cukup adil agar tidak melanggengkan bias yang dapat menyebabkan hasil yang diskriminatif. Misalnya, data pelatihan yang bias akan menghasilkan prediksi yang bias, misalnya, dalam keputusan tentang perekrutan, pemberian pinjaman, atau penegakan hukum.

Teknik XAI mengatasi semua tantangan ini dengan membuat model ML lebih mudah diinterpretasikan dan transparan. Hal ini memberikan pengetahuan kepada pengambil keputusan tentang alasan di balik prediksi yang dibuat oleh model dan menanamkan kepercayaan dan akuntabilitas ke dalam keputusan mesin. Hal ini menjadi sangat penting di bidang-bidang yang berisiko tinggi seperti perawatan kesehatan atau peradilan pidana di mana dampaknya sangat besar.

Pembelajaran mesin (ML) memainkan peran transformatif dalam pengambilan keputusan. Ini berarti bahwa cara tantangan dan peluang ditangani dalam organisasi berubah seiring dengan dunia yang digerakkan oleh data. Ini adalah area di mana sebagian besar bisnis mengintegrasikan ML ke dalam kerangka kerja pengambilan keputusan mereka, tetapi masalah etika, interpretasi, dan kualitas dalam hal-hal yang berkaitan dengan data muncul. Organisasi harus mampu membuka potensi penuh ML untuk membuat keputusan yang cerdas dan berbasis bukti dengan mengadopsi praktik yang baik, memanfaatkan kemajuan XAI, serta analitik waktu nyata, dan mengintegrasikan keahlian manusia dengan kecerdasan mesin.

Pentingnya Integrasi BI dengan ML

Penggabungan BI dengan ML merupakan pergeseran paradigma baru dalam cara organisasi memahami dan menjalankan proses DDDM. Meskipun BI secara klasik digunakan untuk membantu mengatur dan memvisualisasikan data, seringkali gagal menghasilkan wawasan prediktif atau preskriptif dalam proses tersebut.

Meningkatkan Kemampuan Prediktif BI

Sistem BI lama sebagian besar bekerja untuk analitik deskriptif dan diagnostik. Analisis deskriptif menunjukkan peristiwa yang terjadi, sementara analitik diagnostik menggambarkan penyebabnya. Pendekatan jenis ini sangat penting untuk memahami kinerja masa lalu tetapi tertinggal dalam memprediksi hasil di masa depan atau menentukan tindakan optimal. ML menjembatani kesenjangan tersebut dengan memungkinkan analitik prediktif dan preskriptif dalam kerangka kerja BI. Misalnya, kemampuan ML dengan BI untuk secara akurat



memprediksi tren penjualan, memperkirakan lonjakan permintaan, atau kecenderungan pelanggan untuk berhenti berlangganan merupakan inti dari perubahan BI ini dari tipe reaktif menjadi tipe yang berorientasi ke depan untuk menginformasikan perencanaan strategis. Kemampuan ini meningkatkan kegunaan BI untuk membantu pengambil keputusan mempersiapkan diri menghadapi tantangan di masa depan dan memanfaatkan peluang yang muncul.

Otomatisasi Wawasan dan Pengurangan Bias Manusia

Proses BI seringkali membutuhkan intervensi manusia yang signifikan, mulai dari persiapan data hingga interpretasi hasil. Ketergantungan pada penilaian ini menimbulkan risiko bias dan mengarahkan wawasan ke arah yang tidak tepat, sehingga membuat pengambilan keputusan menjadi suboptimal. Dengan bantuan ML, sebagian besar area kunci yang terkait dengan analisis data dan pembangkitan wawasan akan diotomatisasi. Teknik seperti pengelompokan, deteksi anomali, dan NLP memungkinkan model ML untuk menganalisis data secara objektif dan, dari situ, menghasilkan wawasan yang mungkin tidak akan terdeteksi. Misalnya, di sektor ritel, BI yang dikombinasikan dengan algoritma ML dapat mendeteksi perubahan halus dalam perilaku pelanggan yang menandai munculnya tren baru dan memberikan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti tanpa intervensi manusia. Sistem BI yang terintegrasi dengan ML dapat mendeteksi anomali dalam data produksi perusahaan sehingga para pemangku kepentingan terkait dapat diberi peringatan sebelumnya tentang potensi masalah produksi yang dapat memburuk. Sebagai imbalannya, bisnis kemudian dapat mulai mengotomatiskan proses-proses yang cenderung meningkatkan beban kognitif para pengambil keputusan, seperti mengarahkan mereka ke fokus prioritas strategis.

Analisis dan Pengambilan Keputusan Real-time

Dinamika lingkungan bisnis kontemporer membutuhkan analitik real-time. Sistem BI yang bekerja melalui pemrosesan batch merasa cukup sulit untuk mengikuti kecepatan dan kuantitas informasi yang dihasilkan secara real-time. BI memiliki kemampuan untuk mendukung pemrosesan dan analitik data secara real-time dengan mengadopsi ML. Analitik real-time akan bermanfaat bagi sektor-sektor seperti e-commerce, keuangan, dan manajemen rantai pasokan. Misalnya, algoritma penetapan harga dinamis real-time yang beroperasi pada platform e-commerce menggunakan ML sehingga harga dapat beradaptasi dengan variasi permintaan, penawaran pesaing, dan tingkat persediaan. Dalam bidang keuangan, sistem BI yang terintegrasi dengan ML memungkinkan pemantauan aliran transaksi untuk mendeteksi kecurangan sehingga dapat segera dilakukan intervensi. Semua aplikasi ini mencerminkan bagaimana ML meningkatkan ketepatan waktu dan relevansi wawasan BI sehingga keputusan selalu dibuat berdasarkan sampel data terbaru.

Personalisasi dan Strategi Berpusat pada Pelanggan

Ketika dikombinasikan dengan kemampuan pelaporan dan visualisasi BI, wawasan tersebut kemudian dapat disajikan dalam dasbor intuitif untuk digunakan oleh tim pemasaran dan penjualan. Misalnya, melalui mesin rekomendasi ML, setelah diintegrasikan dengan aplikasi BI, bisnis dapat mengetahui produk mana yang kemungkinan besar akan dibeli oleh kelompok pelanggan tertentu melalui kampanye pemasaran. Dari sisi kesehatan, analisis data



pasien melalui penggunaan model ML akan mengidentifikasi rencana perawatan tertentu yang divisualisasikan oleh alat BI. Oleh karena itu, upaya gabungan ML dan BI berkontribusi pada akurasi yang lebih tinggi dan potensi dampak praktik berpusat pada pelanggan terhadap keterlibatan dan pendapatan.

Solusi yang Dapat Diperluas untuk Tantangan Big Data

Hal ini menimbulkan tantangan signifikan bagi sistem BI tradisional, dan volume, variasi, serta kecepatan data mengancam sistem BI tradisional. Kebutuhan akan solusi yang dapat diperluas menjadi sangat penting ketika organisasi semakin bergantung pada data tidak terstruktur dari berbagai sumber seperti media sosial, perangkat IoT, dan lain-lain. Algoritma ML dapat digunakan untuk memproses dan menganalisis data berdimensi tinggi yang sangat besar; oleh karena itu, algoritma ini sangat cocok untuk tantangan big data. Integrasi ML dengan BI memungkinkan bisnis untuk menarik wawasan yang dapat ditindaklanjuti dari kumpulan data yang kompleks tanpa membebani infrastruktur yang ada.

Meningkatkan Efisiensi Operasional

Salah satu faktor terpenting bagi keberhasilan bisnis adalah efisiensi operasional, dan integrasi ML dan BI akan membantu menyederhanakan dan mengoptimalkan proses. Berdasarkan ML, sistem BI otomatis mengidentifikasi inefisiensi, memprediksi kemungkinan hambatan, dan menyarankan solusi untuk meningkatkan hambatan inefisiensi tersebut. Misalnya, dalam logistik, algoritma ML menganalisis semua data rute dan merekomendasikan untuk mengambil jalan yang paling efisien untuk pengiriman, sehingga menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dan pengiriman yang lebih cepat. Wawasan ini divisualisasikan dalam dasbor BI dan disajikan dengan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti untuk meningkatkan kinerja manajer. Pemeliharaan prediktif adalah aplikasi penting lainnya dari sistem BI yang terintegrasi dengan ML di berbagai sektor manufaktur dan energi karena memungkinkan prediksi kegagalan peralatan menggunakan data sensor dari peralatan yang kemudian dapat ditindaklanjuti secara preventif. Antarmuka BI menawarkan wawasan kepada organisasi tentang menjaga agar waktu henti tetap rendah sekaligus mengurangi biaya pemeliharaan. Oleh karena itu, hubungan antara ML dan BI selanjutnya meningkatkan efisiensi bisnis terkait berbagai proses operasionalnya.

Mendukung Pengambilan Keputusan dan Tata Kelola yang Etis

Integrasi ML dengan BI memainkan peran yang sangat penting dalam pengambilan keputusan dan tata kelola yang etis. Seiring bisnis semakin didorong oleh data, kebutuhan akan transparansi, akuntabilitas, dan keadilan sangat penting dalam proses pengambilan keputusan. Algoritma ML dapat mengidentifikasi bias dalam data, sehingga menandai masalah sebelum memengaruhi hasil. Wawasan ini dapat divisualisasikan untuk para pemangku kepentingan jika dikombinasikan dengan BI, sehingga memberikan informasi yang lebih baik dalam diskusi tentang pertimbangan etis.

Misalnya, dalam sumber daya manusia, seseorang dapat menentukan apakah sistem tersebut memiliki bias gender dan ras dengan menganalisis data perekrutan melalui sistem BI yang bekerja menggunakan ML. Hal ini mengarah pada penentuan yang ditampilkan pada dasbor BI dan oleh karena itu organisasi memperbaiki tindakannya untuk meningkatkan



keadilan. Demikian pula, dalam layanan keuangan, organisasi dapat yakin apakah model penilaian kredit adil karena hal ini dapat menentukan apakah mereka memenuhi standar peraturan. Integrasi ini mendorong budaya pengambilan keputusan yang etis sekaligus memastikan reputasi dan kepatuhan organisasi. Ketika BI diintegrasikan, XAI akan memungkinkan organisasi untuk memvisualisasikan dan memahami logika di balik rekomendasi berbasis ML, sehingga membangun kepercayaan pemangku kepentingan.

Misalnya, di sektor kesehatan, teknik XAI akan menjelaskan mengapa model ML tertentu menyarankan rencana perawatan spesifik untuk pasien tertentu. Penjelasan dari alat BI ini akan memberdayakan dokter untuk membuat keputusan terbaik sambil tetap bertanggung jawab. Menggabungkan interpretasi XAI dan aksesibilitas BI akan memungkinkan organisasi untuk menerapkan wawasan yang berasal dari ML dengan percaya diri namun bertanggung jawab. Dari otomatisasi wawasan dan memungkinkan analitik waktu nyata hingga mendorong personalisasi dan mendukung tata kelola etis, sistem BI yang didukung ML memberdayakan organisasi untuk beradaptasi dengan kompleksitas lingkungan bisnis modern. Integrasi BI dengan ML-lah yang akan membuat perbedaan dalam membentuk strategi dan hasil saat perusahaan menghadapi tantangan dan peluang di era digital. Ini bukan hanya inovasi teknologi tetapi juga pergeseran penuh dalam cara organisasi mengekstrak data untuk meningkatkan keputusan yang lebih cerdas dan lebih informatif untuk berbagai skenario.

3.2 TEKNIK ML UTAMA DALAM BI

Dalam konteks ini, penggunaan ML dalam BI merupakan kombinasi dari berbagai teknik yang membantu dalam menyelesaikan berbagai masalah bisnis. Setiap teknik memiliki kekuatan dan kemampuan untuk memprediksi tren, segmentasi pelanggan, pengambilan keputusan strategis, dan deteksi pola tersembunyi.

Pembelajaran Terawasi dalam Aplikasi BI

Pembelajaran terawasi adalah salah satu teknik ML paling dasar di mana algoritma belajar dari data pelatihan yang diberi label untuk memprediksi hasil untuk contoh dan sampel yang belum pernah dilihat sebelumnya. Proses tersebut melibatkan pemetaan serangkaian variabel input fitur ke variabel target label menggunakan model prediktif. Ini telah muncul sebagai salah satu landasan dalam BI, sehingga memfasilitasi peramalan, klasifikasi, dan bahkan aplikasi analisis regresi.

Aplikasi dalam BI

Aplikasi pembelajaran terawasi paling ampuh dalam analitik prediktif, yang merupakan bagian penting dari BI SETS. Misalnya, dalam peramalan penjualan, model regresi diterapkan karena data penjualan masa lalu atau fitur input akan digunakan untuk memprediksi pendapatan masa depan atau variabel target. Tren dan pola musiman yang teridentifikasi dapat membantu bisnis mengoptimalkan tingkat persediaan, merencanakan kampanye pemasaran, dan mengalokasikan sumber daya secara efektif. Pembelajaran terawasi memainkan peran penting dalam penilaian risiko kredit di sektor jasa keuangan. Algoritma membantu menganalisis data pinjaman tentang pelanggan dan detail pembayaran historis



untuk kemungkinan gagal bayar. Fungsi ini membantu meningkatkan manajemen risiko dan memberikan wawasan tentang keputusan pemberian pinjaman.

Tantangan dan Peluang

Meskipun sangat efektif, pembelajaran terawasi membutuhkan keberadaan dataset berlabel, yang merupakan upaya yang memakan waktu dan biaya untuk dikembangkan. Namun, alat anotasi data yang lebih baik dan teknik baru untuk menghasilkan data sintetis mengurangi tantangan yang terkait dengan aspek ini. Munculnya platform AutoML memudahkan pengembangan model pembelajaran terawasi dan membuatnya tersedia bagi entitas bisnis yang kurang mahir secara teknis.

Pembelajaran tanpa Pengawasan: Pengelompokan dan Segmentasi Data

Tidak seperti pembelajaran terawasi, pembelajaran tanpa pengawasan tidak menggunakan data berlabel; sebaliknya, ia mencoba menemukan pola atau hubungan dalam sampel data. Ada teknik-teknik tertentu yang diperlukan dalam analisis data eksplorasi dan BI SETS. Pengelompokan data titik berdasarkan kesamaan dan deteksi anomali adalah salah satu aplikasi penting dari BI SETS. Salah satu aplikasi paling umum dari pembelajaran tanpa pengawasan dalam BI adalah pengelompokan teknik yang mengelompokkan titik data yang serupa menjadi beberapa kluster.

Beberapa algoritma yang digunakan untuk tujuan ini adalah k-means, hierarki, dan DBSCAN. Algoritma ini umumnya digunakan dalam segmentasi pelanggan. Sebuah perusahaan e-commerce menggunakan pengelompokan untuk mensegmentasi pelanggannya berdasarkan demografi, perilaku, dan aktivitas di situs web mereka. Aplikasi penting lainnya dari proses pembelajaran tanpa pengawasan ini termasuk pengurangan dimensi. Algoritma ini, termasuk PCA, mengompres data berdimensi tinggi dan mengekspos bagian-bagian terpentingnya. Fitur pengurangan dimensi dalam BI ini telah membuat visualisasi data yang rumit menjadi lebih mudah dipahami oleh para pemangku kepentingan. Deteksi anomali, suatu jenis pembelajaran tanpa pengawasan, mengidentifikasi titik-titik outlier dalam sampel data dan sangat berguna. Dalam BI, deteksi anomali digunakan untuk memunculkan pola-pola yang tidak biasa untuk penyelidikan lebih lanjut dalam mendeteksi penipuan. Aplikasi semacam itu sangat signifikan di industri seperti keuangan, e-commerce, dan keamanan siber.

Tantangan dan Peluang

Sebagian besar algoritma untuk pembelajaran tanpa pengawasan membutuhkan penyetelan parameter dan pengetahuan domain yang cermat untuk mendapatkan hasil yang bermakna. Namun, kemajuan AI juga membuat model pembelajaran tanpa pengawasan menjadi lebih mudah dipelajari, sehingga lebih bermanfaat bagi pengguna bisnis.

Pembelajaran Penguatan untuk Pengambilan Keputusan Bisnis Strategis

RL adalah subbidang ML yang terinspirasi oleh rangkaian psikologi perilaku: ini adalah bidang di mana agen mempelajari keputusan berurutan saat berinteraksi dengan lingkungan. Agen mendapatkan imbalan atau hukuman seiring waktu dan tindakan yang diambil, yang dengannya ia terus meningkatkan strateginya karena memaksimalkan imbalan yang dikumpulkan.



Aplikasi dalam BI

Kekuatan pengambilan keputusan dapat dioptimalkan dari waktu ke waktu, tetapi optimasi rantai pasokan sebenarnya merupakan kasus penggunaan yang sangat menonjol di mana algoritma RL dapat menyimpulkan tingkat persediaan optimal, titik pemesanan ulang, dan rute distribusi dalam hal mensimulasikan dinamika di seluruh rantai pasokan dan belajar dari sampel berdasarkan sampel data historis. Penghematan biaya, minimalisasi kekurangan stok, dan operasi yang lebih baik semuanya mengurangi biaya.

Strategi yang digunakan untuk keterlibatan pelanggan oleh pemasaran adalah RL. Ini karena sistem rekomendasi RL mempelajari rekomendasi mana yang memiliki tingkat klik atau konversi tertinggi. Penetapan harga dinamis menggunakan RL di mana algoritma harga menyesuaikan secara real-time berdasarkan permintaan dan kumpulan harga pesaing. Industri jasa keuangan juga mendapat manfaat dari RL dalam proses perdagangan algoritmik. Agen RL belajar tentang cara mengeksekusi perdagangan melalui analisis data pasar, penyeimbangan risiko-imbal hasil, dan adaptasi terhadap perubahan kondisi di pasar. Itu lebih dari strategi perdagangan statis karena mereka dapat terus mempelajari dinamika di pasar.

Pembelajaran Mendalam untuk Analitik Prediktif

Pembelajaran mendalam adalah subkelas ML yang memanfaatkan representasi berlapis-lapis dari ANN pada kumpulan data pola yang kompleks. Cara ANN menginterpretasikan data berdimensi tinggi dan tidak terstruktur membawa era baru ke dalam analitik prediktif, seperti yang diterapkan pada subset utama BI SETS.

Aplikasi BI

Pembelajaran mendalam mudah beradaptasi dan akurat. Aplikasi pembelajaran mendalam yang paling kuat untuk peramalan permintaan adalah penggunaan jaringan saraf berulang dan jaringan memori jangka pendek panjang (LSTM). Jaringan ini menganalisis data deret waktu untuk memprediksi tren masa depan. Jaringan ini banyak diterapkan dalam operasi ritel dan manufaktur untuk mengoptimalkan proses manajemen inventaris dan perencanaan produksi. Pembelajaran mendalam dalam analitik pelanggan membantu dalam analisis sentimen, di mana data tekstual dari media sosial, ulasan, dan umpan balik pelanggan diproses. Misalnya, dalam industri ritel, CNN diterapkan dalam menganalisis rekaman video toko dari analitik yang melacak pergerakan pasien dan menemukan desain toko. Di sektor kesehatan, model pembelajaran mendalam menganalisis gambar radiografi, mengidentifikasi kondisi medis, dan memberikan wawasan yang bermakna bagi para profesional kesehatan.

Tantangan dan Peluang

Kelemahan utama adalah jumlah daya komputasi dan jumlah data yang sangat besar yang dibutuhkan untuk pelatihan guna mencapai efisiensi pembelajaran penguatan (RL). Dengan demikian, tidak mudah untuk digunakan di bisnis kecil. Selain itu, model RL yang rumit tidak dapat diinterpretasikan dan diterapkan dengan cara yang mudah. Namun, kemajuan dalam komputasi awan yang dikombinasikan dengan RL yang dapat dijelaskan mengatasi masalah ini dan membuat teknologi ini tersedia dan transparan.



Tantangan dan Peluang

Model pembelajaran mendalam (*deep learning*) bersifat kompleks dan oleh karena itu menimbulkan masalah interpretasi dan kebutuhan komputasi. Namun, kemajuan dalam akselerasi perangkat keras dan layanan AI berbasis cloud membuat integrasi pembelajaran mendalam dengan alat BI menjadi layak. Teknik untuk XAI juga membuat model pembelajaran mendalam lebih transparan dan meningkatkan adopsinya dalam proses pengambilan keputusan. Integrasi ML ke dalam sistem BI membuat analisis data, dan karenanya pengambilan keputusan, jauh berbeda dari sebelumnya.

Dalam pembelajaran terawasi (*supervised learning*), ia bekerja lebih baik pada tugas-tugas prediktif seperti peramalan dan klasifikasi. Ia mengungkapkan pola dan anomali yang tersembunyi dalam kumpulan data dengan pembelajaran tak terawasi (*unsupervised learning*). RL meningkatkan kemampuan pengambilan keputusan berurutan dari agen dalam lingkungan yang dinamis. Pembelajaran mendalam memiliki kemampuan untuk memproses sampel data berdimensi tinggi dan tidak terstruktur dengan kemampuan yang belum pernah terjadi sebelumnya. Semua metode ini bersama-sama membantu bisnis bertransisi dari analitik tradisional ke wawasan yang mendorong inovasi, efisiensi, dan keunggulan kompetitif.

Dengan kemajuan di bidang ini, interaksi teknik ML dan BI akan semakin mendalam, yang akan memungkinkan bisnis untuk bertahan di dunia yang semakin didominasi oleh sampel data. Data mentah dapat diubah menjadi informasi yang dapat ditindaklanjuti oleh organisasi yang menggunakan kemampuan ini yang akan membantu mereka membuat keputusan yang lebih cerdas di setiap tingkatan.

3.3 ALGORITMA ML UTAMA UNTUK BI

ML adalah teknologi pendukung yang digunakan BI untuk mengekstrak wawasan tentang populasi dari sampel data. Ada banyak algoritma yang tercakup dalam aplikasi ML di BI, tetapi masing-masing memiliki kekuatan dan kasus penggunaannya. Bagian berikut membahas lima algoritma ML inti dan bagaimana penerapannya dalam BI SETS: pohon keputusan dan hutan acak, mesin vektor pendukung, jaringan saraf tiruan, mesin penguat gradien, dan proses pengelompokan k-means.

Pohon Keputusan dan Hutan Acak

Pohon Keputusan

Mungkin algoritma ML yang paling intuitif namun sangat ampuh yang diterapkan dalam BI adalah pohon keputusan; Pohon keputusan sederhana dan sangat efisien serta memiliki keunggulan dalam hal interpretasi. Prinsip kerjanya didasarkan pada partisi rekursif data ke dalam subset berdasarkan nilai fitur dan membentuk struktur seperti pohon di mana setiap node mewakili keputusan yang didasarkan pada suatu fitur dan setiap daun mewakili hasil atau prediksi. Pohon keputusan serbaguna karena mampu menangani tugas klasifikasi dan regresi tanpa hambatan dalam berbagai skenario.

Aplikasi dalam BI

Pohon keputusan sangat praktis digunakan dalam segmentasi pelanggan, deteksi penipuan, dan analisis risiko. Misalnya, model pohon keputusan akan mengkategorikan



pelanggan ke dalam kelompok loyalitas berdasarkan riwayat pembelian, demografi, dan metrik keterlibatan. Demikian pula, pohon keputusan mendeteksi transaksi mencurigakan dengan mempelajari pola dalam contoh sampel data historis.

Random Forest

Random forest menggeneralisasi pohon keputusan melalui ensemble pohon. Satu pohon dilatih pada subset data dan ruang fitur acak, dan seterusnya. Dalam pemasaran, ini membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berdampak pada pembelian pelanggan dan memungkinkan kampanye strategi berbasis data. Dalam keuangan, random forest memprediksi risiko kredit berdasarkan profil peminjam dan pola pembayaran di masa lalu.

Tantangan dan Peluang

Meskipun pohon keputusan dan random forest sangat kuat, interpretasinya tidak sebanding dengan kompleksitas model, misalnya, jumlah pohon dalam sebuah forest. Kemajuan dalam alat visualisasi dan metrik kepentingan fitur juga membuat model ini dapat diakses oleh pengguna bisnis.

Support Vector Machines (SVM)

SVM adalah algoritma yang sangat canggih dalam ML yang bekerja pada pembelajaran terawasi dan tidak terawasi. Metode ini juga cocok untuk kasus penggunaan klasifikasi dan regresi. Fungsi kernel memungkinkan SVM untuk menangani tugas dengan memetakan data ke dimensi yang lebih tinggi di mana masalah nonlinier dapat diselesaikan dalam prosesnya.

Aplikasi dalam BI

Ini cenderung sangat kuat untuk dataset berdimensi tinggi, sehingga memfasilitasi klasifikasi teks, analisis sentimen, dan tugas deteksi anomali. SVM dalam BI diterapkan ketika masalahnya terkait dengan identifikasi pelanggan bernilai tinggi dari data perilaku atau identifikasi outlier dalam transaksi keuangan.

Keunggulan dalam BI

SVM sangat tahan terhadap overfitting di ruang berdimensi tinggi dan karenanya sangat bermanfaat dalam aplikasi BI. Kemampuan penanganan nonliniernya dengan trik kernel membantu untuk mendapatkan wawasan yang lebih komprehensif ke dalam dataset yang kompleks.

Tantangan dan Peluang

Ini sering bergantung pada beberapa tingkat pengetahuan domain dan sangat intensif secara komputasi, setidaknya untuk dataset yang lebih besar. Dengan teknik optimasi dan perangkat keras mutakhir, SVM menjadi layak untuk aplikasi BI skala sangat besar.

Jaringan Neural Buatan

Jaringan neural buatan (ANN) mengikuti dan meniru struktur, sifat, dan fungsi otak manusia. Jaringan ini terdiri dari node yang disebut neuron. Neuron-neuron tersebut diorganisasikan dalam lapisan. Dengan fungsi aktivasi, umpan data input memungkinkan ANN untuk memodelkan pola dan hubungan yang sangat kompleks yang ada di antara sampel data.

Aplikasi dalam BI

AI sangat efektif dalam analitik prediktif dan penemuan pola dalam dataset *business intelligence* (BI). Misalnya, ANN memprediksi permintaan pelanggan berdasarkan tren



penjualan, data cuaca, dan promosi yang terjadi di bisnis ritel. Di bidang perawatan kesehatan, ANN membantu dalam melakukan analisis BI data pasien untuk menentukan perkembangan penyakit atau keberadaan populasi berisiko.

Fitur yang Lebih Baik

ANN dapat dipelajari untuk hubungan nonlinier, dan data tidak terstruktur dapat dianalisis. Oleh karena itu, ANN merupakan komponen yang sangat penting dalam BI SETS. Misalnya, model analisis sentimen menggunakan ANN saat memproses data tekstual untuk mendapatkan wawasan dari ulasan pelanggan atau postingan media sosial.

Tantangan dan Peluang

Kompleksitas ini juga menjadikan ANN sebagai "kotak hitam," yang membuatnya tidak mudah diinterpretasikan. Selain itu, pelatihan ANN membutuhkan banyak sumber daya komputer dan keahlian. Namun, dengan munculnya TensorFlow dan PyTorch serta model pra-terlatih, ANN semakin mendekati aplikasi BI.

Mesin Peningkat Gradient (XGBOOST dan LIGHTGBM)

Mesin peningkatan gradien (GBM) mengacu pada teknik pembelajaran ensemble yang sangat ampuh yang secara berurutan membangun model untuk mengurangi kesalahan dalam proses prediksi. XGBoost dan LightGBM adalah implementasi yang sangat populer yang menangani sampel data terstruktur dengan efisiensi dan akurasi yang signifikan. Extreme Gradient Boosting atau XGBoost dirancang agar cepat, memiliki kinerja tinggi dalam prosesnya, dalam hal ini dikombinasikan dengan regularisasi untuk menghindari overfitting selama proses. Hal ini juga membuatnya sangat populer dalam aplikasi BI karena kemampuannya untuk memproses sampel data skala besar.

LightGBM

Namanya sendiri menunjukkan efisiensi, karena mengikuti pendekatan berbasis histogram yang mengurangi penggunaan memori secara drastis dan dengan demikian mempercepat pelatihan. Kemampuan LightGBM untuk menangani fitur kategorikal secara langsung berguna dalam BI SETS.

Aplikasi dalam BI

GBM banyak diterapkan dalam BI untuk tugas peramalan, klasifikasi, dan pemeringkatan. Misalnya, dalam domain e-commerce, GBM memperkirakan nilai seumur hidup pelanggan berdasarkan sampel perilaku pembelian, interaksi situs web, dan data demografis. Dalam bidang keuangan, GBM membantu menganalisis risiko kredit dan mengoptimalkan portofolio.

Keunggulan dalam BI

GBM dikenal memberikan analisis kepentingan fitur yang baik; yaitu, mereka menunjukkan apa yang mendorong hasil bisnis dalam proses tersebut. Skalabilitas dan akurasi yang tinggi menjadikan mereka kebutuhan mutlak untuk melakukan analitik prediktif dalam BI SETS.

Tantangan dan Peluang

GBM sangat efektif, tetapi memerlukan penyetelan parameter yang cermat agar berfungsi, sehingga membutuhkan biaya komputasi yang tinggi. Hal ini memungkinkan untuk



melakukan proses dengan mudah melalui kerangka kerja AutoML, dan karenanya GBM dapat diakses bahkan oleh pengguna non-teknis.

Kluster K-MEANS

Kluster k-means adalah algoritma pembelajaran tanpa pengawasan yang digunakan untuk mengelompokkan titik data yang serupa. Setiap titik, oleh karena itu, ditugaskan ke sebuah kluster secara iteratif untuk meminimalkan jumlah kuadrat jarak antara titik-titik dan centroid kluster yang sesuai.

Aplikasi dalam BI

Pengelompokan k-means adalah salah satu alat inti segmentasi pelanggan dalam BI SETS. Misalnya, bisnis menggunakan k-means untuk mengklasifikasikan pelanggan berdasarkan perilaku pembelian, lokasi, atau preferensi mereka. Kelompok-kelompok tersebut berfungsi sebagai dasar untuk pemasaran yang terfokus dan penawaran yang disesuaikan. Dalam ritel, pengelompokan k-means digunakan untuk mengoptimalkan tata letak toko dengan mengelompokkan produk berdasarkan pola pembelian bersama pelanggan. Demikian pula, dalam sumber daya manusia, ia mengelompokkan karyawan berdasarkan keahlian atau metrik kinerja, mendukung proses perencanaan tenaga kerja.

Keunggulan dalam BI

Pengelompokan k-means efisien secara komputasi dan karenanya dapat diterapkan dalam aplikasi BI skala besar; ia memiliki makna yang intuitif, dan itulah mengapa ia dapat dengan mudah diterapkan oleh pengguna bisnis untuk memahami hasil pengelompokan.

Tantangan dan Peluang

Kluster diasumsikan oleh k-means berbentuk bola dan berukuran sama. Asumsi semacam itu seringkali tidak realistis untuk data dari sebagian besar aplikasi dunia nyata. Terlebih lagi, pengetahuan tentang jumlah kluster diperlukan. Teknik-teknik terbaru metode siku dan analisis siluet sebagian mengatasi masalah ini. Dalam konteks ML, algoritma terpenting yang dibahas dalam bab ini adalah pohon keputusan dan hutan acak, mesin vektor pendukung, jaringan saraf tiruan, mesin penguat gradien, dan pengelompokan k-means. Semua ini memainkan peran penting dalam keberhasilan aplikasi BI tingkat lanjut. Mulai dari klasifikasi dan regresi, hingga pengelompokan dan deteksi anomali, algoritma ini memungkinkan bisnis untuk memanfaatkan semua sampel data mereka. Seiring semakin banyaknya organisasi yang menggunakan strategi berbasis data, simbiosis antara algoritma ini dan BI akan terus mendorong inovasi, efisiensi, dan keunggulan kompetitif dalam lanskap yang semakin dinamis.

3.4 APLIKASI ML DALAM BI

Peran teknik ML dalam peningkatan BI sangat penting. Bab berikut mengidentifikasi lima aplikasi utama ML dalam BI: peramalan penjualan dan prediksi pendapatan, segmentasi dan penargetan pelanggan, optimasi rantai pasokan, deteksi penipuan dan analisis risiko, serta analisis sentimen dan prediksi tren pasar. Untuk setiap aplikasi, contoh numerik dan tabular diberikan untuk mengilustrasikan kekayaan teknis metode ini dan aplikasi praktisnya dalam proses tersebut.



Peramalan Penjualan dan Prediksi Pendapatan

Pentingnya bagi Perencanaan Strategis dan Efisiensi Operasional

Peramalan dan prediksi pendapatan sangat penting untuk perencanaan strategis dan efisiensi dalam operasi. Dalam pendekatan ini, model yang digunakan dalam menghasilkan serangkaian pendapatan di masa mendatang adalah regresi linier, pohon keputusan, dan model RNN. Model ini menganalisis data historis tentang penjualan, pola musiman, dan sumber eksternal lainnya.

Skenario Aplikasi

Di sini, skenario aplikasi model prediksi pendapatan adalah dengan memprediksi penjualan bisnis ritel selama 12 bulan menggunakan data penjualan historis, promosi, dan kondisi cuaca.

Rincian Analisis Skenario

Bulan	Penjualan Historis (Rp)	Indeks Promosi (0–1)	Suhu Rata-rata (°F)	Perkiraan Penjualan (Rp)
Januari 2023	50.000	0.8	30	55.000
Februari 2023	48.000	0.6	32	50.000
Maret 2023	52.000	0.7	45	58.000

Model ML khusus ini menggunakan data penjualan historis, promosi, dan suhu rata-rata dalam peramalan penjualan di masa mendatang. Untuk menangkap ketergantungan temporal dari sampel data, diperlukan penggunaan RNN secara spesifik dalam jaringan LSTM, sehingga model ini cocok untuk tugas yang ada dan dalam prosesnya. Oleh karena itu, bisnis dapat mengoptimalkan tingkat stok, pemanfaatan sumber daya, dan merancang strategi pemasaran mereka setelah proyeksi akurat mengenai penjualan diperoleh.

Segmentasi dan Penargetan Pelanggan

Segmentasi pelanggan adalah cara untuk mengklasifikasikan pelanggan ke dalam kategori berdasarkan karakteristik yang serupa. Akibatnya, hal ini mengarah pada pengembangan strategi pemasaran untuk meningkatkan kualitasnya dan melayani pengalaman pelanggan dengan lebih memadai. Teknik ML yang banyak digunakan meliputi pengelompokan k-means dan pengelompokan hierarkis.

Contoh Skenario

Sebuah situs web e-commerce akan melakukan segmentasi penggunanya berdasarkan riwayat pembelian, demografi, dan skor keterlibatan.

Detail Analisis Skenario

ID Pelanggan	Total Pembelian (Rp)	Usia	Skor Keterlibatan (0–100)	Klaster (Segmen)
001	1.200	28	75	Nilai Tinggi
002	300	35	40	Keterlibatan Rendah
003	800	22	65	Potensi Pertumbuhan

Pengelompokan K-means mengkategorikan pelanggan ke dalam "Nilai Tinggi," "Keterlibatan Rendah," dan "Potensi Pertumbuhan." Ini berarti strategi yang dirancang khusus di mana perbedaan dalam komunikasi akan dibuat dengan menawarkan diskon hanya kepada pelanggan bernilai tinggi, sementara pengguna dengan keterlibatan rendah mendapatkan kampanye keterlibatan kembali yang membantu mereka berkinerja lebih baik dalam retensi dan akuisisi pelanggan.

Optimasi Rantai Pasokan

Algoritma ML mengoptimalkan operasi rantai pasokan dengan mengoptimalkan peramalan permintaan, manajemen inventaris, dan proses perencanaan rute. Teknik yang digunakan adalah RL dan pemrograman linier.

Contoh Situasi

Sebuah perusahaan logistik ingin menentukan rute pengiriman mana yang menggunakan bahan bakar paling sedikit dan pada saat yang sama berhasil memenuhi semua persyaratan waktu pengiriman pelanggan yang telah ditetapkan.

Detail Analisis Skenario

ID Rute	Jarak (Mil)	Waktu Pengiriman (Jam)	Biaya Bahan Bakar (Rp)	Biaya Optimal (Rp)
R1	50	2	30	25
R2	70	3	45	38
R3	40	1,5	20	18

ML dan algoritmanya dari RL melatih algoritma yang mempelajari rute optimal, mensimulasikan semua kemungkinan kejadian, dan mengoptimalkan rute dengan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah dan tanpa penundaan waktu pengiriman. Ini mengurangi biaya operasional sekaligus meningkatkan kepuasan pelanggan. Penggabungan ML dengan optimasi rantai pasokan membantu kemampuan pengambilan keputusan secara real-time dengan mengubah rute berdasarkan kondisi lalu lintas dan cuaca.

Deteksi Penipuan dan Analisis Risiko

Ini cukup efisien dalam mendeteksi aktivitas penipuan di bidang keuangan dan asuransi. Banyak teknik yang digunakan termasuk deteksi anomali, SVM, dan jaringan saraf, di antara lainnya.

Contoh Skenario

Sebuah bank ingin mengidentifikasi potensi penipuan transaksi dengan menganalisis pola aktivitas transaksi pelanggan.

Detail Analisis Skenario

ID Transaksi	Jumlah (Rp)	Lokasi	Waktu (HH:MM)	Skor Anomali	Penipuan (Ya/Tidak)
T001	1.200	New York	14:32	0.95	Ya
T002	50	Boston	09:15	0.10	Tidak
T003	2.500	Chicago	23:45	0.87	Ya



Model deteksi anomali menandai transaksi yang diberi skor tinggi untuk anomali. Model ini mencari penyimpangan pada fitur-fitur tertentu dari transaksi, seperti jumlah, lokasi, waktu, dll. Jaringan saraf yang dilatih pada data penipuan historis dapat memprediksi dan menandai transaksi real-time tersebut, sehingga menghentikan kerugian finansial dan meningkatkan kepercayaan pelanggan.

Analisis Sentimen dan Prediksi Tren Pasar

Bagian ini juga menyajikan dua alat utama yang dapat digunakan untuk menganalisis suasana hati dan memprediksi pasar, termasuk analisis sentimen. Analisis sentimen dimodelkan berdasarkan model berbasis NLP dan analisis tren. Contohnya termasuk transformer seperti BERT, serta teknik yang digunakan dalam analitik deret waktu.

Analisis Studi Kasus

Sebuah pengecer pakaian ingin mengetahui perasaan umum pelanggannya terhadap koleksi baru yang diluncurkannya dan memproyeksikan arah penjualan di pasar.

Rincian Analisis Skenario (Analisis Sentimen)

ID Ulasan	Teks Ulasan	Skor Sentimen (0–1)	Sentimen (Positif/Negatif)
R001	“Kualitas luar biasa, saya suka!”	0.92	Positif
R002	“Tidak sepadan dengan harganya.”	0.25	Negatif
R003	“Bergaya, tetapi pengirimannya terlambat.”	0.65	Positif

Rincian Analisis Skenario (Prediksi Tren)

Minggu	Penyebutan di Media Sosial	Penjualan (Rp)	Perkiraan Penjualan (Rp)
Minggu 1	1.000	20.000	22.000
Minggu 2	1.200	25.000	27.500
Minggu 3	800	18.000	19.000

Klasifikasi atau kategorisasi umpan balik pelanggan, secara umum, sebagai positif atau negatif membantu dalam membentuk strategi pemasaran dan pengembangan produk. Model NLP berbasis BERT digunakan untuk klasifikasi sentimen dengan akurasi tinggi. Secara bersamaan, dengan keterlibatan media sosial yang memprediksi tren penjualan melalui analisis deret waktu, keputusan inventaris dan pemasaran dapat diambil berdasarkan aspek berbasis data.

Aplikasi BI untuk peramalan penjualan, segmentasi pelanggan, optimasi rantai pasokan, deteksi penipuan, dan analisis sentimen dapat membekali organisasi dengan potensi untuk membuat keputusan yang lebih cerdas, lebih cepat, dan lebih akurat. Data dan tabel sampel di bagian ini menunjukkan bagaimana algoritma ini bekerja dalam kehidupan nyata dan memberikan wawasan yang dapat membantu mendorong keunggulan kompetitif. Aplikasi ML ini akan tetap menjadi pusat masa depan BI dalam semua skenario ini karena bisnis menerapkan strategi berbasis data.

3.5 SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN BERBASIS ML

ML telah mentransformasi pengembangan dan implementasi sistem pendukung keputusan (DSS) serta peningkatan prediktabilitas, otomatisasi, dan responsivitas bagi entitas bisnis dalam pengambilan keputusan bisnis. DSS berbasis ML menerapkan algoritma dan analitik yang mendukung rekomendasi menuju hasil strategis, taktis, atau operasional. Bab ini membahas karakteristik dan prinsip desain yang relevan dengan aplikasi industri, di mana terdapat banyak kasus yang kaya dengan data nyata yang memunculkan serangkaian efeknya.

Fitur dan Prinsip Desain

DSS berbasis ML dicirikan oleh serangkaian fitur yang membedakannya dari sistem pendukung keputusan tradisional. Fitur-fitur tersebut meliputi pemrosesan data waktu nyata, pembelajaran adaptif, analitik prediktif dan preskriptif, dan kemungkinan integrasi yang mudah dengan alat bisnis lainnya. Pemrosesan waktu nyata memungkinkan para pengambil keputusan untuk mengambil keputusan berdasarkan data terbaru, dan pembelajaran adaptif memastikan sistem terus berkembang dari waktu ke waktu dengan masuknya data baru. Analisis prediktif bergantung pada pola masa lalu untuk memprediksi masa depan, dan analisis preskriptif memberikan tindakan yang disarankan untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Pertimbangan utama dalam desain DSS berbasis ML adalah kegunaan, akurasi, dan keandalan. Sistem ini harus berfokus pada antarmuka yang berpusat pada pengguna di mana pemangku kepentingan tanpa pengetahuan teknis dapat dengan mudah mengakses sistem. Hal ini juga penting karena kualitas dan integritas data berhubungan langsung dengan kinerja algoritma ML, yang biasanya bergantung pada akurasi dan kelengkapan sampel data masukan. Skalabilitas juga merupakan pertimbangan desain, karena diperlukan untuk mengelola volume data dan kebutuhan komputasi yang besar. Terakhir, transparansi dan interpretasi didorong untuk lebih mengembangkan kepercayaan dan akuntabilitas bahkan dalam lingkungan pengambilan keputusan yang berisiko tinggi.

Implementasi DSS Khusus Industri

Jenis DSS berbasis ML ini telah diadopsi di berbagai domain, terutama karena kemampuannya untuk mengatasi tantangan tertentu. Di sektor kesehatan, sistem ini mengekstrak data tentang pasien untuk mengembangkan rencana perawatan yang disesuaikan yang terbukti lebih efektif dan mengurangi pemborosan. Mereka menyeimbangkan risiko terhadap pengembalian untuk mengoptimalkan portofolio investasi dan menganalisis risiko kredit dalam keuangan. Peritel menggunakan DSS dengan cara yang didorong oleh ML untuk memprediksi permintaan dan mempertahankan tingkat stok optimal untuk memastikan pemborosan stok seminimal mungkin. Di bidang manufaktur, sistem DSS ini memungkinkan prognosis yang akurat untuk menghindari potensi waktu henti dan jenis gangguan layanan lainnya yang berkaitan dengan kegagalan mesin. Misalnya, contoh di bawah ini menunjukkan beberapa adaptasi dan fleksibilitas yang dapat ditangani oleh DSS yang berjalan dengan ML dalam prosesnya.



Studi Kasus

Studi Kasus 1: Pemeliharaan Prediktif di Sektor Manufaktur

Sebuah perusahaan manufaktur menggunakan DSS berbasis ML untuk mengurangi waktu henti peralatan dan biaya pemeliharaan. Sistem ini menggunakan data sensor mesin untuk memprediksi kegagalan peralatan. Sistem ini menerapkan GBM (*Global Behavior Models*) dalam menganalisis log historis data pemeliharaan yang dikombinasikan dengan pembacaan sensor waktu nyata untuk menunjukkan pola yang memiliki kemungkinan besar terjadinya kegagalan.

Rincian Analisis Skenario

ID Mesin	Suhu (°C)	Getaran (Hz)	Perawatan telah dilakukan.	Kemungkinan Kegagalan (%)
M101	75	12.5	Tidak	85
M102	65	10.0	Ya	20
M103	80	14.0	Tidak	92

Peringatan dini diberikan kepada mereka yang kemungkinan kegagalannya tinggi, sehingga mencegah kerusakan yang mahal. Misalnya, Mesin M101 segera ditangani karena probabilitas kerusakannya tinggi. Hal itu mencegah kerugian sekitar Rp 500 juta dalam hal produksi. Enam bulan kemudian, DSS telah menghasilkan pengurangan waktu henti sebesar 40% dan mengurangi biaya perawatan sebesar 25%. Hal ini terlihat jelas dan cukup mudah dipahami untuk menunjukkan perlunya integrasi ML ke dalam operasi perawatan.

Studi Kasus 2: Deteksi Kecurangan di Sektor Jasa Keuangan

Sebuah perusahaan jasa keuangan mengembangkan DSS berbasis ML untuk mendeteksi kecurangan dalam skenario waktu nyata. Sistem ini menggunakan algoritma pembelajaran terawasi seperti random forests dan SVM untuk mengklasifikasikan data transaksi dan mengidentifikasi anomali.

Rincian Analisis Skenario

ID Transaksi	Jumlah (Rp)	Lokasi	Waktu (HH:MM)	Skor Anomali	Penipuan (Ya/Tidak)
T001	5,000	New York	14:45	0.92	Ya
T002	100	Los Angeles	09:30	0.05	Tidak
T003	8,000	San Francisco	22:00	0.88	Ya

DSS menunjukkan bahwa semua transaksi bersifat curang dalam beberapa kasus dengan skor abnormal, termasuk T001 dan T003, sehingga memerlukan evaluasi yang lebih intensif. Sistem ini mencapai tingkat keberhasilan 87% selama periode instalasinya dalam deteksi kecurangan ketika menggabungkan data kecurangan historis dengan sampel data transaksi waktu nyata. Hal ini telah mengurangi potensi kerugian hingga lebih dari Rp 10 miliar pada kuartal pertama instalasinya, sehingga memperkuat kemampuan manajemen risiko suatu institusi dalam proses tersebut.



Studi Kasus 3: Pemasaran yang Dipersonalisasi di Sektor Ritel

Pemimpin e-commerce merancang DSS berbasis ML yang meningkatkan segmentasi pelanggan dan kampanye pemasaran yang disesuaikan dengan pelanggan. Sistem ini menggunakan teknik pengelompokan k-means dan proses penyaringan kolaboratif untuk menganalisis demografi pelanggan, riwayat pembelian, dan perilaku penelusuran.

Rincian Analisis Skenario

ID Pelanggan	Usia	Total Pembelian (Rp)	Waktu Penelusuran (Menit)	Segmen	Tindakan yang Disarankan
C001	25	1.200	45	Nilai Tinggi	Penawaran Diskon Eksklusif
C002	35	300	20	Keterlibatan Rendah	Kampanye Email Bertarget
C003	28	800	35	Potensi Pertumbuhan	Rekomendasi Produk yang Dipersonalisasi
C003	28	800	35	Potensi Pertumbuhan	Rekomendasi Produk yang Dipersonalisasi

DSS mengenali C001 sebagai pelanggan tipe A dan mengirimkan kupon diskon khusus kepadanya yang menghasilkan peningkatan penjualan berulang sebesar 20%. DSS berfokus pada C002 melalui kampanye email yang berhasil diperoleh kembali, dan hal itu menghasilkan peningkatan aktivitas sebesar 15%. DSS meningkatkan rasio konversi sebesar 30% dan mengembangkan tingkat loyalitas pelanggan. Dalam kasus pertumbuhan pendapatan, DSS berhasil dalam skenario waktu nyata.

Studi kasus ini mewakili kekuatan revolusioner DSS berbasis ML di berbagai sektor. Dengan penggunaan algoritma canggih dan penggabungannya ke dalam proses pengambilan keputusan, perusahaan dapat mencapai efisiensi, akurasi, dan profitabilitas yang tinggi. Sistem seperti itu bukan hanya alat tetapi aset strategis yang mengubah cara bisnis mendekati masalah kompleks di dunia yang digerakkan oleh data dalam berbagai skenario.

3.6 TANTANGAN DALAM MENERAPKAN ML UNTUK BI

ML telah mengubah permainan untuk BI. Organisasi sekarang mampu mencapai wawasan mendalam tentang fenomena bisnis sambil mengotomatiskan pengambilan keputusan. Tetapi penerapannya tidak lepas dari tantangan. Hambatan-hambatan tersebut berkisar dari kualitas data dan skalabilitas algoritma, masalah etika, dan interpretasi model. Masing-masing hambatan ini membutuhkan pemikiran mendalam sebelum ML benar-benar dapat melepaskan potensinya dalam BI SETS.

Masalah Kualitas Data dan Pra-Pemrosesan

Kualitas data adalah fondasi penggunaan ML yang efektif dalam BI karena model hanya sebaik data yang digunakan untuk melatihnya. Namun, data sebenarnya seringkali bising, bias, tidak lengkap, atau kehilangan nilai, dengan kontradiksi, sehingga menurunkan presisi dan efektivitas model ML. Data berkualitas buruk tersebut menyebabkan wawasan yang salah



dalam pengambilan keputusan, yang juga membatasi potensi manfaat sebenarnya yang ditawarkan melalui aplikasi ML set.

Tantangan

Data yang tidak lengkap adalah salah satu masalah umum dalam BI, di mana sebagian besar dataset memiliki entri kosong akibat kesalahan manusia, kendala sistem, atau catatan yang tidak lengkap. Misalnya, dataset pelanggan dapat buruk dalam data demografis kunci sehingga akan bermasalah untuk mengembangkan model prediktif yang tepat. Masalah ketidakkonsistenan format data, seperti format tanggal atau label kategori, membuat pra-pemrosesan menjadi jauh lebih menantang.

Praproses data adalah pembersihan dan transformasi data beserta proses normalisasi, yang membutuhkan banyak waktu dan upaya. Misalnya, analitik prediktif dalam hal peramalan penjualan memerlukan koreksi data penjualan historis untuk outlier yang dihasilkan dari promosi besar-besaran selama acara satu kali. Jika tidak, model akan dipelajari dengan buruk dalam skenario ini untuk analisis.

Solusi

Sebagian besar masalah ini dapat diatasi dengan teknik praproses yang lebih canggih seperti imputasi data otomatis dan algoritma deteksi outlier. Dengan alat praproses berbasis ML termasuk kerangka kerja rekayasa fitur, proses konversi data mentah ke format yang dapat digunakan disederhanakan sementara kerangka kerja tata kelola data yang kuat diterapkan untuk memastikan kualitas seragam di semua pipeline BI.

Algoritma Skala untuk Big Data

Masalah lain adalah skalabilitas, yang cenderung muncul ketika organisasi meningkatkan kumpulan data yang lebih besar dan bahkan lebih kompleks. Untuk menyajikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti dalam sistem BI saat ini, diperlukan pemrosesan jutaan catatan secara real-time, yang seringkali tidak dapat ditangani oleh algoritma tradisional.

Sebagian besar algoritma ML membutuhkan komputasi yang mahal dan intensif memori, misalnya, SVM dan clustering lama. Misalnya, menjadi tidak mungkin untuk menghitung matriks jarak berpasangan ketika berurusan dengan jutaan catatan dalam kasus clustering k-means. Model pembelajaran mendalam pada ruang berdimensi tinggi membutuhkan sumber daya komputasi yang besar, dan itu hanya dapat dicapai ketika perangkat keras khusus untuk proses ini.

Lebih lanjut, masalah skalabilitas ditemukan dalam lingkungan dinamis dengan data yang terus-menerus dihasilkan seperti dalam rantai pasokan berbasis IoT atau deteksi penipuan real-time. Algoritma harus beradaptasi dengan data baru tanpa pelatihan dari awal yang sebagian besar model tradisional melarangnya secara komputasi.

Solusi

Beberapa kerangka kerja, seperti Apache Spark dan Hadoop, mendukung skalabilitas ML melalui paralelisme dalam pekerjaan pemrosesan data yang membutuhkan komputasi mahal. Secara algoritmik, pembelajaran inkremental selalu memperbarui model dengan data yang lebih baru, dan ini umum digunakan saat ini. Kemajuan dalam akselerator perangkat



keras, yang berkisar dari GPU hingga TPU, telah memungkinkan untuk melatih model kompleks dalam dataset dan sampel yang sama.

Tantangan

Mungkin masalah etika yang paling penting di bidang ini adalah bias dalam data pelatihan; sederhananya, ketidakadilan historis atau dataset yang tidak seimbang menghasilkan hasil yang diskriminatif. Misalnya, DSS rekrutmen yang telah dilatih pada data perekrutan sebelumnya, jika dataset tersebut mencerminkan diskriminasi historis, pasti akan mengulangi bias gender atau rasial.

Privasi adalah masalah yang jauh lebih sensitif, dalam hal bidang seperti perawatan kesehatan atau keuangan karena informasi yang dianalisis menyangkut sampel data yang sangat pribadi, bahkan jika sensitif. Itu berarti bahwa, jika tanpa anonimisasi data atau persetujuan, mungkin ada risiko pelanggaran hukum privasi seperti GDPR atau CCPA pada sampel data yang dibagikan atau diproses.

Solusi

Pertimbangan etis memerlukan algoritma ML yang peka terhadap keadilan dan teknik penghilangan bias di mana model memperlakukan kelompok demografis yang berbeda secara adil. Metode yang menjaga privasi, seperti privasi diferensial dan pembelajaran federasi, memungkinkan perusahaan untuk menggunakan data sensitif yang tidak melanggar privasi individu. Rekomendasi etis dan struktur tata kelola akan lebih lanjut memastikan kesesuaian aplikasi ML yang diterapkan dengan nilai-nilai masyarakat dan standar hukum.

3.7 INTERPRETABILITAS DAN PENJELASAN MODEL ML

Interpretasi dan penjelasan penting untuk adopsi dan kepercayaan model ML dalam BI SETS. Para pemangku kepentingan harus mengetahui mengapa dan bagaimana suatu model akan memprediksi sesuatu atau merekomendasikan sesuatu, terutama di domain yang berisiko tinggi seperti perawatan kesehatan, keuangan, dan peradilan pidana.

Tantangan

Banyak model ML canggih termasuk jaringan saraf dalam dan metode ensemble bertindak sebagai "kotak hitam," memberikan akurasi tinggi dengan mengorbankan transparansi. Misalnya, model random forest untuk penilaian kredit digunakan untuk membuat prediksi yang tepat tentang kelayakan kredit tetapi tidak dapat menjelaskan faktor spesifik mana yang akan memengaruhi keputusan tersebut. Kurangnya interpretasi merupakan hambatan bagi kepercayaan pengguna dan menghambat akuntabilitas. Keterbatasan ini merupakan hambatan besar bagi adopsi ML di industri yang diatur yang membutuhkan keputusan yang dapat diaudit dan dijelaskan. Para pemangku kepentingan menginginkan model yang kurang akurat tetapi lebih sederhana dan mudah diinterpretasikan.

Solusi

Teknik AI yang Dapat Dijelaskan (XAI) mengisi kesenjangan antara akurasi dan interpretasi. Teknik lain, termasuk Penjelasan Aditif Shapley (SHAP) dan Penjelasan Model-Agnostik yang Dapat Diinterpretasikan Lokal (LIME), memberikan penjelasan tentang kontribusi fitur dengan mengidentifikasi bagaimana fitur individual memengaruhi prediksi



model. Dasbor BI telah menyertakan alat visualisasi, memungkinkan pemangku kepentingan untuk secara interaktif mengeksplorasi keluaran model, dan dengan menggabungkannya dengan edukasi pengguna, hal ini memungkinkan kepercayaan dan proses pengambilan keputusan yang tepat dalam suatu organisasi.

Tantangan dalam menerapkan ML ke BI mencakup berbagai tingkatan, seperti kualitas data, skalabilitas algoritma, implikasi etis, dan interpretasi model. Integrasi teknik yang lebih canggih, kerangka kerja yang kuat, dan prinsip desain yang bijaksana harus dilakukan untuk menyelesaikan semua ini. Dengan skenario ini, mengatasi semua hambatan akan memungkinkan organisasi untuk memanfaatkan kekuatan transformatif BI berbasis ML dalam memberikan keputusan yang lebih cerdas dan nilai yang lebih besar melalui operasi mereka.

3.8 TREN MASA DEPAN DALAM ML UNTUK BI

Integrasi BI dan ML terus diinovasi oleh pendekatan dan teknologi baru yang akan membentuk masa depannya. Artikel ini mengkaji beberapa tren utama yang akan mendefinisikan ulang bagaimana ML dapat meningkatkan BI dan mengintegrasikan perkembangan baru dalam XAI, aliran data real-time, peran IoT, dan akhirnya bagaimana teknik ML baru memberikan informasi yang lebih baik untuk proses pengambilan keputusan. Setiap tren merupakan langkah maju dalam menjadikan sistem BI sebagai proses yang lebih cerdas, transparan, dan dinamis.

Perkembangan dalam AI yang dapat Dijelaskan (XAI) untuk BI

XAI menangani salah satu masalah paling menantang yang menghantui ML untuk BI: prediksi yang dibuat oleh model membutuhkan tingkat transparansi dan kepercayaan yang lebih tinggi. Model ML tradisional adalah "kotak hitam." Di sisi lain, XAI mencoba menjelaskan cara kerja internalnya kepada pengguna.

Kemajuan dalam Teknik XAI

Kemajuan dalam teknik XAI meliputi SHAP, LIME, dan penjelasan kontrafaktual. Semua teknik ini telah sangat meningkatkan interpretasi model ML yang kompleks. Misalnya, SHAP menetapkan ukuran seberapa besar kontribusi setiap fitur terhadap output model; dengan demikian, SHAP akan memberikan wawasan yang lebih rinci ke dalam skenario BI seperti segmentasi pelanggan atau proses deteksi penipuan.

Dampak pada BI

Karena ada inspeksi dan verifikasi langsung terhadap output oleh pemangku kepentingan seperti dalam kasus sistem BI yang mencakup XAI, ada lebih banyak kepercayaan dan penerimaan. Transparansi tersebut juga menjadi kriteria kepatuhan yang penting dalam domain yang diatur seperti keuangan dan perawatan kesehatan. Terakhir, XAI memungkinkan pengguna non-teknis seperti manajer atau eksekutif tingkat tinggi lainnya untuk merasa yakin mengenai interaksi mereka dengan wawasan berbasis ML, yang berarti penerimaan yang lebih luas terhadap alat BI yang canggih tersebut.

Pemrosesan Aliran Data dan ML

Pemrosesan dan analisis aliran data waktu nyata telah menjadi tulang punggung sistem BI modern. Sebagian besar bisnis beroperasi di lingkungan bisnis yang serba cepat, sehingga



memunculkan kebutuhan yang terus meningkat akan wawasan waktu nyata, yang pada gilirannya mendorong pengembangan teknologi pemrosesan aliran data canggih yang terintegrasi dengan rangkaian ML.

Pendukung Teknologi

Berkat sistem seperti Apache Kafka, Apache Flink, dan Spark Streaming, seseorang dapat memasukkan data secara waktu nyata dan menganalisisnya dalam proses tersebut. Dengan demikian, model ML dapat memproses data saat data tersebut dihasilkan, dan wawasan langsung dapat diberikan. Misalnya, pesanan rantai ritel dapat diubah secara dinamis berdasarkan data penjualan langsung di seluruh toko.

Fitur utama dari tren ini adalah algoritma pembelajaran online yang memperbarui model ML secara bertahap berdasarkan kedatangan data baru. Pembelajaran online memiliki keunggulan dibandingkan pembelajaran batch karena memastikan bahwa model tetap diperbarui tanpa perlu dilatih ulang di seluruh dataset, sehingga menghemat sumber daya komputasi dan latensi.

Aplikasi dalam BI

Aliran data real-time membentuk dasar dari kasus penggunaan berikut: penetapan harga dinamis, deteksi penipuan, dan personalisasi pengalaman pelanggan. Misalnya, situs web e-commerce akan menerapkan data streaming tentang interaksi pelanggan untuk menawarkan rekomendasi produk real-time kepada konsumen yang meningkatkan tingkat konversi mereka. Dalam layanan keuangan, sistem deteksi anomali real-time dapat dengan cepat memberi peringatan tentang transaksi yang mencurigakan dan dengan demikian mengurangi kerugian akibat penipuan.

Prospek Masa Depan

Sistem BI, yang terintegrasi dengan ML real-time, tidak hanya akan menawarkan reaksi terhadap peristiwa tetapi juga antisipasi peristiwa bersama dengan respons real-time berdasarkan algoritma ML. Dengan semua BI tersebut, ketangkasan operasional akan menjadi kata kunci baru bagi industri secara berturut-turut.

Wawasan BI yang Didorong oleh IoT

Perangkat IoT, misalnya, sensor, perangkat yang dapat dikenakan, dan peralatan pintar, yang mengumpulkan data metrik secara terus menerus, termasuk suhu, lokasi, penggunaan energi, dan interaksi pengguna. Wawasan yang dapat ditindaklanjuti yang diekstrak kemudian dihasilkan oleh model ML dengan memproses sampel data. Misalnya, dalam manufaktur, sistem pemeliharaan prediktif yang didukung oleh IoT akan menganalisis data sensor untuk memprediksi kapan peralatan kemungkinan akan rusak dan menjadwalkan perbaikan yang sesuai sebelumnya.

Peritel menggunakan data IoT untuk tata letak toko yang lebih baik dan manajemen inventaris. Dengan menggunakan ML, analisis pergerakan pelanggan dan interaksi produk dapat membuat model menyarankan konfigurasi toko untuk memaksimalkan penjualan dan kepuasan pelanggan.



Tantangan dan Solusi

Data IoT sangat dicirikan oleh kecepatan, volume, dan variasi yang tinggi, yang menyebabkan komplikasi dengan sistem BI tradisional. Dengan demikian, komputasi edge, serta kerangka kerja pemrosesan data terdistribusi, muncul sebagai solusi yang menjanjikan yang memungkinkan analisis waktu nyata di dekat sumber sampel data. Selain itu, pembelajaran federasi mengembangkan teknik yang menjaga privasi, memastikan bahwa data IoT dapat dianalisis tanpa mengorbankan privasi masing-masing set data.

Teknik ML yang Berkembang dalam Pengambilan Keputusan

Bidang ML kini sedang mengalami kelahiran teknik-teknik inovatif baru dan akan merevolusi gagasan pengambilan keputusan dalam BI SETS. Di sana, inovasi diperluas dari model-model sebelumnya dan mungkin dapat digunakan untuk wawasan yang lebih canggih dan sadar konteks ke dalam proses tersebut.

Pembelajaran Penguatan (*Reinforcement Learning*) dalam BI

RL melatih agen untuk membuat keputusan berurutan melalui uji coba dan kesalahan dan kini semakin populer dalam aplikasi BI. RL sangat membantu dalam mengoptimalkan sistem yang kompleks, seperti rantai pasokan atau portofolio investasi, dengan keputusan yang memiliki efek domino. Ini sangat berguna di sektor kesehatan dan keuangan, di mana kerahasiaan data sangat penting. Model-model tersebut dilatih secara kooperatif dengan pembelajaran federasi di berbagai institusi, sehingga meningkatkan akurasi sistem BI tanpa membahayakan keamanan data.

Jaringan Neural Graf (GNN)

GNN menjadi alat penting dalam menganalisis data relasional, seperti jaringan sosial, jaringan rantai pasokan, dan grafik interaksi pelanggan. GNN dalam BI dapat digunakan untuk mengidentifikasi influencer dalam pemasaran media sosial, mengoptimalkan koneksi rantai pasokan, atau memprediksi pelanggan yang akan berhenti berlangganan berdasarkan pola interaksi.

Pembelajaran Mandiri (*Self-Supervised Learning*)

Pembelajaran mandiri yang bergantung pada penggunaan data dalam jumlah besar untuk pra-pelatihan model sangat memungkinkan BI di area di mana data berlabel langka. Misalnya, model mandiri dapat digunakan dalam melatih model pada volume data transaksional yang besar sehingga akurasi deteksi penipuan dapat ditingkatkan dalam prosesnya.

Aplikasi dan Dampak Masa Depan

Teknik-teknik baru ini mulai mendorong batasan dalam BI karena mengarah pada proses pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih efisien. Penggunaan pendekatan yang matang ini pada akhirnya akan menjadi bagian dari sistem BI dan kemudian akan memberikan skalabilitas, adaptabilitas, dan kecerdasan tambahan sehingga bisnis dapat berkembang di lanskap yang semakin kompleks dan persaingan yang lebih agresif. Masa depan ML dalam BI adalah perkembangan cepat di mana hubungan bisnis dengan informasi dan bahkan keputusan harus dibuat.



AI yang dapat dijelaskan mendukung kebutuhan penting akan transparansi dan kepercayaan ini, sementara integrasi aliran data real-time telah menghasilkan waktu respons yang lebih cepat dan lebih banyak kelincuhan. Dengan kontribusi yang lebih dalam dari peran IoT, ruang lingkup wawasan berbasis BI diperkaya dan diperluas dari kumpulan data yang lebih kaya dalam membuka kemungkinan baru ke dalam teknik ML yang muncul untuk pengambilan keputusan yang cerdas. Dengan demikian, ini secara kolektif merupakan generasi sistem BI berikutnya, di mana bisnis dapat beroperasi dengan peningkatan presisi, efisiensi, dan pandangan ke depan dalam lingkungan yang semakin dinamis.

3.9 BI BERBASIS ML UNTUK PENGAMBILAN KEPUTUSAN MASA DEPAN

ML telah menjadi gabungan dengan BI untuk mendefinisikan kembali bagaimana pengambilan keputusan telah melangkah maju dalam organisasi dengan penggunaan data untuk mencapai wawasan preskriptif tentang efisiensi bersama dengan strategi inovatif. Temuan ini mendefinisikan peran-peran kunci dalam ML yang mendukung fungsi BI dan dapat memberikan langkah-langkah strategis untuk mengimplementasikan operasi bisnis di sekitar solusi berbasis ML.

Ringkasan Peran ML dalam BI Bersamaan dengan Pengambilan Keputusan

BI telah berubah dari alat analisis retrospektif menjadi alat pengambilan keputusan yang berorientasi ke masa depan dengan menggabungkan ML ke dalam BI. Sistem BI tradisional sangat baik dalam meringkas tren masa lalu tetapi biasanya tidak memiliki kemampuan untuk memprediksi dan memberikan solusi untuk tantangan bisnis saat ini. ML membantu dalam proses ini karena akan menelusuri data yang sangat besar dan akan menemukan pola, yang jika tidak akan tetap tidak terdeteksi untuk berbagai skenario. Hal ini akan menghasilkan wawasan yang dapat ditindaklanjuti ke dalam proses pengambilan keputusan yang dinamis dan adaptif.

Analisis prediktif adalah salah satu kontribusi utama ML untuk BI. Bisnis mampu memprediksi penjualan, permintaan, dan tren pasar secara akurat menggunakan model regresi, Random Forests, dan Gradient Boosting Machines, di antara yang lainnya. Ini adalah salah satu kemampuan yang memungkinkan perusahaan untuk lebih mengoptimalkan tingkat persediaan, pemanfaatan sumber daya, dan permintaan pelanggan mereka. Secara analogis, analitik preskriptif, yang didukung oleh RL dan algoritma optimasi, memberikan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti untuk hasil seperti mengubah harga atau mengoptimalkan rantai pasokan dalam prosesnya.

Prediksi telah menjadi peran utama yang diberikan kepada ML. Tetapi jauh melampaui prediksi, ML berarti jauh lebih banyak. Bahkan, dengan teknik pembelajaran tanpa pengawasan, bisnis dapat terlibat dalam segmentasi pelanggan, deteksi anomali, dan analisis eksplorasi, mengungkapkan wawasan yang mungkin terlewatkan oleh sistem BI klasik. Penggunaan algoritma pengelompokan akan membantu mengklasifikasikan ini ke dalam subset yang bermakna sebagai dasar untuk upaya pemasaran yang ditargetkan dan untuk memberikan pengalaman pelanggan yang unik. Selain itu, ML meningkatkan responsivitas BI secara real-time. Aliran data real-time yang dipadukan dengan algoritma pembelajaran online



memastikan bahwa keputusan dibuat dengan informasi terbaru. Di sektor-sektor seperti e-commerce dan keuangan, pengambilan keputusan yang tertunda dapat menyebabkan kerugian atau peningkatan risiko.

Terlepas dari janjinya, tantangan penerapan ML dalam BI tidak boleh diabaikan. Kualitas data, masalah skalabilitas, masalah etika, dan interpretasi harus diatasi untuk benar-benar memanfaatkan BI SETS berbasis ML. Namun, semua masalah ini secara bertahap diatasi dengan alat pra-pemrosesan baru, komputasi terdistribusi, pembelajaran federasi, dan teknik XAI.

Peta Jalan Strategis untuk Manajemen Bisnis Berbasis ML

Singkatnya, manajemen bisnis harus mengadopsi peta jalan dan, dengan teknologi penyelarasan strategis, dapat dengan mulus mengasimilasi upaya menuju realisasi semua potensi manfaat ML dengan BI atau menghadapi kenyataan pahit untuk benar-benar menangkap beberapa realitas operasional penuh. Hasil aktual dari peta jalan ini berarti garis besar beberapa langkah dan operasi yang didefinisikan secara teknologi, organisasi, dan budaya.

Budaya Berbasis Data

Ini meletakkan dasar bagi manajemen bisnis yang didukung ML dengan latar belakang budaya berbasis data. Organisasi harus merekayasa lingkungan yang menganggap data sebagai aset strategis dan memberdayakan individu dengan literasi data yang memadai agar karyawan dapat menafsirkan wawasan yang diberikan data dengan lebih baik. Dukungan eksekutif sangat diperlukan karena, dalam hal apa pun, kepemimpinanlah yang mendorong hal ini – praktik DDDM.

Berinvestasi dalam Infrastruktur dan Kualitas Data

Data berkualitas baik adalah sumber kehidupan model ML. Sampel data untuk bisnis perlu dipusatkan dan distandarisasi menggunakan infrastruktur data yang kuat dalam bentuk data lake, gudang data, dan platform integrasi. Kerangka kerja tata kelola data perlu ditetapkan agar data konsisten, akurat, dan sesuai dengan persyaratan peraturan. Pipeline pra-pemrosesan harus disiapkan untuk mengotomatiskan pembersihan data, transformasi, dan rekayasa fitur untuk mempersiapkan data untuk analisis ML.

Memilih Teknik ML yang Tepat yang Paling Sesuai dengan Konteks Aplikasi

Aplikasi bisnis yang berbeda membutuhkan teknik ML yang berbeda. Untuk tugas prediksi, model pembelajaran terawasi yang kuat sebagian besar adalah GBM dan jaringan saraf dalam. Teknik pembelajaran tanpa pengawasan seperti pengelompokan k-means paling cocok untuk segmentasi dan analisis eksplorasi. Aplikasi ini sangat cocok untuk masalah optimasi, dengan GNN yang sangat cocok untuk menganalisis sampel data relasional. Oleh karena itu, bisnis perlu menganalisis aplikasi mereka secara khusus dan memilih yang paling menjanjikan dalam prosesnya.

Integrasi Kemampuan Real-Time

Orang-orang yang menjalankan operasi dinamis harus memiliki kemampuan untuk memasukkan aliran data real-time ke dalam sistem BI. Pengambilan dan pemrosesan aliran data dimungkinkan dengan penggunaan teknologi seperti Apache Kafka dan spark streaming,



bersama dengan algoritma pembelajaran online. Pembaruan model mengarah pada kelayakan real-time yang memungkinkan respons cepat terhadap peristiwa dalam pengembangan, sehingga meningkatkan ketangkasan operasional bersama dengan respons yang lebih tinggi terhadap pelanggan dalam berbagai skenario.

Memanfaatkan IoT dan Sumber Data Baru

Peningkatan penggunaan perangkat IoT menghadirkan jalan baru bagi bisnis untuk meningkatkan sistem BI mereka. Data sensor IoT dan informasi berbasis lokasi akan memberikan kekayaan yang sangat dibutuhkan untuk analisis operasional dan perilaku pelanggan. Kerangka kerja komputasi edge mendukung pemrosesan data IoT di edge dan dengan demikian mendukung analitik real-time. Bisnis harus berupaya untuk bermitra dan berkolaborasi dengan munculnya sumber data baru yang akan melengkapi dataset dan sampel mereka saat ini.

Menerapkan Teknologi yang Skalabel dan Fleksibel

Skalabilitas penting karena sangat penting untuk menangani peningkatan volume, kecepatan, dan variasi sampel data. Platform komputasi terdistribusi, layanan ML berbasis cloud, dan akselerator perangkat keras seperti GPU memungkinkan bisnis untuk meningkatkan kemampuan ML mereka. Sama pentingnya adalah fleksibilitas, arsitektur modular dan API berarti bahwa organisasi dapat dengan mudah mengintegrasikan alat dan teknologi baru saat tersedia dalam prosesnya.

Membentuk Tim Lintas Fungsi

Penerapan BI berbasis ML yang ampuh ini kemudian membutuhkan kolaborasi interdisipliner pada tim teknis, analitis, dan spesifik domain. Mengembangkan dan menerapkan solusi yang selaras dengan tujuan bisnis akan membutuhkan kerja sama antara ilmuwan data, insinyur, dan analis bisnis. Hanya ketika tim lintas fungsi mewujudkannya, wawasan ML akan terbukti secara teknis benar, dapat ditindaklanjuti, dan relevan bagi para pengambil keputusan.

Memantau, Mengevaluasi, dan Mengulang

Model ML dan BI juga membutuhkan pemantauan kinerja dan relevansi secara terus menerus. KPI perlu diidentifikasi untuk suatu organisasi sehingga mengetahui hasil dari penerapan teknik. Inovasi berkelanjutan adalah kunci untuk tetap unggul dalam persaingan. Bisnis perlu mengeksplorasi teknik-teknik baru seperti pembelajaran federasi dan pembelajaran mandiri untuk membuka kemungkinan baru dalam proses pengambilan keputusan.

Inilah peran ML dalam BI dan pengambilan keputusan yang, dalam ekonomi berbasis data, memainkan peran transformatif dan sangat diperlukan. Baik itu analitik prediktif dan wawasan waktu nyata, atau bahkan segmentasi pelanggan dan AI etis, sistem BI yang didukung ML telah mendefinisikan ulang cara operasi organisasi dan persaingan. Tantangan tentang kualitas data, skalabilitas, interpretasi, dan standar etika perlu diatasi sebelum menggunakan teknologi ini untuk skenario waktu nyata.



BAB 4

KEUNGGULAN OPERASIONAL MELALUI AI, ML, DAN IOT

4.1 AI, ML, DAN IOT DALAM MANAJEMEN BISNIS MODERN

AI adalah sub-bidang dalam ilmu komputer yang berkaitan dengan penciptaan komputer cerdas dengan cara yang menyerupai manusia. Ini termasuk, tetapi tidak terbatas pada, pembelajaran, penalaran, kemampuan pemecahan masalah, persepsi, dan pemahaman bahasa. Secara keseluruhan, pengembangan kecerdasan berbeda dari tahun ke tahun dan investigasi AI dimulai pada tahun 1940an dan 1950an. Kemajuan signifikan terjadi pada tahun 1990an dan awal abad ke-21 karena peningkatan algoritma, peningkatan daya komputasi, dan kumpulan data yang besar. ML adalah salah satu sub-bidang AI yang paling signifikan, yang berupaya mengembangkan algoritma yang memungkinkan komputer untuk memperoleh data baru dan memberikan prediksi berdasarkan data tersebut. ML telah berkembang lebih cepat dari sebelumnya dalam beberapa dekade terakhir, terutama setelah tahun 2010an, karena peningkatan big data dan daya komputasi yang lebih baik. Oleh karena itu, IoT mengacu pada sekumpulan perangkat yang terhubung dan berinteraksi yang mampu mengumpulkan informasi dari lingkungan sekitar dan mengoperasikannya sendiri, sehingga mengubah objek menjadi objek pintar. Dengan menggunakan komunikasi nirkabel, sensor, dan teknik pengolahan data, pertumbuhan IoT pintar telah terasa. Saat ini, IoT digunakan di hampir semua sektor seperti rumah pintar, perawatan kesehatan, kontrol industri, dan kota pintar. AI of things mengacu pada kombinasi AI dengan IoT di mana tindakan perangkat ditingkatkan dengan integrasi AI ke dalam pengambilan keputusan dan pengolahan data. Hubungan antara AI, ML, dan IoT ditunjukkan pada Gambar 4.1.

Pentingnya dalam Manajemen Bisnis Modern

Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas

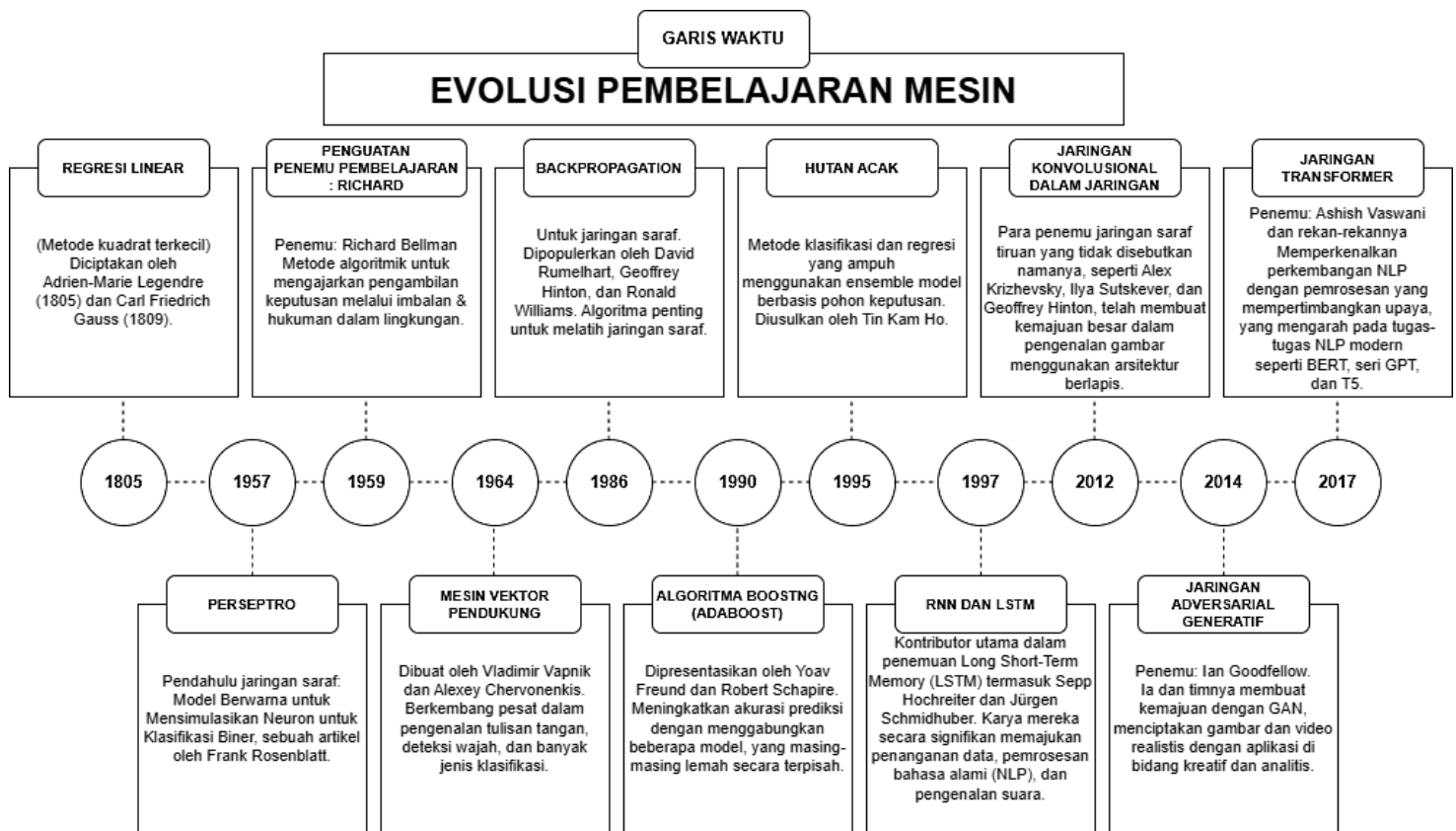
Penambahan nilai pada manajemen bisnis saat ini dicapai dengan menggunakan AI, ML, dan IoT. AI memungkinkan suatu organisasi untuk menganalisis sejumlah besar data secara real-time dan memberikan keputusan serta respons tepat waktu terhadap perubahan. Karena dirancang untuk belajar dari data kinerja untuk membantu bisnis dalam memprediksi, serta melakukan fungsi lain yang mengurangi biaya dalam operasi bisnis, kemajuan ini didukung.

Mendorong Inovasi dan Meningkatkan Pengalaman Pelanggan

Selain mengoptimalkan produktivitas, adopsi AI, ML, dan IoT terus membuka peluang baru dalam manajemen bisnis saat ini. Melalui teknologi ini, suatu organisasi tertentu dapat menemukan peluang pasar dan mengembangkan barang dan jasa yang unik. Dalam analisis konsumen, AI mengumpulkan data pola perilaku konsumen dan dengan demikian memungkinkan perusahaan untuk menerapkan strategi pemasaran yang tepat dan bahkan mendesain produk mereka berdasarkan preferensi konsumen. Sejarah perkembangan bidang-bidang ini telah memungkinkan terjadinya inovasi bersama seperti AI dalam chatbot untuk dukungan pelanggan dan ML dalam prediksi bisnis. Di segmen ritel, perangkat IoT dapat



memantau pergerakan pelanggan di toko untuk organisasi yang lebih baik, dan di segmen strategi pemasaran, algoritma ML membantu menyesuainya.



Gambar 4.1 Asosiasi AI, ML, dan IoT.

Sinergi dan Ketergantungan AI, ML, dan IoT

Manfaat Kolaboratif

Kombinasi AI, ML, dan IoT merupakan revolusi evolusioner dalam dunia bisnis yang menciptakan hubungan dan bekerja sama untuk memperkuat kekuatan dalam berbagai aplikasi. Dengan bantuan algoritma AI, sejumlah besar data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT dapat dianalisis dan diperiksa dengan mudah untuk mengubahnya menjadi informasi yang berguna.

Mendorong Transformasi Digital

AI, ML, dan IoT saling terkait erat; oleh karena itu, integrasinya sangat penting untuk mencapai transformasi digital di berbagai organisasi. Dengan teknologi-teknologi ini yang terintegrasi, bisnis dapat meningkatkan operasi secara keseluruhan dan meningkatkan analisis data untuk menyediakan produk-produk berharga yang memenuhi kebutuhan konsumen.

4.2 PERKEMBANGAN SEJARAH AI, ML, DAN IOT

Asal Usul AI Konsep dan Teori Awal

Asal usul AI berakar kuat pada pertanyaan filosofis tentang apakah mesin dapat meniru fungsi kognitif manusia. Konsep awal AI menunjukkan kemungkinan tidak hanya menciptakan mesin untuk melakukan tugas-tugas sederhana tetapi juga melibatkannya dalam operasi

tingkat lanjut seperti penalaran, belajar dari pengalaman, dan memahami bahasa alami. Salah satu tokoh pelopor yang memberikan kontribusi signifikan pada kerangka teoritisnya adalah Alan Turing. Perumusan Tes Turing pada tahun 1950 merupakan tonggak penting karena memberikan cara untuk menilai apakah mungkin bagi mesin mana pun untuk bertindak cerdas yang tidak dapat dibedakan dari yang ditunjukkan oleh manusia. Ini tetap menjadi salah satu subjek dasar kecerdasan mesin yang berfungsi sebagai ukuran untuk menentukan seberapa banyak mesin dapat "berpikir." Selain itu, teori-teori fundamental yang mengusulkan konsep AI awal muncul dari karya berbagai filsuf dan matematikawan. Teori-teori ini meneliti sifat kecerdasan dan kognisi, yang mengarah pada keyakinan bahwa mesin-mesin canggih dapat bertindak seperti manusia dalam hal berpikir. Selain itu, mempelajari logika simbolik dan komputasi telah meletakkan dasar yang memungkinkan para peneliti untuk menghasilkan algoritma yang dapat membaca, memahami, dan memproses informasi.

Konferensi Dartmouth dan Kelahiran AI

Konferensi ini dapat dianggap sebagai awal mula AI sebagai disiplin ilmu – Konferensi Dartmouth berlangsung pada musim panas tahun 1956. Diselenggarakan oleh John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, dan Claude Shannon, konferensi ini mengumpulkan sekelompok penggemar yang berhasil menyatukan sejumlah peneliti terkemuka untuk membahas kemungkinan penciptaan "mesin berpikir". Selama konferensi, isu-isu seperti kemungkinan ML, penalaran mesin, dan pemahaman bahasa alami dibahas sebagai dasar untuk kemajuan AI lebih lanjut.

Salah satu implikasi paling signifikan yang muncul dari konferensi ini adalah diskusi tentang fakta bahwa kecerdasan dapat ditiru dalam mesin dengan menetapkan preposisi logis dalam suatu masalah dan menyediakan mesin dengan cara untuk menyelesaikan jenis masalah yang sama. Konferensi Dartmouth dapat dilihat sebagai momen ketika AI semacam itu bergeser dari sekadar spekulasi menjadi membentuk disiplin ilmu, yang pada gilirannya memberikan arah pada perkembangan teknologi yang memengaruhi industri dan masyarakat [8]. Dengan demikian, ini menjadi langkah unik dalam perkembangan AI yang konstan sebagai suatu bidang.

Evolusi AI dari Sistem Simbolik ke Jaringan Neural

Kemunculan AI dapat ditelusuri ke paruh pertama abad kedua puluh, dimulai dengan penggunaan sistem simbolik oleh AI; pendekatan ini melibatkan penciptaan algoritma yang akan bergantung pada simbol dan yang akan memproses simbol-simbol ini melalui aturan logika. Beberapa sistem ini menggambarkan pengetahuan dalam bentuk struktural sehingga mesin menjawab masalah menggunakan algoritma dan pendekatan pengambilan keputusan. Namun, seiring munculnya kekhawatiran akan perkembangan sistem simbolik yang tidak mampu mengatasi ketidakpastian dan ketidakjelasan dunia dalam menciptakan terminologi data yang terperinci, AI linguistik beralih ke jaringan saraf.

Mengambil contoh struktur otak manusia, konsep baru yang dikenal sebagai jaringan saraf memungkinkan mesin untuk mencari solusi berdasarkan input data dan bukan hanya berdasarkan seperangkat aturan yang telah diprogram sebelumnya ke dalam mesin. Peningkatan daya pemrosesan dan akses ke data yang dapat digunakan untuk melatih model



yang cukup kompleks melahirkan apa yang dikenal sebagai arsitektur jaringan saraf dalam (*deep neural network*). Hal ini telah meningkatkan efisiensi dan akurasi yang diinginkan di bidang-bidang seperti pengenalan gambar, pengenalan ucapan ke teks, dan penerjemahan bahasa, menjadikan pembelajaran mendalam (*deep learning*) sebagai arah yang menonjol dalam AI. Kemampuan jaringan saraf ini telah menunjukkan peningkatan kinerja yang sangat besar di banyak bidang. Misalnya, CNN telah membawa perubahan signifikan dalam teknik pemrosesan gambar di mana mesin mampu mendeteksi fitur untuk pengenalan objek tanpa memerlukan campur tangan manusia.

Kebangkitan ML

Algoritma Awal dan Metode Statistik

ML, yang merupakan bagian dari AI, memulai debutnya pada akhir abad ke-20 untuk mengasah algoritma yang dapat belajar memprediksi pola dari data yang dikumpulkan. Mereka awalnya bertujuan pada pendekatan statistik: teknik AI awal menggunakan model komputasi distribusi probabilitas untuk membuat kesimpulan dari kumpulan data yang diberikan. Garis regresi linier, regresi logistik, dan pohon keputusan menjadi populer karena mudah dipahami dan dihitung. Algoritma awal tersebut sangat penting untuk membangun fondasi ML dan, dengan memberikan pola bagaimana variabel saling berhubungan, membantu para peneliti dalam mencapai tujuan mereka atau prediksi/klasifikasi.

Fokus pada teknik statistik pada tahun-tahun awal ML meletakkan dasar bagi algoritma yang akan menyusul, tetapi juga memfokuskan pada kualitas data dan cara data diproses sebelumnya. Alat-alat ini memberikan cara yang lebih jelas untuk mengevaluasi validitas dan reliabilitas data yang sangat penting sejauh menyangkut pembuatan prediksi yang akurat. Di masa depan, seiring perkembangan bidang ini, algoritma gabungan baru yang melibatkan konsep-konsep seperti interval kepercayaan, pengujian tingkat signifikansi, dan pengujian hipotesis dalam kerangka kerja ML akan muncul. Evolusi ML disajikan pada Gambar 4.2.





Gambar 4.2 Evolusi ML.

Terobosan dalam Jaringan Saraf dan Pembelajaran Mendalam

Kebangkitan minat pada jaringan saraf pada dekade 2010an terutama dikaitkan dengan peningkatan drastis kemampuan komputasi. GPU membantu menanamkan sifat paralel untuk melatih model kompleks dengan kecepatan tinggi yang sebelumnya tidak sepenuhnya dapat dibayangkan oleh pendekatan sebelumnya. Hal ini disertai dengan peningkatan kemampuan komputasi yang memungkinkan pembelajaran arsitektur mendalam dengan banyak lapisan yang diperlukan untuk secara efektif mempelajari representasi tingkat tinggi dari data besar. Karena alasan ini, para peneliti telah mampu mengembangkan arsitektur yang lebih dalam yang mencakup jaringan saraf konvolusional (CNN) dan jaringan saraf berulang (RNN), yang masing-masing penting untuk data gambar dan data sekuensial.

Faktor ketiga dan mungkin yang paling signifikan adalah kenyataan bahwa kumpulan data besar ini tersedia bersamaan dengan perkembangan pembelajaran mendalam. Perkembangan internet dan munculnya konten digital menawarkan kumpulan data pelatihan yang sangat besar untuk model pembelajaran mendalam yang membutuhkan generalisasi. Model-model ini sangat mahir dalam menemukan pola-pola dalam data ini dan karenanya telah menyebabkan peningkatan kinerja yang sangat besar di beberapa sektor seperti di fasilitas kesehatan melalui pencitraan, efisiensi dalam mobil melalui teknologi swakemudi, dan pengenalan suara, antara lain. Integrasi big data dengan struktur jaringan saraf canggih memungkinkan bidang ini untuk mengatasi kesulitan yang sebelumnya dianggap tidak dapat dipecahkan dengan pendekatan ML tradisional.

Big Data dan Proliferasi Aplikasi ML

- [1] Pengaruh Big Data pada Aplikasi ML: organisasi dapat menggunakan sejumlah besar dataset yang luas dan beragam untuk menemukan pola dengan bantuan teknik ML modern dan menghasilkan perkiraan berdasarkan informasi ini.
- [2] Dampak pada Strategi Bisnis: keunggulan kompetitif dan inovasi, serta kesesuaian yang lebih baik antara strategi dan tren yang muncul di pasar dan perilaku konsumen, adalah manfaat yang dapat diperoleh dari kemampuan untuk mengubah data menjadi wawasan.

Kemunculan dan Pertumbuhan IoT

Perangkat Jaringan Awal dan Munculnya Istilah IoT

Perangkat jaringan awal yang muncul pada paruh kedua abad ke-20 dapat dianggap sebagai tahap awal pengembangan IoT. Kulkas pintar yang dirancang di Carnegie Mellon pada awal tahun 1980-an menunjukkan bahwa artefak biasa dapat menjadi peserta aktif internet dan berinteraksi satu sama lain. Meskipun tidak sekompleks yang diterapkan saat ini dalam ranah IoT, contoh awal jaringan area tubuh ini berkontribusi untuk menampilkan ide inti konektivitas dan meletakkan dasar bagi kemajuan konsep lingkungan komputasi ubiquitous dan perangkat pintar. Semakin maju teknologi, semakin banyak perangkat canggih yang menggabungkan sensor berbiaya rendah dan solusi jaringan muncul dan membawa ide-ide berbagi data waktu nyata dan yang berkaitan dengan otomatisasi berbagai aktivitas di berbagai bidang, dan kemajuan teknologi ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kemajuan teknologi pada tahun 2010an

Kemajuan	Keterangan	Dampak pada IoT
Komunikasi Nirkabel	Penerapan teknologi seperti generasi keempat long-term evolution (4G LTE), wireless fidelity (Wi-Fi), dan <i>low-power wide-area network</i> (LPWAN) yang mencakup <i>licensed operational ultra wideband networks</i> (LoRaWAN).	Tantangannya meliputi peningkatan koneksi dan komunikasi data dari perangkat IoT yang lebih luas.
Teknologi Sensor	Peningkatan sensor mikro dan murah sehingga memungkinkan untuk mengumpulkan berbagai jenis data seperti lingkungan dan penggunaan.	Tingkat pemanfaatan kemampuan akuisisi dan evaluasi data secara real-time akan lebih tinggi, sehingga menciptakan cara yang lebih cerdas dalam menggunakan kemungkinan tersebut.
Komputasi Awan	Pertumbuhan platform komputasi awan yang menyediakan kemampuan penyimpanan dan komputasi diperlukan untuk IoT.	Menghilangkan ketergantungan pada perangkat keras lokal dan memungkinkan ide solusi IoT yang cepat dan mudah diintegrasikan.
Analisis Data	Kemajuan teknologi dalam pemrosesan big data dan penambahan data hadir dalam perangkat yang terhubung dengan IoT yang memberikan keputusan.	Kemajuan dalam pengambilan keputusan dan pembuatan barang di sejumlah bidang.

Protokol Keamanan	Penciptaan fitur keamanan yang lebih baik yang juga dapat melindungi dan mengamankan perangkat IoT dan jaringan yang rentan terhadap peretasan.	Untuk meningkatkan kepercayaan tentang aplikasi IoT dan dengan demikian mempromosikan penggunaannya di berbagai sektor.
-------------------	---	---

Tabel 4.2 mencantumkan teknologi yang memainkan peran besar dalam kemajuan dan efektivitas IoT pada tahun 2010an dan bagaimana teknologi tersebut membantu memajukan tujuan di balik teknologi terhubung ke kota pintar, kecerdasan bisnis, dan banyak lagi.

Tabel 4.2 Ekspansi ke Kota Pintar, Kecerdasan Bisnis, dan Lainnya

Ekspansi Transformasi	Kota Pintar	Intelijen Bisnis	Manajemen Rantai Pasokan
Otomatisasi	Sinyal lalu lintas cerdas memungkinkan perubahan dinamis sesuai dengan kebutuhan lalu lintas, sehingga meminimalkan kemacetan dan polusi.	Mereka juga digunakan untuk mendokumentasikan informasi yang dikumpulkan dan keputusan yang dibuat secara otomatis dan ini menghasilkan analisis data secara real time.	Beberapa sistem yang digunakan dalam otomatisasi pelacakan inventaris meliputi pengecekan stok untuk menghindari keterlambatan dan biaya lainnya.
Optimasi	Jaringan energi pintar juga dapat mengontrol pasokan energi tergantung pada penggunaannya sehingga meningkatkan distribusinya.	Dalam pemasaran, penggunaan big data dalam analitik prediktif menciptakan strategi yang tepat berdasarkan perilaku pelanggan.	Dengan menggunakan perangkat IoT, proses logistik dapat dikendalikan secara efektif dan dapat dilihat sebelumnya, sehingga mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman dan memilih rute terbaik yang akan digunakan.
Pemeliharaan Prediktif	Sensor struktural menentukan keberadaan kerusakan pada infrastruktur; sehingga memungkinkan perbaikan tepat waktu pada jalan, jembatan, dll.	Tren pasar dan kebutuhan pelanggan diprediksi melalui analisis canggih dan didukung oleh perencanaan strategis perusahaan.	Mesin-mesin di industri yang telah menerapkan IoT memiliki kemampuan untuk mengirimkan peringatan yang memungkinkan departemen pemeliharaan untuk mendapatkan informasi awal tentang peralatan yang mungkin memerlukan perawatan, sehingga mencegah terjadinya waktu henti yang tidak direncanakan.
Asuransi Berkualitas	Pemeriksaan rutin terhadap lingkungan fisik mencegah pengabaian terhadap langkah-langkah keselamatan.	Inspeksi kualitas fabrikasi yang dilakukan secara real-time membantu mengidentifikasi cacat secara real-time.	Sistem dan kontrol penjaminan mutu melibatkan studi data dalam produk untuk memastikan bahwa produk tersebut

			tetap standar dan sesuai dengan spesifikasi yang tepat.
Manajemen Energi	Energi, misalnya melalui meter pintar, memberikan data yang dapat digunakan masyarakat untuk mengurangi penggunaan energinya.	Beberapa fokus dari analisis data meliputi menemukan wilayah di mana uang tunai dapat dihemat dan langkah-langkah yang dibuat untuk meningkatkan operasi.	IoT berdampak dan membantu dalam meningkatkan sistem transportasi dan mengelolanya secara efisien, sehingga mengurangi emisi karbon.

Arah Masa Depan

Pengembangan lebih lanjut IoT dalam konsep kota pintar dan analisis bisnis menunjukkan penggunaan lebih lanjut AI dan ML. Teknologi big data memungkinkan peningkatan analisis prediktif dan karenanya meningkatkan perencanaan dan operasi perkotaan. Selain itu, perluasan solusi keamanan siber yang secara teratur diperlukan untuk melindungi aliran data tak terbatas dari perangkat IoT akan menjadi hal yang tak terhindarkan untuk menjaga privasi pengguna dan membangun kepercayaan mereka. Dengan demikian, dengan merefleksikan berbagai sektor dari perspektif perluasan IoT, dimungkinkan untuk menyarankan bahwa teknologi ini mampu mereformasi fungsi kota dan interaksi bisnis dengan lingkungan.

4.3 ILUSTRASI AI, ML, DAN IOT DALAM PRAKTIK BISNIS MODERN

AI dalam Manajemen Bisnis

AI telah menjadi elemen penting dalam manajemen perusahaan saat ini, mentransformasi beberapa industri dengan meningkatkan produktivitas, memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data, dan merangsang kreativitas. AI merevolusi operasi perusahaan melalui mekanisasi pekerjaan berulang, penyediaan persepsi yang lebih dalam melalui analisis data, dan peningkatan pengalaman karyawan dan konsumen. Penggunaan AI dalam manajemen rantai pasokan, pemasaran, keuangan, layanan pelanggan, dan sumber daya manusia dibahas di bagian selanjutnya.

AI dalam Layanan Pelanggan: Chatbot dan Asisten Virtual

Chatbot dan asisten virtual berbasis AI merevolusi layanan pelanggan dengan menawarkan bantuan kepada konsumen sepanjang waktu, segera, akurat, dan disesuaikan. Solusi AI ini menangani pekerjaan yang sebelumnya membutuhkan intervensi manusia menggunakan NLP untuk memahami dan menanggapi pertanyaan konsumen. Misalnya, chatbot dapat menangani masalah rutin klien tanpa bantuan perwakilan manusia, seperti pelacakan pesanan, pertanyaan akun, dan pemecahan masalah. Selain mempercepat waktu reaksi, ini membebaskan pekerja manusia untuk berkonsentrasi pada pekerjaan bernilai tinggi yang lebih sulit.

Asisten virtual juga dapat digunakan untuk mengumpulkan data yang berguna dengan berinteraksi dengan sistem CRM, yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan interaksi klien dan meningkatkan kualitas layanan. Penggunaan chatbot dan asisten virtual dalam layanan



pelanggan kemungkinan akan meningkat seiring perkembangan teknologi AI, terutama karena inovasi baru dan efisiensi yang lebih besar dalam cara perusahaan berinteraksi dengan klien mereka.

AI dalam Pemasaran: Pengalaman yang Dipersonalisasi dan Analisis Prediktif

AI telah memberikan dampak besar pada pemasaran karena memungkinkan bisnis untuk menawarkan pengalaman yang sangat dipersonalisasi dan menggunakan analisis prediktif untuk menjalankan kampanye yang lebih bermanfaat. Pemasar dapat menggunakan AI untuk menganalisis volume data yang sangat besar dari berbagai sumber, seperti riwayat pembelian, preferensi, dan perilaku pelanggan, untuk menghasilkan profil pelanggan yang komprehensif. Profil ini memungkinkan untuk membagi audiens ke dalam berbagai kelompok dan menyesuaikan pesan pemasaran agar sesuai dengan keinginan dan kebutuhan tertentu. Solusi berbasis AI dapat secara aktif memodifikasi materi pemasaran, seperti kampanye email, iklan, dan proposal produk, agar sesuai dengan minat individu setiap konsumen, sehingga meningkatkan keterlibatan dan tingkat konversi. Selain itu, AI digunakan dalam pemasaran melalui periklanan terprogram, di mana algoritma secara mekanis menawar secara real-time pada ruang iklan untuk menargetkan populasi secara tepat. Karena itu, strategi pemasaran berbasis AI menjadi penting bagi bisnis yang ingin mempertahankan daya saing mereka di pasar yang semakin didorong oleh data dan berfokus pada pelanggan.

AI dalam Keuangan: Deteksi Penipuan dan Perdagangan Otomatis

AI menjadi semakin penting bagi industri perbankan karena membantu dalam hal keamanan, optimalisasi strategi perdagangan, dan pengambilan keputusan. Deteksi penipuan adalah salah satu penggunaan AI yang paling signifikan dalam perbankan. Sejumlah besar data transaksi dianalisis secara real-time oleh algoritma AI, yang mencari tren dan anomali yang dapat menunjukkan adanya penipuan. Sistem ini dapat mengenali perilaku aneh dan menandainya untuk penyelidikan lebih lanjut, seperti penarikan yang signifikan, lokasi yang mencurigakan, atau pola pembelian yang tidak terduga.

Sistem bertenaga AI ini membuat keputusan cepat untuk membeli atau menjual aset berdasarkan kriteria yang telah ditentukan dan kondisi pasar saat ini, menganalisis data pasar dengan kecepatan dan cakupan yang lebih cepat daripada manusia. Selain meningkatkan efisiensi operasi perdagangan, otomatisasi juga mengurangi bias ekspresif yang dapat memengaruhi pedagang manusia. AI juga mampu mengoptimalkan portofolio melalui analisis berita keuangan, tren pasar, dan indikator moneter. Hal ini memungkinkan AI untuk memberikan saran distribusi aset yang sesuai dengan tujuan investor dan toleransi risiko. AI mentransformasi sektor keuangan melalui peningkatan keamanan, peningkatan produktivitas, dan kemampuan untuk membuat keputusan yang lebih strategis dan berdasarkan informasi.

AI dalam Sumber Daya Manusia: Rekrutmen dan Keterlibatan Karyawan

AI merevolusi sumber daya manusia (SDM) melalui optimalisasi manajemen tenaga kerja, peningkatan keterlibatan karyawan, dan rasionalisasi prosedur perekrutan. Solusi berbasis AI dalam rekrutmen sangat mengurangi waktu dan upaya yang dibutuhkan untuk mengisi posisi dengan memekanisasi proses seperti penyaringan resume, pencarian kandidat, dan penjadwalan wawancara. Teknologi ini menghubungkan individu dengan persyaratan



pekerjaan berdasarkan analisis resume dan algoritma ML, menemukan kandidat yang paling sesuai berdasarkan karakteristik yang relevan seperti pengalaman, keterampilan, dan data lainnya. Dengan hanya berfokus pada standar objektif, AI juga dapat mengurangi bias bawah sadar dalam perekrutan, menumbuhkan inklusivitas, dan keragaman di tempat kerja.

Melalui peluang pembelajaran dan pengembangan yang dipersonalisasi, AI meningkatkan keterlibatan karyawan dengan cara yang melampaui perekrutan. Sistem berbasis AI, misalnya, dapat mengevaluasi bakat dan tujuan profesional seorang pekerja dan kemudian memberikan rencana pelatihan yang dimodifikasi dan rekomendasi jalur karier yang sesuai dengan tujuan mereka. Melalui survei umpan balik dan analisis sentimen saluran komunikasi, AI dapat meningkatkan pemantauan suasana hati dan kesejahteraan staf. Staf SDM dapat mencegah masalah seperti kelelahan atau ketidakaktifan sebelum memburuk dengan mengidentifikasi tren dalam perilaku dan umpan balik karyawan.

AI dalam Manajemen Rantai Pasokan: Optimasi Logistik dan Peramalan Permintaan

AI mentransformasikan manajemen rantai pasokan melalui peningkatan efisiensi operasional, peramalan permintaan yang lebih baik, dan optimasi logistik. Sistem berbasis AI dalam logistik menilai data secara real-time dari berbagai sumber, menghitung laporan lalu lintas, prakiraan cuaca, dan GPS untuk mengoptimalkan jadwal dan rute pengiriman. Akibatnya, waktu pengiriman dipersingkat, biaya transportasi berkurang, dan kepuasan pelanggan meningkat.

Melalui peramalan permintaan yang tepat, bisnis dapat meminimalkan pemborosan, menghindari kelebihan dan kekurangan stok, dan menjamin bahwa barang tersedia kapan dan di mana dibutuhkan. Selain itu, manajemen rantai pasokan menggunakan AI mencakup otomatisasi gudang, di mana robot dan sistem bertenaga AI mempersingkat proses pengambilan dan pengiriman. Perangkat ini menggantikan kerja manusia, meningkatkan akurasi dan efisiensi sekaligus mengurangi beban fisik pada anggota staf. AI juga memungkinkan untuk melacak aktivitas rantai pasokan secara real-time, memberikan visibilitas ke setiap langkah proses mulai dari menemukan bahan baku hingga melakukan pengiriman akhir.

ML dalam Manajemen Bisnis

Dengan memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih akurat, meningkatkan efisiensi, dan mengungkapkan wawasan yang sebelumnya tersembunyi oleh volume data yang sangat besar, ML berada di garis depan dalam merevolusi manajemen perusahaan di berbagai industri. Penggunaan ML di sektor ritel, perawatan kesehatan, keuangan, manufaktur, dan energi akan dibahas di bagian selanjutnya.

ML di Sektor Ritel: Analisis Perilaku Pelanggan dan Pemasaran yang Ditargetkan

ML sangat penting bagi sektor ritel karena membantu memahami perilaku konsumen dan memungkinkan kampanye pemasaran yang disesuaikan. Peritel mendapatkan banyak bukti dari berbagai sumber, seperti interaksi media sosial, riwayat akuisisi, dan riwayat penelusuran web. Data ini dianalisis menggunakan algoritma ML untuk menemukan pola dan tren, seperti produk yang paling mungkin dibeli pelanggan, waktu terbaik untuk berbelanja, atau respons mereka terhadap berbagai peningkatan.



Peritel dapat melakukan segmentasi basis konsumen mereka dan menyesuaikan kampanye pemasaran agar sesuai dengan minat yang berbeda dengan mengetahui perilaku ini. Misalnya, perusahaan dapat mengatur sumber daya pemasaran secara lebih efisien menggunakan model ML untuk memprediksi pelanggan mana yang kemungkinan akan merespons promosi atau program loyalitas tertentu. Rekomendasi produk yang dipersonalisasi berbasis ML merupakan faktor utama dalam meningkatkan kepuasan konsumen dan penjualan. Menurut Ref, sistem ini menggunakan perilaku dan preferensi pembelian masa lalu untuk menyarankan produk yang kemungkinan akan menarik bagi pelanggan. Hal ini meningkatkan keterlibatan pelanggan dan tingkat konversi.

ML dalam Perawatan Kesehatan: Diagnosis Penyakit dan Optimalisasi Pengobatan

Melalui peningkatan hasil pasien, optimalisasi rencana pengobatan, dan identifikasi penyakit, ML mentransformasi industri perawatan kesehatan. Kemampuan ML untuk menganalisis data medis, termasuk data genetik, pencitraan, dan rekam medis elektronik, serta menemukan pola yang dapat menunjukkan adanya penyakit merupakan salah satu penggunaan ML yang paling signifikan dalam industri perawatan kesehatan. Misalnya, algoritma ML seringkali lebih akurat daripada dokter manusia dalam mengidentifikasi kelainan kecil pada pencitraan medis, seperti MRI atau sinar-X, yang mungkin mengindikasikan adanya penyakit seperti kanker. Untuk meningkatkan angka kelangsungan hidup dan memberikan pengobatan yang efektif, deteksi dini ini sangat penting. Dengan memprediksi bagaimana pasien akan bereaksi terhadap berbagai obat, ML dimanfaatkan tidak hanya untuk diagnosis tetapi juga untuk optimasi rencana pengobatan.

Model ML dapat mengusulkan opsi tindakan yang disesuaikan yang kemungkinan besar akan berhasil untuk pasien tertentu berdasarkan genetika, gaya hidup, dan kekhususan penyakit mereka dengan mengevaluasi data dari uji klinis dan riwayat pasien. Seiring semakin terintegrasinya ML ke dalam perawatan kesehatan, ia berpotensi untuk secara signifikan mengubah industri, menjadikan perawatan kesehatan lebih prediktif, personal, dan efisien.

ML dalam Keuangan: Penilaian Risiko dan Perdagangan Algoritma

Di sektor keuangan, ML merevolusi cara penilaian risiko, memfasilitasi perdagangan algoritma, dan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat. Untuk mengevaluasi risiko, algoritma ML memeriksa kumpulan data besar, seperti riwayat kredit, data pasar, dan indikator ekonomi, untuk menentukan seberapa layak kreditnya orang dan perusahaan. Lembaga keuangan dapat membuat keputusan pinjaman yang lebih tepat dan menurunkan kemungkinan gagal bayar dengan menggunakan algoritma ini untuk menemukan pola kecil yang mungkin menunjukkan kemungkinan masalah.

Lembaga keuangan dapat melindungi konsumen mereka dan menghentikan penipuan dengan analisis waktu nyata ini. Dalam ranah perdagangan algoritma, algoritma ML digunakan untuk menganalisis data pasar dan mengeksekusi perdagangan dengan kecepatan dan volume yang melampaui kemampuan manusia. Algoritma ini menggunakan data historis untuk mengidentifikasi pola dan memprediksi pergerakan pasar, memungkinkan pedagang untuk membuat keputusan yang menguntungkan dalam hitungan milidetik. Sistem perdagangan



algoritma terus belajar dan beradaptasi dengan kondisi pasar baru, sehingga sangat efektif di pasar yang volatil.

Algoritma ML digunakan dalam perdagangan algoritmik untuk menganalisis data pasar dan melaksanakan transaksi dengan ukuran dan kecepatan yang tidak dapat dibayangkan oleh manusia. Algoritma ini memungkinkan penjual untuk membuat keputusan yang tepat dalam hitungan milidetik dengan memanfaatkan data masa lalu untuk mengidentifikasi tren dan memprediksi pergerakan pasar. Karena selalu mengambil data baru dan menyesuaikan diri dengan kondisi pasar yang berubah, sistem perdagangan algoritmik sangat sukses bahkan di pasar yang tidak stabil.

ML dalam Manufaktur: Pemeliharaan Prediktif dan Optimasi Proses

Dengan memfasilitasi pemeliharaan prediktif dan menyederhanakan prosedur produksi, ML merevolusi operasi di sektor industri. Dengan menggunakan ML, pemeliharaan prediktif menganalisis data sensor dari mesin untuk memprediksi kapan suku cadang kemungkinan akan rusak. Model ML mampu memprediksi kemungkinan kerusakan sebelum terjadi dengan mendeteksi pola dan anomali dalam data ini. Hal ini memungkinkan produsen untuk mengatur pemeliharaan pada periode yang paling tepat. Dengan menyesuaikan pengaturan manufaktur, misalnya, algoritma ML dapat memaksimalkan pemanfaatan sumber daya mentah, meminimalkan limbah, dan meningkatkan kualitas barang jadi. Selain itu, ML dapat digunakan dalam manajemen rantai pasokan di sektor manufaktur untuk membantu bisnis memperkirakan permintaan dengan lebih akurat dan memodifikasi jadwal produksi mereka sesuai dengan itu.

ML dalam Energi: Optimasi Konsumsi dan Prediksi Kegagalan

Untuk memprediksi permintaan energi dan memodifikasi pasokan dengan tepat, model ML memeriksa data dari berbagai sumber, seperti pola meteorologi, tren penggunaan energi, dan indikator ekonomi. Hal ini membantu dalam pengurangan limbah, pengurangan biaya operasional, dan optimasi distribusi listrik untuk pemasok energi. Dengan pemantauan dan kontrol waktu nyata atas konsumsi energi yang dimungkinkan oleh jaringan pintar berbasis ML, pelanggan dapat meminimalkan penggunaan mereka selama jam puncak dan memanfaatkan tarif yang lebih murah selama jam di luar jam puncak. Model ML dapat mengidentifikasi indikator awal keausan atau kemungkinan kerusakan dengan menganalisis data sensor dari aset-aset ini. Hal ini memungkinkan pemeliharaan langsung dan menurunkan kemungkinan pemadaman yang tidak direncanakan.

IoT dalam Manajemen Bisnis

IoT telah muncul sebagai komponen kunci manajemen perusahaan kontemporer, memfasilitasi pengambilan keputusan berbasis data yang lebih baik, peningkatan efisiensi di berbagai industri, dan konektivitas yang lebih besar. Penggunaan IoT di kota pintar, manufaktur, logistik, pertanian, dan perawatan kesehatan akan dibahas di bagian-bagian berikut.

IoT dalam Manufaktur: Pabrik Pintar dan Optimalisasi Produksi

IoT mendorong pergeseran industri manufaktur ke "pabrik pintar," yaitu jaringan mesin dan sistem yang terhubung yang memungkinkan otomatisasi, optimalisasi, dan pemantauan



proses produksi secara real-time. Sensor IoT yang terintegrasi ke dalam mesin mengumpulkan informasi tentang berbagai faktor, termasuk getaran, suhu, dan penggunaan energi. Setelah itu, data ini diperiksa untuk meningkatkan efisiensi secara keseluruhan, mengurangi waktu henti, dan menyederhanakan proses produksi. IoT, misalnya, memiliki kemampuan untuk melacak kinerja mesin dan memprediksi kapan perawatan diperlukan, mencegah kerusakan yang tidak direncanakan dan mengurangi waktu henti yang mahal.

IoT dalam Logistik: Pelacakan Pengiriman Real-time dan Visibilitas Rantai Pasokan

IoT juga mempermudah manajemen rantai pasokan proaktif. Karena tingkat visibilitas ini, bisnis dapat bereaksi cepat terhadap kemungkinan masalah dan menjamin pengiriman barang tepat waktu dan dalam kondisi optimal. IoT juga meningkatkan manajemen inventaris dengan memberikan perusahaan data yang tepat dan terkini tentang tingkat stok. Hal ini membantu mereka mengoptimalkan tingkat persediaan, mengurangi biaya penyimpanan, dan menghindari kekurangan stok atau kelebihan stok. Data IoT dapat diintegrasikan dengan sistem lain seperti manajemen hubungan pelanggan (CRM) dan perencanaan sumber daya perusahaan (ERP), dalam konteks manajemen rantai pasokan yang lebih luas untuk memberikan gambaran terintegrasi dari seluruh rantai pasokan, memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik dan meningkatkan efisiensi operasional. Teknologi IoT akan terus berkembang dan memiliki dampak yang semakin besar pada logistik, yang mengarah pada peningkatan kepuasan konsumen, efisiensi, dan transparansi.

IoT di Bidang Pertanian: Pertanian Presisi dan Peningkatan Hasil Panen

Pertanian presisi, yang menggunakan data dan teknologi untuk mengoptimalkan hasil panen, mengurangi penggunaan sumber daya, dan meningkatkan produksi pertanian, adalah salah satu cara IoT mengubah pertanian. Perangkat IoT mengumpulkan data secara real-time pada berbagai parameter yang memengaruhi pertumbuhan tanaman, termasuk suhu, kelembaban, tingkat nutrisi, dan kelembaban tanah. Contoh perangkat ini termasuk stasiun cuaca, drone, dan sensor tanah. Petani dapat memanfaatkan analisis data ini untuk mendapatkan saran praktis tentang kapan harus menanam, menyiram, memupuk, dan memanen tanaman mereka. Untuk menghemat air dan menjamin bahwa tanaman menerima jumlah kelembapan yang tepat, sensor tanah, misalnya, dapat mengidentifikasi kapan bagian tertentu dari lahan kering dan menyebabkan sistem irigasi hanya menyirami wilayah tersebut.

IoT dalam Perawatan Kesehatan: Pemantauan Pasien Jarak Jauh dan Analisis Data Real-time

IoT merevolusi perawatan kesehatan dengan menyediakan analisis data real-time dan pemantauan pasien jarak jauh, yang meningkatkan hasil pasien dan mengubah cara perawatan diberikan. Perangkat IoT terus menerus mengumpulkan informasi tentang tanda-tanda vital pasien, termasuk detak jantung, tekanan darah, kadar glukosa, dan aktivitas fisik. Contoh perangkat ini adalah monitor kesehatan yang dapat dikenakan dan peralatan medis pintar. Transmisi data ini secara real-time kepada praktisi perawatan kesehatan memungkinkan pemantauan kondisi pasien yang berkelanjutan tanpa memerlukan kunjungan rumah sakit yang sering. Dalam hal pengelolaan penyakit kronis, pemantauan pasien jarak jauh sangat membantu karena memungkinkan identifikasi dini kemungkinan masalah kesehatan dan



intervensi yang cepat, yang menurunkan kemungkinan komplikasi dan rawat inap ulang di rumah sakit.

IoT di Kota Pintar: Manajemen Lalu Lintas dan Optimalisasi Energi

Sensor IoT yang dipasang di jalan, lampu lalu lintas, dan mobil mengumpulkan data waktu nyata tentang arus lalu lintas, kemacetan, dan kecelakaan. Pengaturan waktu sinyal lalu lintas ditingkatkan, kemacetan lalu lintas dikurangi, dan efektivitas sistem transportasi umum ditingkatkan melalui analisis data ini. Misalnya, sinyal lalu lintas pintar dapat menyesuaikan pengaturan waktunya sebagai respons terhadap kondisi lalu lintas untuk memprioritaskan kendaraan darurat atau mengurangi waktu tunggu di persimpangan.

Selain manajemen lalu lintas, IoT sangat penting untuk optimalisasi energi di kota pintar. Jaringan pintar yang diaktifkan IoT memantau konsumsi energi di seluruh kota, memungkinkan penyesuaian waktu nyata pada distribusi untuk mengurangi pemborosan dan memastikan pasokan yang konsisten. Sensor IoT yang dapat secara otomatis menyesuaikan pencahayaan dan sistem HVAC berdasarkan hunian dan kondisi lingkungan dapat menghemat sejumlah besar energi di gedung dan lampu jalan.

4.4 INTEGRASI DAN TREN MASA DEPAN

Bagian ini membahas integrasi AI, ML, dan IoT dengan tren masa depan.

Konvergensi AI, ML, dan IOT

Lanskap perusahaan saat ini sedang direvolusi oleh konvergensi AI, ML, dan IoT. Dengan meningkatkan kemampuan masing-masing teknologi, integrasi ini meningkatkan pengalaman konsumen di berbagai industri dan mendorong proses dan solusi yang lebih kreatif dan efisien.

Manfaat Sinergis dan Peningkatan Kemampuan

Ketika AI, ML, dan IoT digabungkan, keunggulan masing-masing teknologi digabungkan, menciptakan kemampuan baru dan efek sinergis yang memberikan banyak nilai bagi perusahaan. Data real-time yang masif dihasilkan oleh perangkat IoT dari berbagai sumber, menawarkan banyak data untuk penelitian. Data ini dapat diproses dan dianalisis menggunakan algoritma ML untuk menemukan pola, memprediksi tren masa depan, dan membuat penilaian yang dapat dipertanggungjawabkan. AI memberikan lapisan kecerdasan pada sistem, sehingga memungkinkan sistem untuk bernalar dan membuat keputusan yang rumit selain belajar dari data. Hal ini memungkinkan otomatisasi tingkat lanjut dan optimasi proses. Sistem AI dapat secara independen memodifikasi prosedur produksi untuk meningkatkan kualitas output dan mengurangi limbah.

Demikian pula, manajemen rantai pasokan mendapat manfaat dari perutean dinamis dan kontrol inventaris yang dimungkinkan oleh data real-time dari perangkat IoT yang digabungkan dengan ML dan analitik prediktif, yang menurunkan biaya dan mempercepat pengiriman. Selain itu, konvergensi ini mempermudah pembuatan lingkungan cerdas, seperti rumah dan kota cerdas, di mana sistem dapat mengelola sumber daya seperti air dan listrik secara lebih berkelanjutan dan otonom. Konvergensi AI, ML, dan IoT merangsang inovasi dan membuka kemungkinan untuk model bisnis dan layanan baru yang sebelumnya tidak dapat



dicapai dengan memungkinkan perangkat untuk berinteraksi, belajar, dan membuat keputusan secara kolektif.

Studi Kasus Integrasi yang Sukses

Siemens adalah bisnis manufaktur industri multinasional yang operasinya merupakan contoh utama integrasi yang sukses. Platform “MindSphere” Siemens, sebuah sistem operasi IoT terbuka yang menghubungkan sistem, fasilitas, dan produk, menggabungkan teknologi AI, ML, dan IoT. Dengan menggunakan sensor IoT untuk mengumpulkan data real-time dari peralatan industri, platform ini menggunakan algoritma ML untuk menilai kinerja dan memprediksi kebutuhan perawatan, sehingga meminimalkan biaya perawatan dan waktu henti. Komponen AI mengoptimalkan efisiensi produksi dan kualitas produk dengan memungkinkan modifikasi otomatis pada proses manufaktur berdasarkan wawasan data. Siemens telah memperoleh keuntungan dari keunggulan kompetitif industri dan peningkatan kinerja operasional sebagai hasil dari pendekatan terintegrasi ini.

Cara Amazon menggunakan teknologi ini di pusat pemenuhan dan aktivitas rantai pasokan mereka menjadi contoh lain. Melalui penggunaan platform digital HealthSuite mereka, Philips dan rumah sakit di seluruh dunia telah menunjukkan integrasi yang efisien di sektor perawatan kesehatan. Studi kasus ini menyoroti bagaimana integrasi AI, ML, dan IoT dapat merevolusi berbagai sektor. Mereka menyoroti cara-cara di mana perusahaan dapat memanfaatkan konvergensi ini untuk meningkatkan produktivitas, mengembangkan layanan baru, dan memberikan nilai lebih kepada pelanggan yang semuanya pada akhirnya akan mendorong perkembangan dan membantu mereka tetap kompetitif di dunia yang semakin digital.

Tren dan Inovasi Masa Depan

Konvergensi AI, ML, dan IoT hanyalah permulaan. Bagian ini membahas bagaimana teknologi yang berkembang dapat memengaruhi manajemen perusahaan di masa depan, serta kesulitan dan masalah moral yang ditimbulkannya.

Teknologi Baru dan Potensi Dampaknya

Manajemen perusahaan di masa depan diperkirakan akan sangat dipengaruhi oleh sejumlah teknologi yang berkembang seiring perusahaan terus merangkul transformasi digital. Di antara teknologi tersebut, blockchain, edge computing, dan quantum computing menonjol sebagai area inovasi yang penting. Perangkat IoT akan mampu mengambil keputusan lebih cepat dan dengan latensi lebih rendah berkat edge computing, yang memproses data lebih dekat ke sumbernya daripada bergantung pada sistem cloud terpusat. Hal ini sangat membantu bagi sektor-sektor di mana reaksi cepat sangat penting, termasuk manufaktur dan perawatan kesehatan.

Meskipun masih dalam tahap awal, quantum computing memiliki kekuatan untuk sepenuhnya mengubah analitik dan pemrosesan data. Bisnis dapat mengatasi masalah yang saat ini tidak dapat dipecahkan dengan komputasi klasik karena kemampuan komputer kuantum untuk melakukan perhitungan kompleks dengan kecepatan yang belum pernah terjadi sebelumnya. Hal ini dapat menghasilkan inovasi di berbagai bidang termasuk optimasi rantai pasokan, pemodelan keuangan, dan pengembangan obat. Teknologi blockchain, yang



terkenal dengan aplikasinya dalam mata uang kripto, diharapkan juga akan berdampak pada administrasi perusahaan dengan menawarkan metode yang terdesentralisasi, transparan, dan aman untuk berbagi data dan transaksi. Teknologi blockchain, bila digunakan bersamaan dengan IoT, dapat menjamin keterlacakan dan integritas data di seluruh rantai pasokan, meningkatkan kepercayaan, dan menurunkan kemungkinan penipuan.

Tantangan dan Pertimbangan Etika

Bisnis perlu memastikan bahwa sejumlah besar data yang dihasilkan oleh perangkat IoT terlindungi dari pelanggaran keamanan dan akses yang tidak sah. Kekhawatiran mengenai pengawasan dan kemungkinan penyalahgunaan informasi juga muncul karena penggunaan AI dan ML dalam analisis data pribadi. Masalah-masalah ini dapat mengakibatkan dilema moral dan kesulitan hukum. Hasil yang tidak adil dapat terjadi, terutama di sektor perekrutan, pinjaman, dan penegakan hukum. Perusahaan perlu berhati-hati untuk memastikan sistem AI bertanggung jawab, transparan, dan tidak bias.

Prediksi untuk Masa Depan Manajemen Bisnis

Perkembangan masa depan dalam AI, ML, IoT, dan teknologi baru menjanjikan perubahan mendasar dalam manajemen perusahaan dalam berbagai cara. Kecenderungan yang semakin meningkat terhadap sistem pengambilan keputusan otonom akan menjadi salah satu perkembangan terpenting. Bisnis akan semakin banyak menggunakan IoT, AI, dan ML untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya, mengurangi pemborosan, dan mengurangi dampak lingkungan. Manufaktur hemat energi, rantai pasokan sirkular, dan jaringan pintar akan menjadi hal yang umum karena perusahaan berupaya mencapai keseimbangan antara tanggung jawab lingkungan dan keuntungan.

4.5 SISTEM OTOMATIS REAL-TIME

Bisnis akan lebih bergantung pada sistem otomatis untuk membuat penilaian secara real-time untuk berbagai tugas, seperti manajemen rantai pasokan dan dukungan pelanggan, seiring dengan kemajuan model AI dan ML dalam hal kecanggihan. Akibatnya, prosedur pengambilan keputusan akan lebih cepat dan lebih akurat, memberikan bisnis fleksibilitas yang tak tertandingi untuk beradaptasi dengan perubahan permintaan konsumen dan kondisi pasar. Pada akhirnya, karena permintaan konsumen dan tekanan regulasi, keberlanjutan akan menjadi prioritas utama bagi manajemen bisnis. Teknologi-teknologi ini menghasilkan sistem jaringan cerdas yang memiliki kemampuan untuk belajar, beradaptasi, dan membuat pilihan dengan intervensi manusia minimal. Kesimpulannya, karena perkembangan berkelanjutan teknologi baru dan integrasinya dengan AI, ML, dan IoT, masa depan manajemen perusahaan akan ditentukan oleh otonomi, personalisasi, kerja sama, dan keberlanjutan yang lebih besar. Perusahaan yang mampu menyesuaikan diri dengan perkembangan ini dan memanfaatkan sepenuhnya teknologi-teknologi ini akan berada dalam posisi yang kuat untuk berkembang di ekonomi global yang berkembang pesat.



BAB 5

ANALISIS TEKNIKAL UNTUK TRADER PREDIKSI HARGA SAHAM

5.1 ANALISIS TEKNIKAL SEBAGAI DASAR STRATEGI PERDAGANGAN

Analisis teknikal memberikan dasar bagi strategi perdagangan yang berfungsi sebagai alat penting bagi investor dan trader untuk memahami pergerakan pasar. Dengan menganalisis data harga historis dan volume perdagangan, analisis teknikal memberikan persepsi tentang perilaku pelaku pasar dan membantu trader untuk mengidentifikasi peluang perdagangan potensial. Sebelumnya dalam analisis, kesehatan keuangan dan faktor ekonomi perusahaan dipertimbangkan, tetapi analisis teknikal berfokus pada tren pasar dan aksi harga, yang membuatnya sangat penting untuk keputusan perdagangan jangka pendek. Hipotesis fundamental dari analisis teknikal adalah bahwa volume perdagangan dan pergerakan harga historis terdiri dari pola yang cenderung berulang dari waktu ke waktu. Pola-pola ini dapat diidentifikasi baik melalui formasi grafik seperti head and shoulders dan double tops, atau menggunakan indikator teknis seperti *moving average* (MA) dan *relative strength index* (RSI), yang memberikan petunjuk kepada trader tentang pergerakan harga di masa depan. Dari pola yang teridentifikasi ini, trader dapat membuat keputusan kapan harus masuk atau keluar dari perdagangan, dengan tujuan memaksimalkan keuntungan dan meminimalkan risiko.

Karena kemajuan teknologi dan ketersediaan data keuangan dalam jumlah besar, efektivitas analisis teknis telah meningkat secara signifikan. Trader dapat dengan mudah mengakses banyak data historis dari berbagai platform perdagangan online dan basis data keuangan seperti Yahoo Finance yang dapat digunakan untuk menyempurnakan teknik analisis teknis mereka. Kumpulan data yang luas yang mencakup berbagai instrumen keuangan termasuk saham, obligasi, komoditas, dan mata uang disediakan oleh Yahoo Finance khususnya. Harga historis, volume perdagangan, dan metrik keuangan utama lainnya termasuk dalam data yang menjadikannya sumber daya yang tak ternilai bagi trader.

Volume data yang sangat besar dan analisisnya yang efektif memerlukan peningkatan dalam teknik pembuatan grafik tradisional. Di sinilah AI memainkan peran penting. AI dapat dengan mudah merevolusi analisis teknis melalui otomatisasi proses pengenalan pola, mengoptimalkan strategi perdagangan, dan memberikan prediksi tren pasar yang lebih akurat. Analisis keuangan telah ditingkatkan berkat kemajuan dalam teknik komputasi seperti AI, yang mencakup ML dan pembelajaran mendalam. Kemampuan AI untuk memproses sejumlah besar data dengan kecepatan tinggi dan untuk mengidentifikasi pola kompleks yang mungkin tidak terlihat oleh mata manusia menjadikannya alat yang paling ampuh untuk meningkatkan analisis teknis. Untuk mengenali pola tertentu atau untuk mengoptimalkan indikator teknis berdasarkan data historis, kita dapat melatih algoritma ML. Akurasi algoritma ini dapat ditingkatkan dengan memastikan pembelajaran berkelanjutan dan adaptasi terhadap data baru. Adaptabilitas dinamis ini berguna di pasar keuangan di mana kondisi dapat berubah dengan cepat dan strategi harus disesuaikan accordingly.



Manfaat utama penggunaan AI dalam analisis teknis adalah kemampuan AI untuk menangani kumpulan data besar secara efisien. Metode tradisional kesulitan dengan volume data yang sangat besar yang disediakan oleh platform perdagangan online seperti Yahoo Finance, tetapi kemampuan model AI untuk memproses sejumlah besar data dan dengan mudah menganalisis data ini secara real-time memberikan wawasan tepat waktu kepada para pedagang. Mari kita pertimbangkan sebuah contoh: model AI dapat dengan mudah menganalisis data harga historis selama bertahun-tahun di berbagai aset untuk mengidentifikasi pola yang berulang dan memprediksi pergerakan harga di masa depan dengan akurasi tinggi dibandingkan dengan analisis manual.

Analisis teknis dapat ditingkatkan dengan menggabungkan sumber data tambahan yang mungkin tidak dipertimbangkan dalam metode tradisional. Misalnya, analisis sentimen artikel baru di postingan media sosial dan laporan pendapatan yang dapat dikombinasikan dengan data harga untuk memberikan pandangan yang lebih komprehensif tentang kondisi pasar. Kita dapat mengintegrasikan sumber data ini, dan model AI dapat menghasilkan prediksi yang lebih bernuansa yang dapat membantu para pedagang lebih memahami faktor-faktor yang mendorong tren pasar.

Indikator teknis adalah perhitungan matematis berdasarkan data harga, volume, atau open interest. Indikator yang umum digunakan adalah *moving average* (MA) yang membantu mengidentifikasi arah tren secara keseluruhan dengan menghaluskan data harga, TSI (*relative strength index*) yang mengukur besarnya perubahan harga baru-baru ini untuk menentukan apakah suatu aset mengalami *overbought* atau *oversold*, dan Bollinger Bands yang terdiri dari *moving average* dengan pita atas dan bawah yang mewakili deviasi standar.

Analisis teknis diintegrasikan dengan AI dalam keuangan menggunakan model ML dan model berbasis data untuk meningkatkan prediksi harga pasar, tren, dan sinyal perdagangan. Dengan memeriksa data harga historis, model AI dapat mengenali pola kompleks dan memprediksi perilaku di masa mendatang. Pemrosesan data nyata AI memungkinkan kita untuk menganalisis sejumlah besar data keuangan seperti volume perdagangan, grafik, dan analisis sentimen untuk para pedagang dengan wawasan yang dapat ditindaklanjuti.

5.2 ANALISIS PEDAGANG DAN PREDIKSI SAHAM

Bagian ini memberikan tinjauan literatur tentang karya yang ada di bidang analisis pedagang. Dalam bab ini, Jayashree S. Patil dkk. mengusulkan model pembelajaran mendalam tingkat lanjut yang telah terbukti efektif dalam memberikan perkiraan saham yang andal, terutama dalam skenario deret waktu yang sangat nonlinier. Tujuannya adalah untuk mengembangkan model pembelajaran mendalam yang menawarkan akurasi prediksi yang lebih baik untuk saham. Pendekatan ini berfokus pada identifikasi dan pemahaman faktor-faktor yang memengaruhi valuasi mata uang digital ini. Prediksi saham deret waktu tidak hanya efisien tetapi juga membantu meminimalkan potensi kerugian. Sistem terus memperbarui data setiap detik, memastikan ketersediaan harga saham secara real-time.

Sistem ini menyederhanakan tugas dengan mengkonsolidasikan semua informasi saham yang diperlukan di satu tempat dan menyediakannya dalam hitungan detik. Pengguna



dapat berinteraksi dengan chatbot untuk mengakses harga terkini, berita, prediksi, dan analisis sentimen mengenai saham tertentu. Analisis sentimen dilakukan menggunakan data Twitter, dan prediksi dibuat menggunakan jaringan saraf, KNN, dan regresi linier. S. Sarvesh dkk. memprediksi bahwa pasar saham berharga bagi investor jangka panjang dan jangka pendek untuk merencanakan keuntungan dan meminimalkan kerugian. Akurasi peramalan adalah kunci dalam memilih metode.

Dalam hal ini, kami menggunakan LSTM, RNN, dan CNN untuk meramalkan tren saham. Prediksi saham melibatkan analisis fundamental (penjualan, pendapatan) dan analisis teknikal (harga historis dan VWAP). Kami fokus pada prediksi tren harga saham melalui analisis deret waktu berdasarkan harga historis. LSTM memproses seluruh rangkaian data dan menggunakan sel memori untuk menghubungkan dan mengingat informasi secara efisien, membantu memprediksi harga saham dari waktu ke waktu. Harmanjeet Singh dkk. menemukan bahwa peramalan harga saham telah menjadi aspek penting dari lanskap ekonomi, dipengaruhi oleh volatilitas pasar dan kebisingan. Bab ini menyajikan kerangka kerja hibrida yang menggabungkan LSTM bertumpuk dan jaringan konvolusional untuk meningkatkan akurasi.

Model tersebut dilatih menggunakan data harga saham ADANI selama 14 tahun dan dievaluasi menggunakan *root mean square error* (RMSE). Eksperimen menunjukkan bahwa model LSTM bertumpuk berkinerja kompetitif dalam prediksi harga saham di berbagai skenario. Aaron Josey dkk. menemukan bahwa memprediksi tren pasar saham merupakan tugas penting namun kompleks dalam bidang keuangan. Penelitian ini memanfaatkan algoritma LSTM, sejenis RNN, untuk membangun model peramalan harga saham menggunakan data historis dari Yahoo Finance. Langkah-langkah kuncinya meliputi pra-pemrosesan data, implementasi model LSTM, dan perbandingan kinerjanya dengan random forest dan regresi linier.

Model LSTM mengungguli model tradisional, dengan kesalahan yang lebih rendah dan akurasi yang lebih tinggi, menunjukkan kemampuannya untuk menangkap ketergantungan jangka panjang dalam data saham. Studi ini menyoroti potensi LSTM untuk meningkatkan prediksi saham, membantu investor dalam membuat keputusan yang tepat. Penelitian selanjutnya dapat mencakup indikator makroekonomi dan analisis sentimen untuk meningkatkan model. Jyothirmayee dkk. menemukan bahwa tren harga pasar saham merupakan area fokus utama di bidang seperti ilmu komputer, ekonomi, dan keuangan.

Memprediksi harga saham menggunakan ML dan AI merupakan tren yang berkembang, dengan banyak peneliti berupaya meningkatkan akurasi model. Bab ini mengeksplorasi model terbaik untuk prediksi pasar saham, dengan fokus pada lima teknik pembelajaran terawasi: *support vector machine* (SVM), random forest, *k-nearest neighbors* (KNN), dan Bernoulli Naïve Bayes. Hasil menunjukkan bahwa SVM berkinerja terbaik pada dataset besar, sedangkan random forest dan Naïve Bayes ideal untuk dataset yang lebih kecil. Prediksi saham yang akurat akan sangat menguntungkan investor dan lembaga keuangan. Ferdiansyah dkk. menemukan bahwa Bitcoin, sejenis mata uang kripto, telah menjadi investasi populer di pasar saham, tetapi nilainya sangat fluktuatif, seringkali naik dan turun secara tidak



terduga. Karena fluktuasi ini, diperlukan alat otomatis untuk memprediksi kinerja pasar Bitcoin.

Studi ini berfokus pada pengembangan model prediksi Bitcoin menggunakan LSTM, modul khusus untuk RNN yang telah populer di kalangan peneliti. Menggunakan data dari Yahoo Finance, model ini dapat memprediksi harga Bitcoin, memperkirakan nilai di atas Rp 126 juta dalam beberapa hari mendatang. Studi ini diakhiri dengan wawasan dan saran untuk pekerjaan di masa mendatang. Ilaria Bordino dkk. menemukan bahwa lalu lintas web merupakan cerminan kuat dari peristiwa dunia nyata, dengan volume pencarian web menunjukkan korelasi positif dengan volume perdagangan saham dan sentimen investor.

Kami berhipotesis bahwa perilaku penelusuran pengguna pada portal khusus domain merupakan prediktor niat pengguna yang lebih baik daripada pencarian web. Dengan berfokus pada domain keuangan, kami menganalisis data penelusuran web dan perdagangan lebih dari 2.600 saham dari NYSE, Nasdaq, dan S&P. Temuan menunjukkan bahwa penelusuran web di Yahoo Finance dapat memprediksi volume perdagangan saham dua hingga tiga hari ke depan, menawarkan akurasi yang lebih baik daripada pencarian web. Selain itu, granularitas waktu harian meningkatkan daya prediksi, sementara pengelompokan saham berdasarkan industri atau sektor mengurangnya. Hasil ini didukung oleh uji statistik dan kausalitas.

5.3 INTEGRASI MODEL AI DENGAN ANALISIS TEKNIS

Cara para trader dan investor menganalisis, memprediksi, dan mengeksekusi perdagangan telah mengalami revolusi melalui integrasi AI dengan analisis teknis. Analisis teknis tradisional bergantung pada data harga historis dan pola grafik untuk memprediksi pergerakan harga di masa depan. Pendekatan ini telah ditingkatkan dengan bantuan algoritma ML, serta kemampuan pemrosesan data dan pengenalan pola yang telah melampaui metode tradisional. Integrasi ini mencakup berbagai bidang seperti berikut:

- *Pengenalan Pola:* Sebelumnya dalam analisis teknis tradisional, para trader menggunakan grafik harga, indikator seperti moving average, Bollinger Bands, dan pola seperti head and shoulders dan double tops untuk mengambil keputusan, sedangkan model AI menggunakan deep learning yang dapat mengotomatiskan dan meningkatkan deteksi pola kompleks dalam dataset besar. AI dapat dengan mudah mengenali pola seperti segitiga, saluran, atau formasi harmonik dengan akurasi dan kecepatan yang lebih tinggi daripada trader manusia dalam mengidentifikasi bahkan variasi halus yang mungkin terlewatkan.
- *Pemodelan Prediktif:* Para analis sering menggunakan data historis untuk memprediksi tren masa depan berdasarkan formasi grafik dan pasar dalam analisis teknis tradisional, sementara model berbasis AI seperti jaringan saraf dan pembelajaran penguatan (RL) dapat dengan mudah menganalisis data pasar masa lalu yang menghasilkan prediksi pergerakan harga di masa depan yang lebih akurat. Model-model ini telah dirancang sedemikian rupa sehingga dapat dengan mudah beradaptasi dan belajar dari data baru secara terus menerus, sehingga meningkatkan akurasi prediksinya dari waktu ke waktu.



- *Indikator yang Ditingkatkan AI:* Indikator seperti RSI, *moving average convergence divergence* (MACD), dan Fibonacci retracement adalah indikator tradisional yang membantu pedagang untuk menentukan momentum pasar, kondisi overbought atau oversold, dan level retracement harga, dan indikator ini ditingkatkan dengan menyesuaikan parameternya secara dinamis atau menggabungkan beberapa indikator menjadi sinyal yang dioptimalkan. Kerangka waktu atau pengaturan optimal untuk indikator dapat diidentifikasi oleh algoritma AI yang membantu pedagang mengoptimalkan strategi mereka.
- *Sistem Perdagangan Otomatis:* Aturan atau kondisi yang telah ditentukan sebelumnya telah digunakan oleh perdagangan algoritmik untuk mengeksekusi perdagangan secara otomatis dalam sistem tradisional, sedangkan AI telah membawa perdagangan ke tingkat berikutnya melalui sistem pengambilan keputusan cerdas yang akan belajar dari pasar. Beberapa pasar, indikator, dan titik data dapat dianalisis dan dieksekusi secara bersamaan dengan akurasi yang lebih tinggi. Dinamika pasar yang berubah dapat dengan mudah diadaptasi oleh sistem AI yang akan meningkatkan waktu eksekusi kinerja perdagangan.
- *Manajemen Risiko dan Optimalisasi Portofolio:* Dalam pendekatan tradisional, risiko dikelola dengan menerapkan strategi seperti diversifikasi, order stop-loss, dan penentuan ukuran posisi oleh para pedagang, sedangkan model AI dapat dengan mudah memproses sejumlah besar data untuk memprediksi volatilitas dan merekomendasikan alokasi aset yang optimal. Portofolio dapat dengan mudah disesuaikan secara real-time berdasarkan kondisi pasar yang berkembang melalui alat mitigasi yang digerakkan oleh AI.
- *Analisis Sentimen:* Para trader terdahulu sering mengukur sentimen pasar dengan menganalisis berita, media sosial, dan perilaku investor dengan bantuan indikator sentimen, sementara model NLP dengan mudah menganalisis sejumlah besar artikel berita, unggahan media sosial, dan laporan keuangan secara real-time untuk mengekstrak sentimen. Model analisis teknikal diberi masukan sentimen pasar yang terkuantifikasi, menggunakan alat AI, yang memberikan gambaran yang lebih komprehensif tentang kondisi pasar.

5.4 TEKNIK AI UNTUK MENGOPTIMALKAN STRATEGI PERDAGANGAN

Dalam dunia perdagangan keuangan yang serba cepat, mengoptimalkan strategi perdagangan telah menjadi sangat penting bagi para trader untuk tetap kompetitif dan meningkatkan profitabilitas. Strategi perdagangan tradisional, berdasarkan pergerakan harga historis, indikator teknikal, atau analisis fundamental, dapat efektif tetapi memiliki keterbatasan, terutama ketika dihadapkan dengan sejumlah besar data pasar dan perubahan cepat dalam kondisi pasar. AI telah merevolusi domain ini dengan menyediakan alat yang ampuh untuk analisis data, pengenalan pola, dan pemodelan prediktif, memungkinkan para trader untuk mengoptimalkan strategi dengan cara yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan.



Algoritma ML seperti pohon keputusan, SVM, dan hutan acak digunakan untuk mengklasifikasikan tren pasar, mengidentifikasi pola yang menguntungkan, dan memprediksi pergerakan harga. Model-model ini dilatih pada data historis dan dapat menghasilkan sinyal (beli, jual, tahan) berdasarkan fitur input. Pembelajaran mendalam, khususnya RNN dan jaringan LSTM, efektif dalam menganalisis data deret waktu seperti harga saham. Jaringan LSTM sangat berguna dalam menangkap ketergantungan sekuensial, menjadikannya ideal untuk memprediksi pergerakan harga dan volatilitas di masa mendatang. CNN juga dapat diterapkan untuk menganalisis grafik harga dan mengenali pola. Dalam RL, agen AI belajar membuat keputusan perdagangan dengan berinteraksi dengan lingkungan pasar dan memaksimalkan fungsi imbalan (keuntungan). Model RL beradaptasi dan berevolusi saat mereka mempelajari tindakan mana (beli, jual, tahan) yang menghasilkan pengembalian tertinggi, menawarkan alat optimasi strategi yang sangat dinamis dan terus berkembang. Model AI dapat menganalisis sentimen pasar dari artikel berita, unggahan media sosial, dan laporan perusahaan menggunakan teknik NLP. Analisis sentimen membantu para trader memahami suasana pasar secara keseluruhan, yang dapat diintegrasikan ke dalam strategi teknis untuk meningkatkan akurasi prediksi.

AI dalam optimasi strategi memiliki beberapa keunggulan seperti kecepatan tinggi, akurasi, dan efisiensi untuk memproses dan menganalisis data dengan kecepatan dan skala yang jauh melampaui kemampuan manusia, yang memungkinkan pengambilan keputusan secara real-time dan sangat penting dalam perdagangan frekuensi tinggi atau pasar yang berubah dengan cepat. Model AI bersifat dinamis dan dapat beradaptasi dengan kondisi pasar baru. Hal ini memungkinkan penyempurnaan strategi perdagangan secara terus-menerus untuk memperhitungkan data, tren, atau anomali baru di pasar.

5.5 PERAN AI DALAM ANALISIS TEKNIS

Dalam konteks pasar keuangan, manajemen risiko dengan analisis yang ditingkatkan AI memainkan peran penting dalam analisis teknis. Pengambilan keputusan dapat ditingkatkan dengan menggunakan alat bertenaga AI yang membantu pedagang untuk mendeteksi pola, memprediksi tren, dan mengelola risiko secara lebih efektif. Mari kita lihat bagaimana AI meningkatkan analisis teknis dan bagaimana AI mendukung strategi manajemen risiko.

Pengenalan Pola Menggunakan AI

Analisis teknis sepenuhnya bergantung pada pengenalan pola harga seperti head and shoulders, double tops, atau trendlines. Sejumlah besar data harga historis dapat dideteksi dengan sistem berbasis AI, yang dapat memprediksi pola-pola ini lebih efisien daripada manusia.

- *Analisis Tren:* Tren halus yang mungkin terlewatkan oleh indikator tradisional seperti moving average atau RSI dapat dengan mudah diidentifikasi oleh AI. Beberapa kerangka waktu dapat diintegrasikan melalui model AI sehingga menghasilkan deteksi tren pada tahap awal yang akan membantu para trader untuk menyesuaikan eksposur risiko mereka.



- *Identifikasi Pola:* Pola grafik secara real-time dapat diidentifikasi dan diklasifikasikan secara otomatis dengan bantuan model deep learning, terutama CNN. Ini membantu mengurangi bias manusia dan meningkatkan keandalan indikator teknis.

Level Stop-Loss dan Take-Profit Dinamis dengan AI

Menetapkan level stop-loss dan take-profit untuk membatasi kerugian dan mengunci keuntungan merupakan bagian dari manajemen risiko. Level-level ini dapat disesuaikan secara dinamis berdasarkan kondisi pasar dan pergerakan harga.

- *Optimasi Take-Profit:* Dengan bantuan AI, para trader dapat dengan mudah mengoptimalkan level take-profit berdasarkan prediksi real-time momentum harga dan probabilitas pembalikan. Ini akan memastikan para trader memaksimalkan potensi keuntungan tanpa kehilangan keuntungan yang seharusnya mereka dapatkan.
- *Algoritma Stop-Loss Adaptif:* Pengaturan stop-loss dapat dioptimalkan menggunakan model AI dengan menganalisis pergerakan harga historis, volatilitas, dan selera risiko. Ini akan membantu para trader dalam menetapkan stop loss yang lebih cerdas yang akan menghindari pemicuan prematur dan mencegah kerugian yang tidak perlu akibat noise pasar jangka pendek.

Indikator Prediktif dengan ML

Bentuk indikator teknis yang lebih canggih disediakan oleh model AI yang melampaui indikator lagging tradisional seperti MACD atau Bollinger Bands. Indikator ini membantu dalam membuat prediksi yang lebih akurat, sehingga membantu para trader untuk mengelola risiko secara real-time.

- *Indikator Momentum:* Kekuatan pasar dan kondisi overbought atau oversold dengan presisi yang lebih tinggi dapat dinilai oleh indikator momentum yang ditingkatkan AI, membantu para trader untuk bereaksi lebih cepat terhadap pergeseran pasar dan mengurangi paparan terhadap pergerakan harga yang merugikan.
- *Peramalan Volatilitas:* Algoritma ML seperti random forest atau SVM dapat digunakan untuk memprediksi volatilitas pasar di masa depan berdasarkan data harga historis dan variabel lainnya. Pemahaman yang lebih baik tentang kemungkinan fluktuasi harga akan membantu para trader untuk menyesuaikan posisi mereka dan menetapkan level stop-loss yang sesuai.

Optimasi Risiko dan Imbalan Melalui Strategi Perdagangan yang Didukung AI

Para trader dapat dengan mudah mengoptimalkan rasio risiko atau imbalan mereka melalui model AI karena memberikan wawasan tentang pengembalian yang diharapkan relatif terhadap risiko yang diambil. Dengan bantuan wawasan ini, AI dapat menyesuaikan strategi perdagangan agar sesuai dengan toleransi risiko trader.

- ❖ *Pengembalian yang Disesuaikan dengan Risiko:* Kinerja berbagai strategi perdagangan berdasarkan pengembalian yang disesuaikan dengan risiko (misalnya, rasio Sharpe) dapat dengan mudah dinilai oleh AI. Potensi imbalan membenarkan risiko dan dapat dievaluasi oleh para trader sebelum mengeksekusi perdagangan.
- ❖ *Algoritma Penentuan Ukuran Posisi:* Untuk menentukan ukuran posisi optimal berdasarkan penilaian waktu nyata, para trader dapat menggunakan sistem yang



digerakkan oleh AI. Misalnya, model AI dapat menghitung potensi kerugian dari setiap perdagangan dan dapat menyarankan ukuran posisi yang sesuai dengan profil risiko pedagang.

Analisis Sentimen untuk Mitigasi Risiko

Volume besar data tidak terstruktur dari artikel berita, platform media sosial, dan laporan keuangan dapat dengan mudah diproses melalui AI yang memungkinkan pedagang untuk mengukur sentimen pasar. Menggabungkan sentimen ke dalam analisis teknis memberi pedagang konteks yang lebih luas untuk mengelola risiko.

- *Deteksi Risiko Peristiwa:* Dampak peristiwa ekonomi global atau pengumuman perusahaan pada aset tertentu dapat dengan mudah dilacak menggunakan AI. Dengan mempertimbangkan hal ini dalam manajemen risiko, pedagang dapat menyesuaikan posisi mereka sebelumnya untuk meminimalkan kerugian atau memanfaatkan peluang.
- *Indikator Sentimen Pasar:* Para trader dapat dengan mudah memahami psikologi kolektif pasar, yang seringkali mendorong pergerakan harga, dengan bantuan analisis sentimen. Trader dapat mengantisipasi reaksi pasar terhadap peristiwa-peristiwa besar menggunakan indikator sentimen, bersamaan dengan analisis teknis, sehingga mengurangi risiko paparan terhadap volatilitas yang tidak terduga.

AI untuk Manajemen Risiko Portofolio

Manajemen risiko portofolio dapat dioptimalkan dengan menyesuaikan alokasi aset secara dinamis dan mendiversifikasi eksposur untuk mengurangi risiko melalui AI, membantu para trader untuk mengelola portofolio yang terdiri dari berbagai aset.

- ✓ *Penyeimbangan Ulang Berbasis AI:* Kondisi pasar dapat terus dipantau menggunakan sistem AI, dan penyeimbangan ulang portofolio secara real-time memastikan bahwa eksposur risiko portofolio konsisten dengan tujuan trader, sehingga mengurangi eksposur terhadap posisi pasar yang terlalu tinggi dan meningkatkan pengembalian yang disesuaikan dengan risiko.
- ✓ *Portofolio Kesenjangan Risiko:* Portofolio kesetaraan risiko, di mana setiap kelas aset berkontribusi secara sama terhadap risiko portofolio secara keseluruhan, dapat dibuat dan dikelola melalui model berbasis AI, sehingga mengurangi konsentrasi risiko dan meningkatkan stabilitas portofolio secara keseluruhan.

AI untuk Pemantauan dan Peringatan Risiko Secara Real-Time

Perdagangan dan kondisi pasar dapat dipantau secara terus-menerus melalui sistem AI untuk mendeteksi penyimpangan dari perilaku normal. Tindakan korektif dapat diambil oleh para pedagang karena sistem ini mengirimkan peringatan secara real-time kepada para pedagang.

- *Peringatan Berbasis AI:* Para pedagang dapat memodifikasi atau keluar dari posisi sebelum kerugian terakumulasi karena dengan menggunakan analitik prediktif, sistem AI dapat menghasilkan peringatan ketika strategi perdagangan melebihi ambang batas risiko yang telah ditentukan.



- *Dasbor Risiko*: Wawasan real-time tentang paparan risiko keseluruhan seorang pedagang, termasuk risiko pasar, kredit, dan likuiditas, dapat diberikan melalui dasbor yang didukung AI. Metrik seperti nilai-berisiko (VaR), penurunan maksimum, dan paparan portofolio dapat dengan mudah dilacak, memungkinkan para pedagang untuk membuat keputusan manajemen risiko yang lebih tepat.

Deteksi Anomali untuk Pengendalian Risiko Pasar

Untuk identifikasi anomali yang sangat efektif dalam pola harga, volume perdagangan, dan volatilitas, model AI dapat digunakan. Para trader dapat mengurangi risiko karena anomali sering kali menandakan pembalikan pasar yang akan datang atau koreksi harga yang signifikan.

- ✚ *Pemantauan Risiko Ekor*: Sejumlah besar data dapat dengan mudah dianalisis oleh AI untuk memprediksi peristiwa langka namun berdampak (risiko ekor) yang dapat menyebabkan gangguan pasar secara tiba-tiba, membantu para trader untuk mempersiapkan diri menghadapi peristiwa angsa hitam dan menerapkan strategi lindung nilai untuk melindungi portofolio mereka.
- ✚ *Deteksi Pencilan*: Pergerakan pasar yang tidak biasa atau peristiwa langka yang mungkin terlewatkan oleh analisis teknis tradisional dapat dideteksi melalui algoritma ML seperti Autoencoder atau isolation forest. Para trader dapat menyesuaikan eksposur risiko mereka sebelum koreksi pasar yang signifikan, jika terdeteksi lebih awal.

Optimasi Strategi Hedging dengan Daya AI

Paparan terhadap pergerakan pasar yang merugikan dapat dikurangi melalui strategi hedging. Strategi ini dapat dioptimalkan dengan menemukan instrumen hedging yang paling efektif dan menyesuaikan rasio hedging secara dinamis melalui AI.

- *Algoritma Hedging Dinamis*: AI dapat secara dinamis menyesuaikan hedging berdasarkan kondisi pasar real-time, sedangkan metode hedging tradisional menggunakan rasio statis yang mengakibatkan pengurangan over-hedging atau under-hedging, memastikan bahwa trader terlindungi secara memadai di pasar yang volatil.
- *Hedging Derivatif*: Strategi hedging menggunakan derivatif seperti opsi dan futures dapat dioptimalkan melalui model AI. AI dapat menentukan kombinasi instrumen dan rasio hedging terbaik untuk meminimalkan risiko kerugian dengan menganalisis data historis dan memprediksi pergerakan harga.

AI untuk Uji Tekanan Strategi Perdagangan

Evaluasi ketahanan strategi perdagangan dalam skenario yang merugikan dapat dilakukan melalui simulasi pasar ekstrem (uji tekanan) menggunakan model AI.

- *Pengujian Balik dengan AI*: Trader dapat menilai risiko dan kinerja menggunakan pengujian balik strategi perdagangan terhadap data historis. Analisis skenario yang lebih canggih dapat dilakukan dengan mudah dengan menggabungkan sumber data alternatif dan pengujian stres terhadap risiko ekstrem melalui pengujian balik yang ditingkatkan dengan AI.
- *Analisis Skenario*: Simulasi bagaimana strategi perdagangan akan berkinerja dalam kondisi ekstrem, seperti jatuhnya pasar, kenaikan suku bunga, atau peristiwa geopolitik,



dapat dilakukan dengan mudah menggunakan model AI karena dapat menjalankan berbagai skenario pasar untuk membantu trader.

5.6 PENGGUNAAN AI UNTUK ANALISIS TEKNIS DAN MANAJEMEN RISIKO DI RENTECH

Bagian berikut memberikan studi kasus dunia nyata di mana trader dan lembaga keuangan telah berhasil menggunakan analisis teknis yang ditingkatkan dengan AI untuk mengoptimalkan strategi perdagangan mereka dan mengelola risiko.

Penggunaan AI oleh Renaissance Technologies dalam Perdagangan Kuantitatif

Salah satu hedge fund kuantitatif paling sukses yang dikenal karena menggunakan teknik ML dan AI untuk mengoptimalkan strategi perdagangan adalah Renaissance Technologies, yang dipimpin oleh Jim Simons. Mereka meningkatkan analisis teknis menggunakan AI untuk membuat prediksi tentang pergerakan harga aset yang berfokus pada perdagangan jangka pendek.

Teknologi Renaissance menerapkan pengenalan pola harga untuk mengidentifikasi pola dan korelasi harga historis menggunakan AI sementara metode statistik tradisional mungkin tidak tersedia. Dengan memproses sejumlah besar data pasar melalui model AI untuk mendeteksi pola dalam pergerakan harga dan volume yang menandakan potensi peluang beli atau jual. Untuk peramalan deret waktu, teknik ML, seperti jaringan LSTM, telah digunakan oleh RenTech untuk menganalisis data deret waktu. Memprediksi tren harga di masa depan dengan belajar dari pola historis, musiman, dan siklus pasar dilakukan dengan bantuan model-model ini, dan untuk pengendalian risiko, pemantauan risiko perdagangan secara terus menerus dilakukan oleh model AI dengan mendeteksi anomali dalam perilaku pasar. Sistem AI secara otomatis menyesuaikan eksposur portofolio atau melakukan lindung nilai posisi jika perdagangan bergerak melawan parameter risiko perusahaan.

Hasil utama implementasi AI menunjukkan bahwa dana Medallion milik RenTech secara konsisten mengungguli dana lindung nilai lainnya, memberikan pengembalian tahunan lebih dari 30%. Risiko terus dipantau dan dikelola secara real-time, hal ini dipastikan oleh analisis teknis berbasis AI, dan skalabilitas memungkinkan RenTech untuk meningkatkan operasi perdagangannya di berbagai kelas aset dan pasar menggunakan AI, dengan intervensi manusia minimal.

Penggunaan AI oleh JPMorgan Untuk Analisis Teknis Dan Sentimen Pasar

JPMorgan telah menerapkan AI untuk perdagangan dan manajemen risiko. LOXM, program AI bank tersebut, diluncurkan oleh perusahaan pada tahun 2018. Alat ini menggunakan algoritma ML untuk mengeksekusi perdagangan. Aplikasi utama AI di JPMorgan adalah menggunakan analisis teknis dan sentimen pasar secara bersamaan untuk memprediksi tren pasar dan menyesuaikan strategi perdagangan sesuai dengan itu.

Implementasi AI di JPMorgan dilakukan untuk Pengenalan Pola untuk mengidentifikasi pola teknis seperti Bollinger Bands dan moving average pada grafik harga secara otomatis. Potensi pergerakan harga dapat diprediksi oleh model AI melalui pembelajaran dari pola data historis. Alat analisis sentimen berbasis AI untuk memindai artikel berita, unggahan media sosial, dan data tidak terstruktur lainnya untuk mengukur sentimen pasar. Perusahaan



meningkatkan kemampuannya untuk memprediksi pembalikan pasar atau perubahan harga mendadak dengan mengintegrasikan informasi ini dengan indikator teknis. JPMorgan mengoptimalkan waktu perdagangan mereka, terutama selama periode pasar yang bergejolak, dengan menggabungkan analisis teknis yang ditingkatkan AI dengan data sentimen. Pola harga, perkiraan volatilitas dapat dideteksi oleh model AI, dapat merekomendasikan titik masuk dan keluar terbaik untuk para trader mereka. Hasil utama implementasi AI di JPMorgan menunjukkan bahwa AI mengoptimalkan waktu perdagangan, mengurangi dampak pasar dan slippage, meningkatkan manajemen risiko, memberikan pengembalian yang lebih tinggi, dan mengurangi biaya perdagangan.

AI Blackrock untuk Manajemen Risiko Portofolio

Manajer aset terbesar di dunia, BlackRock, mengintegrasikan AI ke dalam platform Aladdin untuk meningkatkan kemampuan manajemen portofolionya. Kasus penggunaan kritisnya melibatkan penggunaan AI untuk melakukan analisis teknis dan mengelola risiko di seluruh portofolio.

BlackRock mengimplementasikan indikator teknis tradisional seperti RSI dan MACD melalui AI. Indikator-indikator ini terus dipelajari dan disempurnakan berdasarkan data real-time, membantu perusahaan untuk meningkatkan akurasi waktu pasar dan deteksi tren. Volatilitas pasar diprediksi oleh sistem AI BlackRock dengan menggunakan kombinasi analisis teknis dan model ML. Model-model ini menganalisis pola volatilitas historis dan pergerakan pasar untuk memperkirakan potensi lonjakan volatilitas dan menyesuaikan eksposur portofolio sesuai dengan itu, serta menganalisis indikator teknis dan data pasar real-time untuk menyeimbangkan kembali portofolio sebagai respons terhadap perubahan kondisi pasar. Platform Aladdin menggunakan AI. Sistem AI secara otomatis menyarankan penyesuaian portofolio jika portofolio menjadi terlalu berisiko karena peningkatan volatilitas atau perubahan tren teknis.

Hasil utama menunjukkan bahwa analisis teknis yang ditingkatkan AI meningkatkan kemampuan BlackRock untuk mengelola risiko portofolio, yang mengarah pada pengembalian yang lebih stabil selama periode volatilitas. Selain itu, penyeimbangan kembali menggunakan model berbasis AI membantu mengoptimalkan alokasi aset, mengurangi eksposur berlebihan terhadap aset berisiko tinggi, dan peringatan real-time diberikan oleh sistem AI BlackRock, membantu manajer portofolio membuat keputusan berbasis data untuk mengelola risiko.

Penggunaan AI oleh Citadel untuk Manajemen Risiko Secara Real-Time

Salah satu hedge fund terbesar di dunia, Citadel, telah berinvestasi besar-besaran dalam AI untuk meningkatkan operasi perdagangan frekuensi tinggi (HFT). Indikator teknis dan mikrostruktur pasar dianalisis menggunakan sistem AI Citadel untuk mengelola risiko secara real-time selama perdagangan. Untuk memantau data pasar secara real-time, termasuk aliran order, pola harga, dan metrik likuiditas, Citadel menggunakan algoritma AI untuk mengoptimalkan eksekusi perdagangan dan mengelola risiko secara real-time dengan menganalisis indikator-indikator ini dalam hitungan milidetik. Buku order dianalisis menggunakan AI dan pola kedalaman pasar dan likuiditas diidentifikasi, membantu Citadel untuk menghindari risiko seleksi yang merugikan dan mengelola eksekusi perdagangan dengan

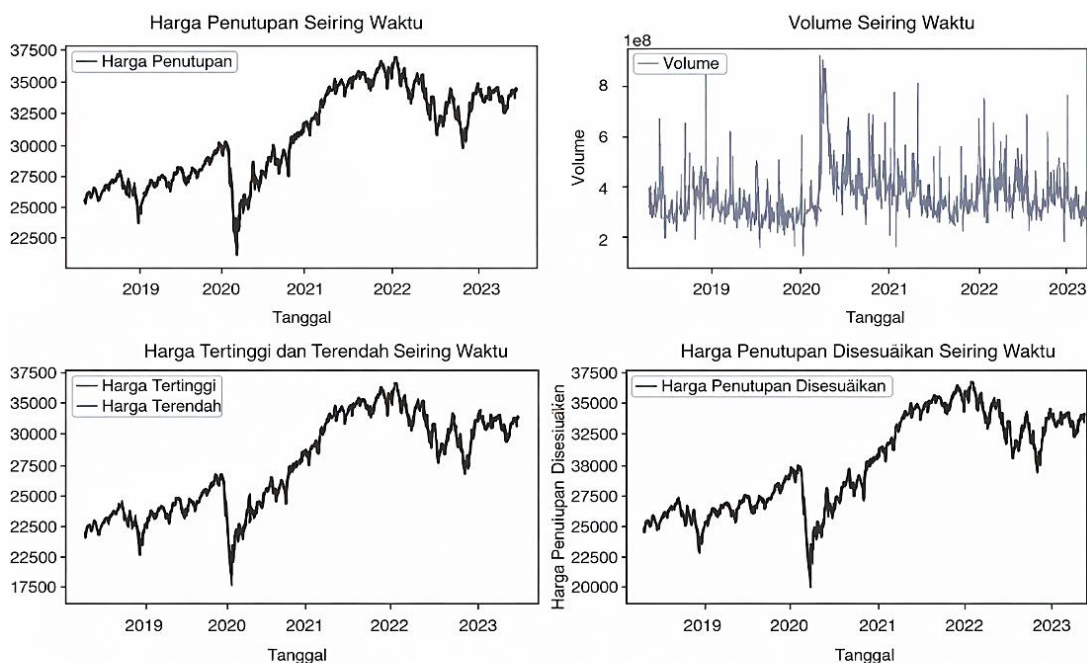


lebih efisien. Hasil utama dari implementasi analisis teknis yang ditingkatkan AI di Citadel adalah profitabilitas tinggi melalui pemantauan berkelanjutan dan pencegahan kerugian besar melalui manajemen risiko secara real-time menggunakan sistem AI.

5.7 DESKRIPSI DAN ANALISIS DATASET

Dataset Yahoo Finance yang dikumpulkan berasal dari repositori Kaggle (<https://www.kaggle.com/code/Hamidsadeghi1/Yahoo-Finance-Stock-Market-Prediction>, n.d.). Dataset ini berfokus pada informasi perdagangan harian yang terdiri dari 7 kolom dan 1.258 baris. Atribut dataset adalah tanggal perdagangan (*Date*), harga pembukaan saham (*Open*), harga tertinggi (*High*), harga terendah (*Low*), harga penutupan saham, dan harga penutupan yang disesuaikan dari saham selama perdagangan. Dataset ini juga terdiri dari jumlah saham yang diperdagangkan selama sehari (*Volume*).

Harga pembukaan rata-rata di semua hari perdagangan adalah Rp 295.958.200, dengan deviasi standar Rp 40.060.800 dan harga penutupan memiliki harga penutupan rata-rata Rp 295.993.600 dan deviasi standar Rp 40.074.700. Harga terendah yang tercatat dalam dataset adalah Rp 182.136.500, sedangkan harga tertinggi adalah Rp 369.526.500. Volume perdagangan rata-rata sekitar 3.450.600 juta saham, dengan rentang yang luas antara 861.500–9.159.900 juta saham. Harga penutupan minimum dan maksimum berada pada Rp 185.919.300 dan Rp 367.996.500. Hal ini menunjukkan bahwa dataset kemungkinan mencakup periode pergerakan pasar yang substansial, mungkin termasuk peristiwa ekonomi besar atau koreksi pasar. Volume perdagangan sangat bervariasi, menunjukkan periode praktik perdagangan rendah dan tinggi.

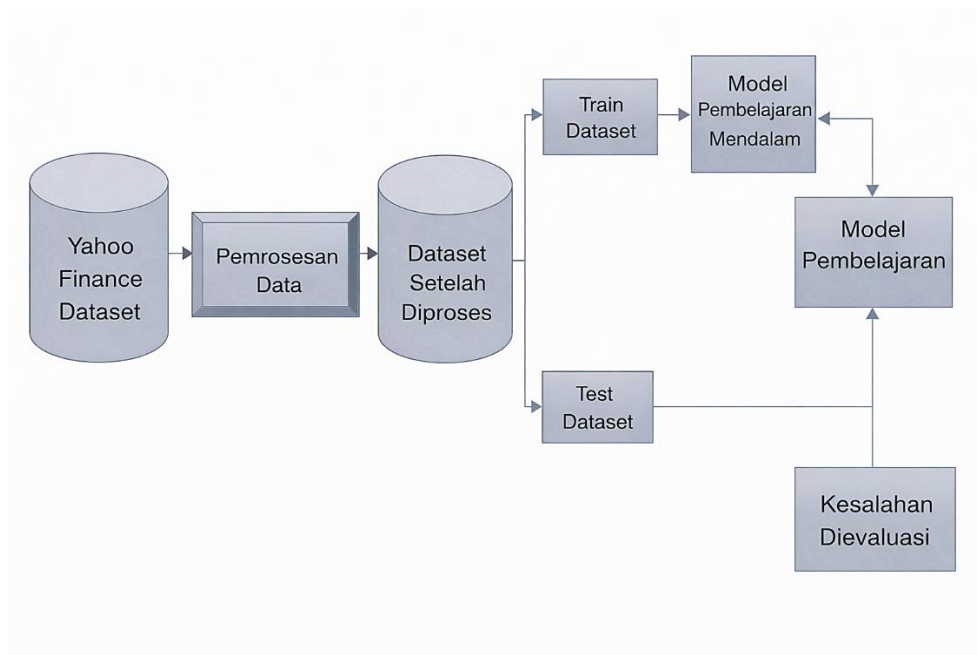


Gambar 5.1 Grafik deret waktu dari harga penutupan, volume, harga tertinggi dan terendah, serta harga penutupan yang disesuaikan.

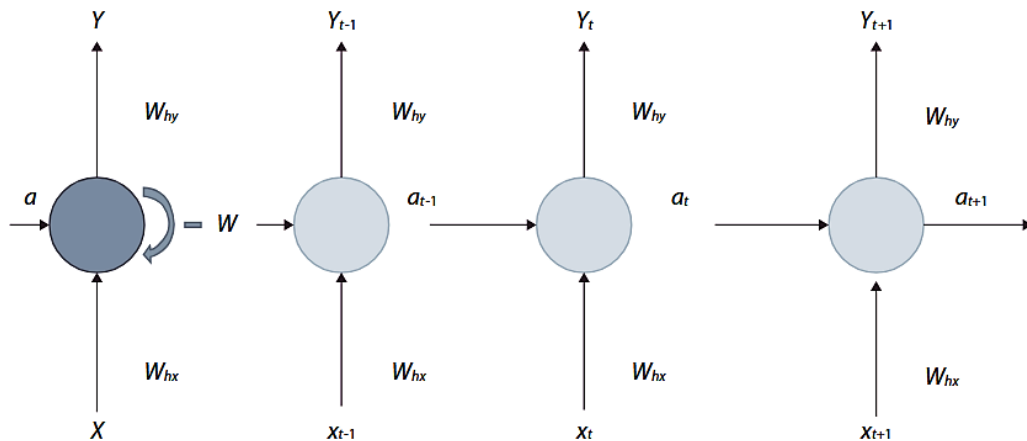
5.8 IMPLEMENTASI MODEL DEEP LEARNING UNTUK ANALISIS TEKNIS SAHAM

Untuk mempelajari pengaruh model pembelajaran mendalam pada analisis teknis, kami telah mengimplementasikan RNN, CNN, ResNet, dan LSTM pada dataset Yahoo Finance. Gambar 5.2 menunjukkan metodologi yang diimplementasikan dalam bab ini. Dataset terdiri dari tanggal dalam format teks. Dalam pra-pemrosesan data, tanggal dikonversi ke bentuk numerik standar. Selanjutnya, dataset yang telah diproses dibagi menjadi dataset pelatihan dan pengujian dengan rasio 80:20. Berbagai model pembelajaran mendalam seperti RNN, CNN, LSTM, dan ResNet diimplementasikan pada dataset untuk mendapatkan model pembelajaran. Nilai R2, MSE, dan RMSE dihitung untuk mengevaluasi kinerja model.

Gambar 5.1 menunjukkan plot berbagai parameter dari tahun 2018 hingga 2023. Terlihat bahwa harga penutupan saham turun sekitar tahun 2020 dan setelah itu harga terus meningkat sekitar tahun 2021. Plot Volume Seiring Waktu menunjukkan ketidakpastian dalam peristiwa dunia keuangan. Grafik Harga Tertinggi dan Terendah dari Waktu ke Waktu menunjukkan bahwa selisih antara harga terendah dan tertinggi relatif sempit, yang mengindikasikan volatilitas yang lebih rendah dalam kondisi normal. Grafik Harga Penutupan yang Disesuaikan dari Waktu ke Waktu menunjukkan penurunan tajam sekitar tahun 2020 dan bahwa saham tersebut pulih mulai tahun 2021.



Gambar 5.2 Diagram alir yang menggambarkan metodologi untuk memprediksi tren keuangan menggunakan model pembelajaran mendalam.



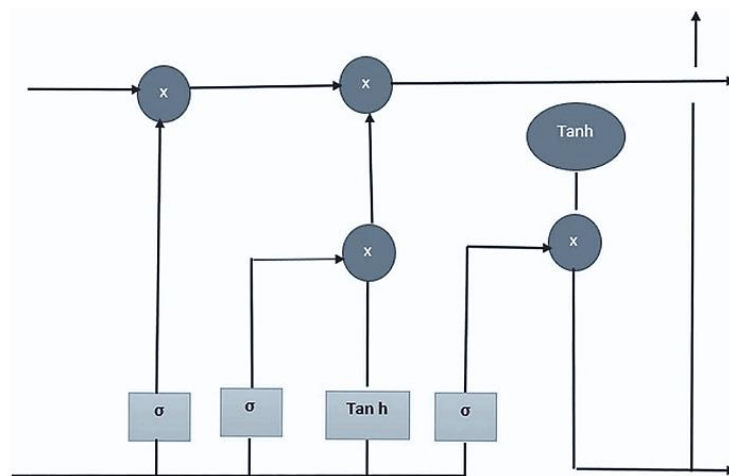
Gambar 5.3 Struktur RNN.

Jaringan Neural Rekuren (RNN)

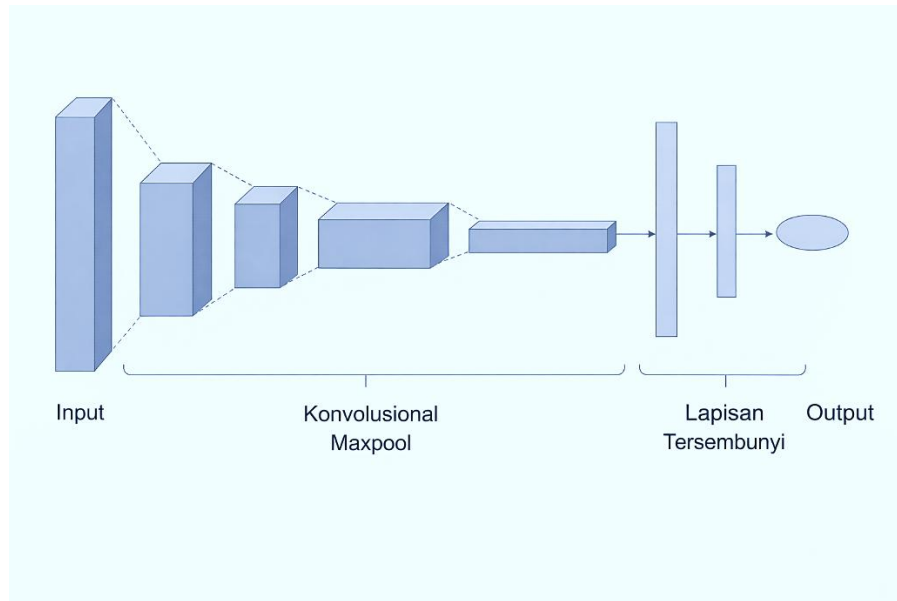
RNN adalah kelas jaringan neural yang dirancang untuk menangani data sekuensial. Gambar 5.3 menunjukkan struktur simetris RNN. Model ini mempertahankan keadaan tersembunyi yang menangkap informasi tentang keadaan sebelumnya. RNN terdiri dari node yang terhubung secara berurutan. Input diproses pada setiap langkah dan output diteruskan ke langkah berikutnya bersama dengan lapisan tersembunyi. Lapisan tersembunyi menyimpan informasi yang ditangkap dari langkah sebelumnya.

Memori Jangka Pendek Panjang (LSTM)

LSTM adalah versi RNN yang lebih baik yang dirancang khusus untuk menangani ketergantungan jangka panjang dalam data sekuensial. LSTM terdiri dari sel-sel yang mengalir melalui gerbang input, forget, dan output. Gambar 5.4 menunjukkan arsitektur LSTM, dan arsitektur ini memungkinkan LSTM untuk mempertahankan informasi atas urutan yang panjang, yang menjadikannya ideal untuk data deret waktu dengan ketergantungan yang panjang.



Gambar 5.4 Arsitektur LSTM.



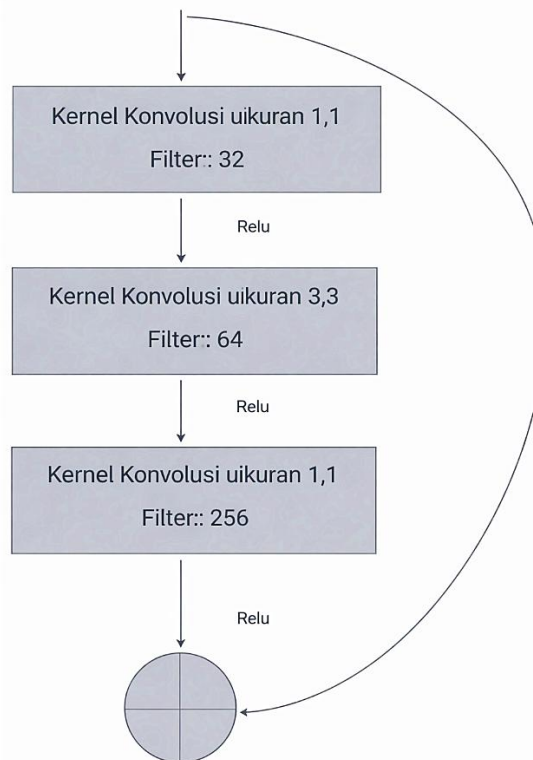
Gambar 5.5 Arsitektur CNN.

Jaringan Neural Konvolusi (CNN)

CNN terdiri dari lapisan konvolusi yang diikuti oleh lapisan pooling yang mengurangi dimensi data. Gambar 5.5 menunjukkan arsitektur CNN. Lapisan terakhir terhubung penuh dan bertanggung jawab untuk membuat prediksi output. Dalam data Yahoo Finance, CNN menggunakan prediksi harga jangka pendek.

Jaringan Residual (RESNET)

ResNet menggunakan koneksi lewati (*skip connection*) yang memungkinkan model untuk melewati lapisan tertentu yang secara efektif memecahkan masalah gradien yang menghilang (*vanishing gradients*). Gambar 5.6 menunjukkan arsitektur ResNet yang membantu melatih model yang sangat dalam tanpa penurunan kinerja.



Gambar 5.6 Arsitektur ResNet.

Tabel 5.1 Ringkasan Kesalahan yang Dihitung

Model	R^2	RMSE	MSE
CNN	0.999	0.006	0.0025
RNN	0.998	0.0082	0.7268
ResNet	0.990	0.0215	0.0075
LSTM	0.996	0.0131	0.0075

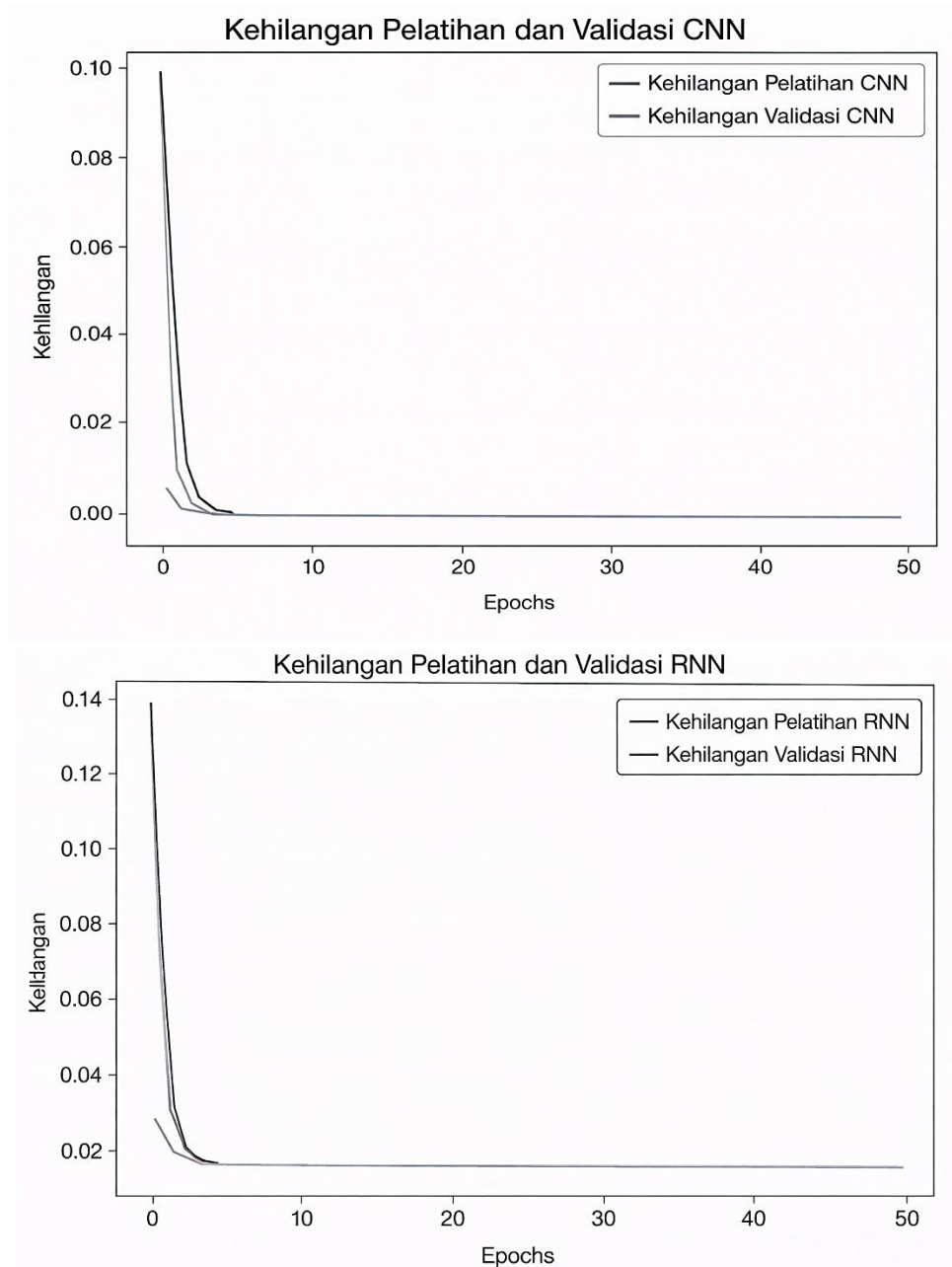
5.9 EVALUASI KINERJA MODEL DEEP LEARNING UNTUK PREDIKSI HARGA SAHAM

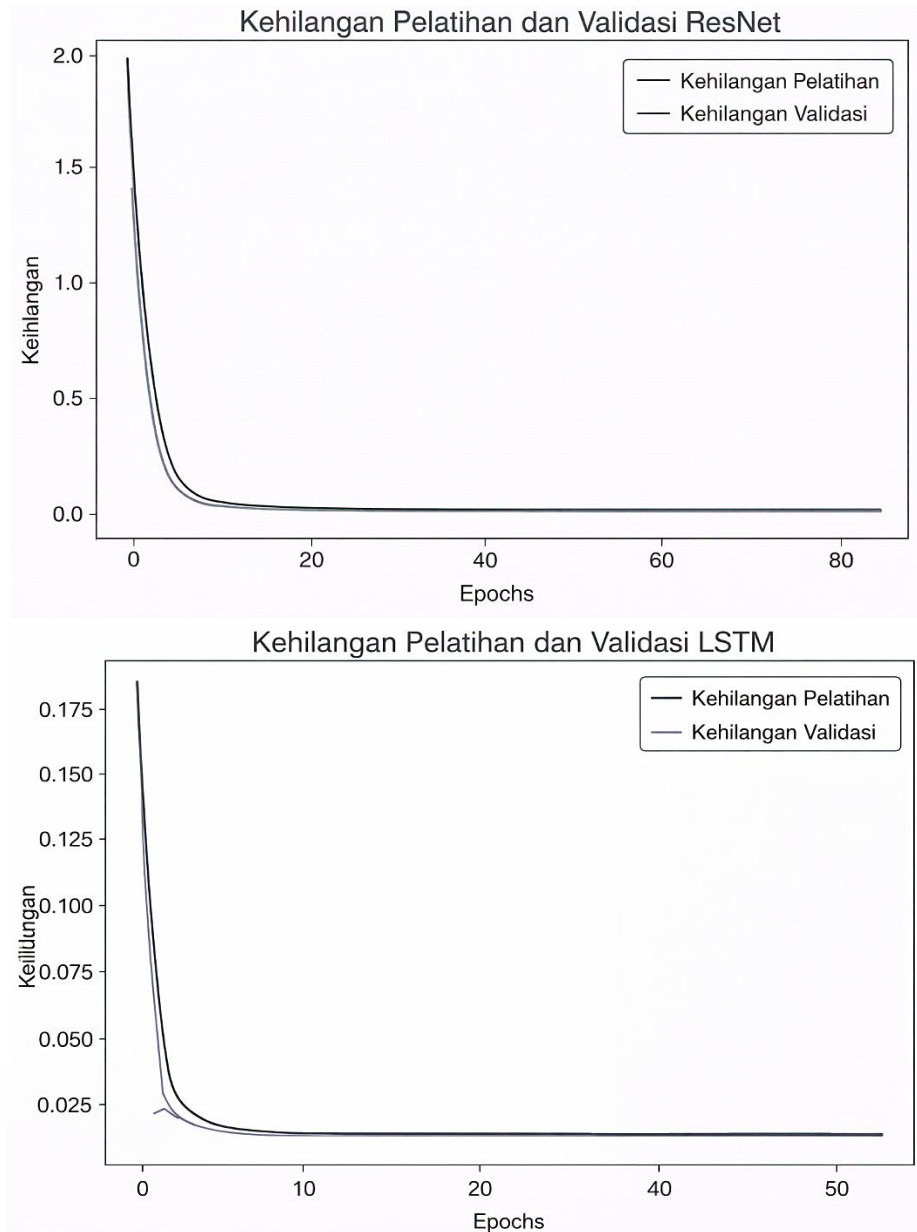
Dalam makalah ini disajikan kinerja model pembelajaran mendalam yang diterapkan pada dataset Yahoo Finance untuk prediksi harga saham. Kinerja model dievaluasi berdasarkan koefisien determinasi (R^2), kesalahan kuadrat rata-rata (MSE), dan kesalahan kuadrat rata-rata akar (RMSE). Tabel 5.1 menyajikan daftar semua metrik yang dievaluasi.

CNN mengungguli model lain dengan R^2 , RMSE, dan MSE masing-masing sebesar 0,999, 0,006, dan 0,0025. LSTM dan RNN juga berkinerja baik. Nilai R^2 yang lebih tinggi menunjukkan efisiensi prediksi yang lebih baik dan nilai MSE dan RMSE yang lebih rendah menunjukkan kesalahan prediksi yang lebih kecil.

Gambar 5.7 menunjukkan kurva pelatihan dan validasi yang penting untuk menilai overfitting dan underfitting model pembelajaran mendalam. Keempat model, yaitu CNN,

LSTM, ResNet, dan RNN, menunjukkan bahwa tidak ada underfitting maupun overfitting pada model-model tersebut, yang mengindikasikan bahwa model-model tersebut sangat cocok untuk prediksi harga saham pada dataset Yahoo Finance.





Gambar 5.7 Plot pelatihan dan validasi algoritma pembelajaran: (a) CNN, (b) RNN, (c) ResNet, dan (d) LSTM.

5.10 TANTANGAN DAN ARAH MASA DEPAN DALAM ANALISIS TEKNIS BERBASIS AI

Terdapat beberapa tantangan dalam menerapkan AI dalam Analisis Teknis yang dijelaskan secara singkat di bagian ini.

Tantangan dalam Analisis Teknis Berbasis AI

Kualitas dan Ketersediaan Data

Kualitas dan ketersediaan data merupakan tantangan utama dalam analisis teknis berbasis AI. Untuk mengidentifikasi pola dan membuat prediksi, algoritma AI bergantung pada kumpulan data yang besar. Pasar keuangan menghasilkan sejumlah besar data yang bising, tidak lengkap, atau tidak terstruktur.

- **Data Bising:** sejumlah besar data harga, volume perdagangan, dan variabel lainnya dihasilkan oleh pasar keuangan. Data ini mengandung kebisingan, fluktuasi acak dan

tidak relevan, yang dapat menyebabkan model AI menarik kesimpulan yang salah. Sistem AI dapat mengalami overfitting pada noise alih-alih mengidentifikasi pola yang bermakna jika tidak ditangani dengan benar.

- **Akses Terbatas ke Data Alternatif:** Model AI ditingkatkan melalui sumber data alternatif seperti sentimen media sosial, citra satelit, atau transaksi kartu kredit, tetapi mengakses data tersebut dapat mahal dan mungkin memerlukan kemitraan dengan penyedia data khusus.
- **Bias Historis:** Data yang mungkin tidak selalu mencerminkan kondisi pasar di masa depan digunakan untuk melatih model AI. Karena pergeseran kebijakan makroekonomi, peristiwa geopolitik, atau kemajuan teknologi, dinamika pasar berubah dari waktu ke waktu, sehingga model yang dilatih pada data masa lalu kesulitan memprediksi tren masa depan secara akurat.

Overfitting dan Generalisasi

Risiko overfitting di mana model berkinerja baik pada data historis tetapi gagal untuk digeneralisasi ke kondisi pasar baru adalah tantangan signifikan lainnya dalam analisis teknis berbasis AI.

- **Overfitting pada Data Historis:** Model AI dapat menjadi terlalu terspesialisasi, menangkap noise dan detail yang tidak relevan yang tidak berlaku untuk pergerakan pasar di masa depan ketika model AI dilatih pada kumpulan data historis tertentu. Ketika diterapkan pada perdagangan waktu nyata, model yang terlalu sesuai (overfitted) dapat menyebabkan kinerja yang buruk dan kerugian yang signifikan.
- **Kondisi Pasar Dinamis:** Dengan perubahan sentimen investor, kondisi ekonomi, dan peristiwa eksternal, pasar keuangan menjadi sangat dinamis. Model-model yang efektif dalam satu lingkungan pasar mungkin tidak dapat digeneralisasikan dengan baik ke kondisi baru. Mari kita pertimbangkan kasus di mana model yang dilatih pada data dari pasar bullish kesulitan untuk berkinerja baik di pasar bearish.

Interpretasi Model

Interpretasi telah menjadi tantangan signifikan bagi para pedagang karena model AI menjadi lebih kompleks. Menjadi sulit untuk memahami bagaimana model AI sampai pada prediksi tertentu, terutama yang menggunakan teknik AI seperti pembelajaran mendalam atau metode ensemble, yang sering disebut sebagai kotak hitam.

- **Implikasi Regulasi:** Regulator mensyaratkan bahwa keputusan perdagangan yang dibuat oleh algoritma harus dapat diaudit di industri keuangan. Kekhawatiran tentang kepatuhan terhadap peraturan dalam kasus di mana model AI bertanggung jawab untuk mengeksekusi perdagangan berisiko tinggi dapat muncul karena kurangnya transparansi dalam beberapa model.
- **Kurangnya Transparansi:** Dalam hal manajemen risiko, para trader memahami logika di balik keputusan trading. Menjadi sulit untuk menjelaskan mengapa suatu transaksi dieksekusi atau mengapa tren tertentu diprediksi karena kurangnya transparansi model AI.



Kekhawatiran Etika dan Manipulasi Pasar

Kekhawatiran atas implikasi etika dari pengambilan keputusan otomatis oleh trading berbasis AI di pasar keuangan adalah sebagai berikut:

- **Manipulasi Pasar:** Pasar dapat dimanipulasi baik secara sengaja maupun tidak sengaja oleh sistem AI canggih. Misalnya, algoritma yang dirancang untuk mengeksploitasi ketidakefisienan kecil di pasar dapat berkontribusi pada flash crash dan dapat menyebabkan perubahan harga yang cepat dengan membanjiri order book.
- **Persaingan yang Adil:** Ada kekhawatiran bahwa trading berbasis AI dapat menciptakan lingkungan persaingan yang tidak adil karena institusi yang lebih besar memiliki akses ke teknologi AI yang lebih baik dan kumpulan data yang lebih komprehensif. Dengan model yang lebih canggih dan daya komputasi yang lebih tinggi, perusahaan yang lebih kecil mungkin kesulitan untuk bersaing dengan institusi yang lebih besar.

Biaya Komputasi dan Infrastruktur

Daya komputasi dan infrastruktur untuk memproses sejumlah besar data dan mengeksekusi perdagangan secara real-time diperlukan dalam analisis teknis berbasis AI.

- **Persyaratan Komputasi Tinggi:** Perangkat keras yang canggih seperti unit pemrosesan grafis atau infrastruktur berbasis cloud diperlukan untuk melatih dan menerapkan model AI, terutama algoritma pembelajaran mendalam. Kesulitan mungkin dihadapi oleh pedagang dan perusahaan kecil dalam mengakses atau memelihara sumber daya tersebut.
- **Latensi dalam Eksekusi:** Latensi yang terlibat dalam pemrosesan data dan eksekusi perdagangan dapat menyebabkan hilangnya peluang dalam perdagangan frekuensi tinggi, di mana milidetik sangat penting. Model AI dapat menimbulkan penundaan yang bergantung pada kumpulan data besar, dan komputasi yang kompleks dapat mengurangi efektivitasnya di pasar yang bergerak cepat.

Arah Masa Depan dalam Analisis Teknis Berbasis AI

Masa depan AI dalam analisis teknis telah menawarkan berbagai kemungkinan menarik untuk trading, meskipun terdapat tantangan. Banyak tantangan yang ada kemungkinan akan diatasi oleh inovasi dalam teknologi AI, migrasi data, integrasi data, dan kemampuan menjelaskan model, sehingga membuka peluang baru untuk strategi trading berbasis AI.

AI yang Dapat Dijelaskan (XAI)

XAI berfokus pada menjadikan model AI lebih mudah diinterpretasikan dan transparan bagi pengguna manusia dan akan menjadi masa depan analisis teknis berbasis AI.

- **Kepatuhan Regulasi:** Memastikan kepatuhan terhadap peraturan keuangan juga merupakan peran penting XAI. Teknik XAI akan membantu para trader menyediakan jejak audit dan justifikasi yang diperlukan untuk keputusan trading karena regulator menuntut akuntabilitas yang lebih besar dari sistem AI.
- **Peningkatan Kemampuan Interpretasi:** Trader dapat memahami bagaimana model AI mencapai kesimpulannya, meningkatkan kepercayaan dan kegunaan melalui teknik XAI. Menyederhanakan model yang kompleks atau mengembangkan algoritma baru



akan menawarkan tingkat transparansi yang lebih tinggi tanpa mengorbankan daya prediksi.

Peningkatan Integrasi dan Pemrosesan Data

Para trader dapat menggunakan berbagai macam dataset untuk meningkatkan model AI melalui kemajuan dalam kemampuan integrasi dan pemrosesan data.

- **Analisis Data Real-Time:** Model AI akan menjadi lebih efektif dalam menganalisis data intraday dengan pertumbuhan teknologi IoT dan pengumpulan data real-time yang menghasilkan peningkatan akurasi prediksi jangka pendek dan membantu trader memanfaatkan peluang yang cepat berlalu.
- **Data Alternatif:** Para trader akan semakin beralih ke sumber data alternatif, seperti sentimen media sosial, data lingkungan, atau data perusahaan real-time seiring meningkatnya permintaan akan daya prediksi yang lebih besar. Akan ada keunggulan kompetitif dalam memprediksi tren pasar dengan model AI yang dapat mengintegrasikan data keuangan tradisional dengan data alternatif secara mulus.

Model Hibrida yang Menggabungkan AI dengan Keahlian Manusia

Kombinasi AI dengan keahlian manusia kemungkinan akan menjadi strategi dominan meskipun AI telah terbukti sebagai alat yang ampuh untuk analisis teknis.

- **Menggabungkan AI dan Analisis Fundamental:** Untuk menciptakan strategi perdagangan yang lebih kuat, model AI dapat dikombinasikan dengan analisis fundamental selain analisis teknikal. Trader dapat membuat keputusan yang lebih tepat yang mempertimbangkan faktor teknikal dan ekonomi dengan menggabungkan data fundamental seperti laporan pendapatan, indikator ekonomi, atau berita perusahaan.
- **Model dengan Campur Tangan Manusia:** Penilaian manusia ke dalam proses pengambilan keputusan dapat dimasukkan oleh sistem AI di masa mendatang, memungkinkan trader untuk memvalidasi wawasan yang dihasilkan AI. Trader dapat menerapkan pengalaman pasar mereka untuk meningkatkan prediksi AI dengan pendekatan "campur tangan manusia" ini.

Komputasi Kuantum dalam Perdagangan Berbasis AI

Analisis teknikal berbasis AI merevolusi komputasi kuantum, menghasilkan komputasi yang lebih cepat dan memungkinkan pembuatan model yang lebih kompleks.

- **Mengoptimalkan Portofolio Kompleks:** Trader mengoptimalkan portofolio kompleks secara lebih efisien dengan memecahkan masalah optimasi yang terlalu sulit untuk komputer klasik melalui pengoptimalan portofolio kompleks. Mengintegrasikan model AI dengan komputasi kuantum dapat memberikan presisi yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam manajemen portofolio.
- **Peningkatan Daya Komputasi:** Para trader akan dapat menjalankan algoritma AI yang lebih canggih pada dataset yang lebih besar secara real-time seiring dengan semakin mudahnya akses komputasi kuantum, sehingga meningkatkan kemampuan untuk memprediksi tren pasar, terutama dalam perdagangan frekuensi tinggi atau portofolio multi-aset.



Alat Manajemen Risiko yang Ditingkatkan AI

Penekanan yang lebih kuat akan diberikan pada manajemen risiko di masa depan analisis teknis berbasis AI, membantu para trader untuk mengurangi risiko secara real-time.

- **Analisis Risiko Real-Time:** Model AI akan terus ditingkatkan yang menawarkan alat manajemen risiko yang lebih canggih yang dapat secara dinamis menyesuaikan strategi perdagangan berdasarkan kondisi pasar. Misalnya, level stop-loss, posisi lindung nilai, atau penyesuaian alokasi portofolio berdasarkan volatilitas pasar real-time dapat dioptimalkan melalui AI.
- **Model Risiko Prediktif:** Peramalan penurunan pasar atau volatilitas mendadak dapat ditingkatkan menggunakan AI, membantu para trader menerapkan strategi defensif lebih awal. AI dapat mengurangi paparan terhadap pergerakan harga yang merugikan dengan mengidentifikasi tanda-tanda peringatan dini seperti anomali dalam perilaku pasar atau pergeseran sentimen.

5.11 OPTIMALISASI RISIKO, TANTANGAN, DAN INOVASI MASA DEPAN AI

Analisis yang ditingkatkan dengan AI telah menyediakan alat dan teknik untuk meningkatkan manajemen risiko dalam analisis teknis bagi para trader. AI membantu para trader mengurangi risiko dan mengoptimalkan strategi perdagangan mereka dengan memanfaatkan pengenalan pola, indikator prediktif, strategi stop-loss dinamis, dan pemantauan risiko secara real-time. Ketangguhan kerangka kerja manajemen risiko telah ditingkatkan dengan integrasi analisis sentimen, deteksi anomali, dan manajemen portofolio yang memastikan para trader siap menghadapi berbagai kondisi pasar. Para trader memiliki potensi besar untuk mengoptimalkan strategi perdagangan, meningkatkan manajemen risiko, dan menghasilkan keuntungan yang lebih tinggi melalui integrasi AI ke dalam analisis teknis. Namun, para trader harus mengatasi tantangan seperti kualitas data, interpretasi model, overfitting, dan masalah etika. Masa depan analisis teknis yang digerakkan oleh AI akan dibentuk melalui inovasi dalam integrasi data, XAI, model hibrida, peningkatan manajemen risiko, dan komputasi kuantum. Para trader dapat membuka potensi penuh AI dalam menavigasi kompleksitas pasar keuangan dengan mengatasi tantangan ini dan merangkul peluang baru.



BAB 6

TREN MASA DEPAN DAN PERTIMBANGAN ETIKA AI, ML, DAN IOT

6.1 TRANSFORMASI INDUSTRI MELALUI IOT DI MASA DEPAN

Gagasan untuk menghubungkan sensor atau “benda” di mana saja, kapan saja, dikenal sebagai *Internet of Things* (IoT). Melalui koneksi barang-barang nyata, IoT memperluas jangkauan internet ke dunia nyata; fenomena ini umumnya disebut sebagai “jaringan di mana-mana” atau “sistem siber-fisik.” Inovasi dalam protokol jaringan, sistem tertanam, dan mikroelektronika akan memainkan peran utama dalam pengembangan IoT di masa depan. Garis besar dari banyak industri yang mungkin akan diubah oleh IoT dalam beberapa tahun mendatang diberikan dalam bab ini.

Bab ini membahas bagaimana berkendara di jalan raya nasional mungkin berubah di masa depan, bagaimana pakaian biasa mungkin berubah dari sekadar kain menjadi sesuatu yang lebih, betapa pentingnya komunikasi dua arah dalam jaringan listrik masa depan, dan bagaimana IoT membantu melestarikan spesies yang terancam punah seperti badak. Bab ini juga membahas kesulitan yang dihadapi pengembang IoT dan bagaimana keamanan data akan memengaruhi jaringan IoT di masa depan. Ringkasan beberapa model bisnis yang mungkin digunakan produsen seiring dengan semakin banyaknya perangkat IoT di pasaran disajikan dalam kesimpulan bab ini.

6.2 APLIKASI IOT

Aplikasi IoT sangat banyak dan telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, dan ini akan dibahas lebih detail di bagian selanjutnya. Sangat penting bagi pengembang untuk melampaui dasar-dasar pemrograman cloud untuk mempercepat pembuatan aplikasi ini. Solusi yang berinteraksi dengan antarmuka pemrograman aplikasi cloud dari teknologi seperti Aneka telah diusulkan sebagai kerangka kerja untuk mengatasi masalah ini. Sistem ini dapat mengumpulkan informasi dari basis data online dan sensor, dan dapat mengirimkan pesan sebagai respons terhadap deteksi kejadian tertentu yang menarik. Gambar 6.1 menunjukkan gambaran umum desain.





Gambar 6.1 Struktur yang mungkin untuk membangun aplikasi IoT di masa depan.

- ✚ **Objek Fisik:** Ini menggambarkan objek material yang secara langsung membantu pengguna, seperti bola lampu.
- ✚ **Sensor/Aktuator:** Komputer kecil yang dilengkapi sensor dan aktuator terletak di lapisan pertama. Aktuator bereaksi dengan bertindak sebagai respons terhadap data yang dikumpulkan oleh sensor tentang hal yang dipantau atau lingkungannya. Misalnya, aktuator dapat memutuskan untuk menyalakan atau mematikan lampu sebagai respons terhadap data sensor yang menunjukkan keberadaan seseorang.
- ✚ **Konektivitas:** Lapisan selanjutnya memberi pengguna akses ke World Wide Web di mana saja.
- ✚ **Analisis:** Komponen ini mengumpulkan dan melacak data sensor sambil mengkonfirmasi keakuratannya.
- ✚ **Layanan Digital:** Lapisan terakhir mengatur layanan digital dari lapisan sebelumnya dalam format yang mudah diakses.

Karena setiap lapisan ditampilkan dalam warna yang berbeda, semuanya terlihat berbeda secara visual. Untuk mendesain aplikasi IoT, struktur ini menyarankan hubungan hierarkis di mana setiap komponen dibangun di atas komponen di belakangnya.

Transportasi Cerdas

Prinsip-prinsip IoT diperkirakan akan segera digunakan di dalam mobil, membangun jaringan yang memfasilitasi transfer data multimedia berkecepatan tinggi untuk hiburan. Jaringan ad-hoc kendaraan (VANET) adalah jaringan yang memfasilitasi komunikasi antar

perangkat (D2D). Dengan D2D, perangkat dapat saling menemukan dan berinteraksi langsung dengan sedikit bantuan dari jaringan. Hal ini dapat membantu menurunkan latensi, terutama dalam hal komunikasi antar kendaraan (V2V). Dalam radius 100–300 meter, mobil berfungsi sebagai router atau node nirkabel untuk membentuk jaringan dengan mobil lain. Kendaraan terputus dari jaringan segera setelah mereka bergerak di luar jangkauan ini. Kemajuan yang cukup besar telah dicapai dalam pengembangan jaringan transportasi cerdas.

Perusahaan global telah mengembangkan alat untuk membantu sukarelawan mengumpulkan data jalan raya untuk pemetaan, yang bermanfaat bagi pengguna dan otoritas (*street bump*), mempermudah parkir dengan teknologi sensor (*Park Sight*), dan memungkinkan pelanggan untuk memesan transportasi dengan satu sentuhan perangkat seluler (*Uber*). Diharapkan bahwa IoT akan secara signifikan memengaruhi bagaimana pengemudi berinteraksi dengan lingkungan mereka, terutama lalu lintas. Banyak teknik komunikasi yang diantisipasi akan digunakan oleh VANET ditunjukkan pada Gambar 6.2.

Pakaian Pintar

Saat ini, hanya tekstil khusus bervolume rendah dengan komponen elektronik yang cocok untuk pembuatan pakaian pintar. Namun demikian, aplikasi IoT masa depan untuk pakaian diantisipasi akan menggabungkan lapisan sensor seperti lapisan konduktif atau jaring benang konduktif selama fase produksi. Untuk itu, tiga kondisi penting telah ditentukan secara rinci:

Variabel yang dimaksudkan untuk diidentifikasi oleh lapisan sensor dan lokasi tubuh yang tepat yang dimaksudkan untuk dipantau memerlukan kustomisasi.

Agar sensor dapat menerima daya dan dapat berkomunikasi, diperlukan konektivitas antar levelnya.

Untuk mengintegrasikan pakaian dengan sirkuit elektronik, antarmuka harus digunakan. Modul yang dikontrol secara elektrik juga dapat mencakup sistem operasi khusus beserta fungsi-fungsi yang telah disebutkan sebelumnya. IoT juga dapat digunakan untuk kontrol kualitas dan inspeksi produk. Misalnya, desain gantungan pakaian telah dikembangkan yang mengevaluasi daya tahan tarik pakaian dan kapasitasnya untuk menahan penggunaan terus menerus selain memeriksa penampilannya, termasuk warna dan ukuran, untuk memastikan pakaian tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan.

Para peneliti juga sedang mengeksplorasi cara untuk membuat sistem sensor yang akan mengoptimalkan pemanasan atau pendinginan bangunan berdasarkan isolasi pakaian penghuni. Tujuan dari strategi ini adalah untuk menghentikan pemborosan energi dan mengurangi rasa sakit akibat suhu tinggi atau rendah. Untuk menghitung isolasi pakaian penghuni, Sistem Sensor Cerdas untuk Inferensi Isolasi Pakaian (SiCILIA) mengumpulkan data lingkungan dan pribadi.

Jaringan Cerdas

Meteran pintar hanya dapat mengukur berapa banyak listrik yang dikonsumsi dan menghidupkan atau mematikan sumber daya listrik dari jarak jauh sesuai kebutuhan di masa



lalu. Namun, ketika konsep IoT diintegrasikan ke dalam jaringan listrik yang lebih canggih, meteran pintar seharusnya dapat melakukan lebih banyak tugas. Fitur-fitur baru ini mencakup kemampuan untuk menangkap aktivitas seperti status peralatan dan kualitas daya, berintegrasi dengan berbagai layanan seperti air dan gas, dan melacak pemanfaatan energi secara real-time dengan opsi untuk pembacaan meteran dekat dan jauh.

Untuk membangun koneksi yang aman, meteran pintar yang diyakini sebagai perangkat pengumpul informasi dapat dihubungkan ke perangkat yang berkomunikasi seperti gerbang cerdas. Penting untuk mengingat hal ini. Gerbang ini dapat memperoleh dan berbagi informasi secara real-time dari penyedia dan bahkan menghidupkan dan mematikan sumber daya listrik.

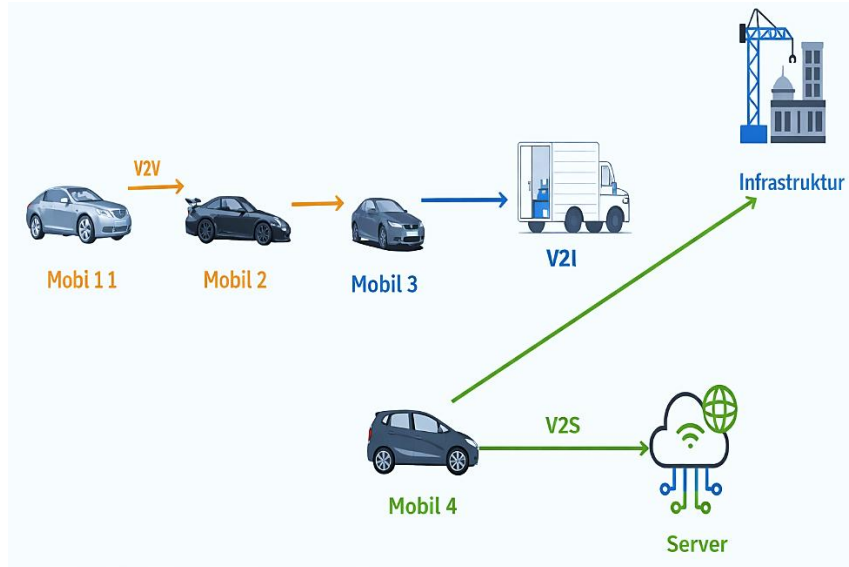
Selain itu, dengan menghubungkan ke peralatan rumah tangga, gerbang ini dapat mengirimkan statistik konsumsi ke generasi berikutnya dari jaringan listrik. Dengan mengirimkan pembacaan tegangan dan arus secara langsung ke titik agregasi pusat, meter pintar diharapkan pada akhirnya dapat menggantikan banyak sensor yang sekarang digunakan di jaringan dan menghemat biaya.

Untuk mentransfer data ini dalam jaringan area lingkungan (NAN) jaringan pintar, beberapa strategi komunikasi telah diteliti. Untuk menyampaikan informasi secara kolaboratif dari node awal ke node tujuan melalui beberapa relay, misalnya, sebuah studi mengembangkan perangkat eksperimen menggunakan radio yang ditentukan perangkat lunak (SDR). Konfigurasi ini diuji di lingkungan dalam ruangan dan luar ruangan, menunjukkan bahwa peningkatan jumlah relay meningkatkan jarak jangkauan sambil mempertahankan tingkat layanan (QoS) yang sebanding dan meningkatkan penghematan energi jaringan dibandingkan dengan sistem yang tidak menggunakan interaksi kooperatif.

Salah satu hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 6.3, yang mendukung kesimpulan bahwa peningkatan jumlah relay untuk mempertahankan kualitas layanan yang sama dapat memperpanjang umur jaringan. Mengingat sebagian besar perangkat dalam sistem IoT ditenagai oleh baterai, hal ini sangat penting.

Selain itu, ia menciptakan protokol kontrol akses media, atau MAC, khusus untuk jenis jaringan ini. Salah satu hasil penelitian penulis ditunjukkan pada Gambar 6.4. Variasi throughput untuk meningkatkan panjang sumber-tujuan (SD) pada berbagai daya transmisi untuk saluran kooperatif dan saluran input tunggal-output tunggal (SISO) digambarkan dalam gambar. Grafik menunjukkan bahwa jaringan yang bekerja sama dengan kekuatan siaran sumber 5 dBm dapat mencapai efisiensi throughput yang sebanding dengan sistem SISO dengan kekuatan siaran 10 dBm. Ini adalah temuan yang signifikan.





Gambar 6.2 Teknik komunikasi yang diantisipasi akan digunakan dalam VANET yang mencakup mobil dengan unit kontrol elektronik (OECU) dan sensor onboard seperti kendaraan-ke-kendaraan (V2V), kendaraan-ke-infrastruktur (V2I), kendaraan-ke-unit pinggir jalan (V2R), dan kendaraan-ke-sensor (V2S).

Elemen penting:

- Unit Kontrol Elektronik (ECU) dan Sensor: Mobil dilengkapi dengan sensor (ditunjukkan oleh titik biru) dan ECU (diwakili oleh titik merah) yang memantau karakteristik mengemudi dan berkomunikasi dengan infrastruktur di sekitarnya.

Infrastruktur Jaringan:

- Stasiun pangkalan seluler (BS): Menawarkan cakupan komunikasi nirkabel di seluruh jaringan jalan.
- Titik akses Wi-Fi (AP): Menyediakan konektivitas lokal bagi infrastruktur di jalan dan mobil. Infrastruktur Jalan: Untuk meningkatkan keselamatan dan mengelola lalu lintas dengan lebih baik, fitur-fitur termasuk layanan parkir, struktur kontrol kecepatan, dan lampu lalu lintas digabungkan.
- Komunikasi dari Kendaraan ke Segala Sesuatu (V2X): Kendaraan dapat bertukar informasi lokasi dan kecepatan satu sama lain melalui komunikasi V2V. Kendaraan dan infrastruktur jalan, seperti sinyal atau rambu lalu lintas, bertukar data menggunakan komunikasi Kendaraan ke Infrastruktur (V2I).
- Kendaraan ke Jalan (V2R): Informasi tentang kondisi seperti pembatasan kecepatan atau peringatan dikirim ke kendaraan melalui infrastruktur jalan. Kendaraan berkomunikasi dengan sensor eksternal untuk menerima informasi lalu lintas secara real-time melalui komunikasi Kendaraan-ke-Sensor (V2S).
- Jangkauan Infrastruktur Akses Nirkabel: Jejak menunjukkan seberapa jauh komunikasi nirkabel dapat menjangkau, meliputi kota-kota dan menjamin kontak kendaraan yang konstan.

Layanan:

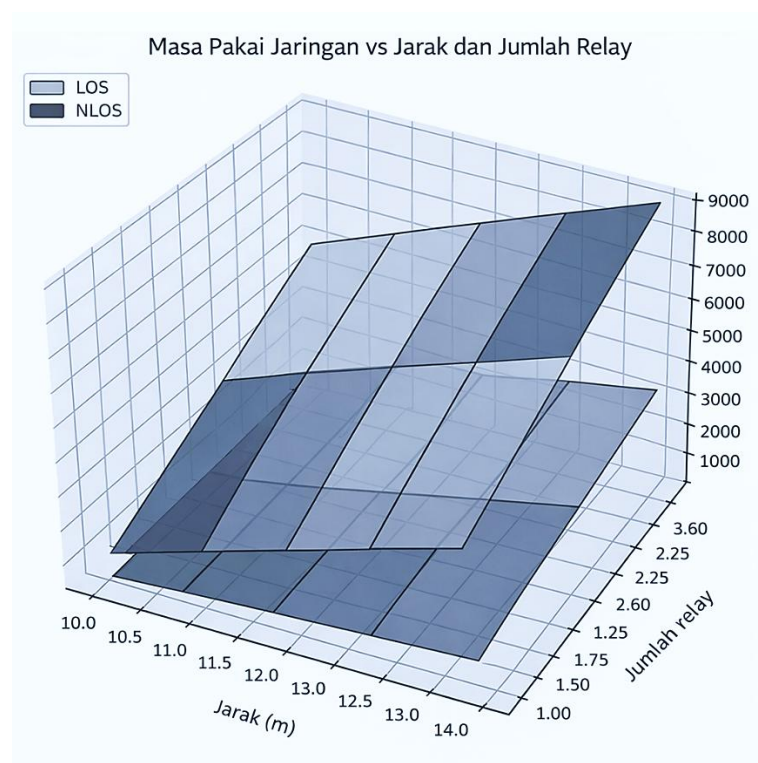
Kontrol kecepatan menggunakan komunikasi dengan infrastruktur jalur untuk melacak dan mengatur kecepatan kendaraan.

- Layanan Parkir: Memberikan informasi terkini tentang tempat parkir yang tersedia.
- Informasi Lalu Lintas: Memberikan informasi terbaru kepada pengemudi tentang pola dan arah lalu lintas.

Tujuan dari sistem yang saling terhubung ini adalah untuk memfasilitasi kemajuan teknologi mengemudi otonom sekaligus mengoptimalkan arus lalu lintas dan keselamatan.

Pendidikan

Karena akses internet sangat luas, para pelajar dan peneliti semakin bersemangat untuk terhubung dengan rekan-rekan dan pakar bidang studi. World Wide Web menjadi media penting untuk bertukar konsep dan melanjutkan penelitian. Para ahli dari berbagai bidang diharapkan akan diminta untuk memberikan kuliah melalui siaran video langsung di masa mendatang. Pendidikan global telah meningkat pesat sejak diperkenalkannya penawaran kursus terbuka besar-besaran (MOOC).



Gambar 6.3 Kompromi antara umur panjang jaringan, jarak jangkauan, dan jumlah relay yang bekerja bersama.

Karakteristik penting:

Sumbu X menunjukkan jarak, diukur dalam meter, antara relay atau node komunikasi. Jumlah relay ditunjukkan pada sumbu Y (1, 2, 3).

Masa pakai jaringan ditampilkan pada sumbu Z, yang memiliki skala logaritmik dalam jutaan detik. Grafik menunjukkan bahwa di seluruh rentang jumlah relay dan jarak, komunikasi LOS (permukaan abu-abu muda) mencapai masa pakai jaringan yang lebih lama daripada komunikasi NLOS (permukaan abu-abu gelap).

Dengan semakin banyaknya perguruan tinggi terkemuka yang menyediakan akses terbuka kepada para pengajarnya, gagasan "kelas terbalik" menjadi semakin populer. Dengan pendekatan ini, guru dapat berkonsentrasi pada pembahasan isu dan konsep di kelas karena siswa diharuskan mempelajari konten di luar kelas. Siswa di negara-negara berkembang, yang aksesnya ke pendidikan tinggi dapat terhambat oleh keterbatasan keuangan, kini memiliki kesempatan untuk mengejar pembelajaran di luar dasar-dasar melalui MOOC dan aset daring lainnya seperti Khan Academy. Baik pelajar yang belajar di rumah maupun mereka yang tidak mampu membayar biaya kuliah dapat merasakan peningkatan kualitas hidup melalui akses ini.

MOOC berpotensi berkembang menjadi platform komunikasi dua arah di masa depan, menyediakan data yang bermanfaat bagi sekolah dan guru yang terlibat dalam proyek-proyek ini. Kumpulan data tentang jumlah pendaftaran, tingkat putus sekolah, kehadiran daring, dan alamat IP siswa dapat dihasilkan oleh MOOC. Universitas akan dapat menggunakan data ini untuk menentukan jumlah waktu yang dihabiskan siswa untuk belajar dan untuk mengidentifikasi mata pelajaran dan konten yang menarik bagi kelompok orang tertentu. Akibatnya, pendidik dapat meningkatkan pendekatan pedagogis mereka untuk meminimalkan angka putus sekolah dan menyesuaikan silabus sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

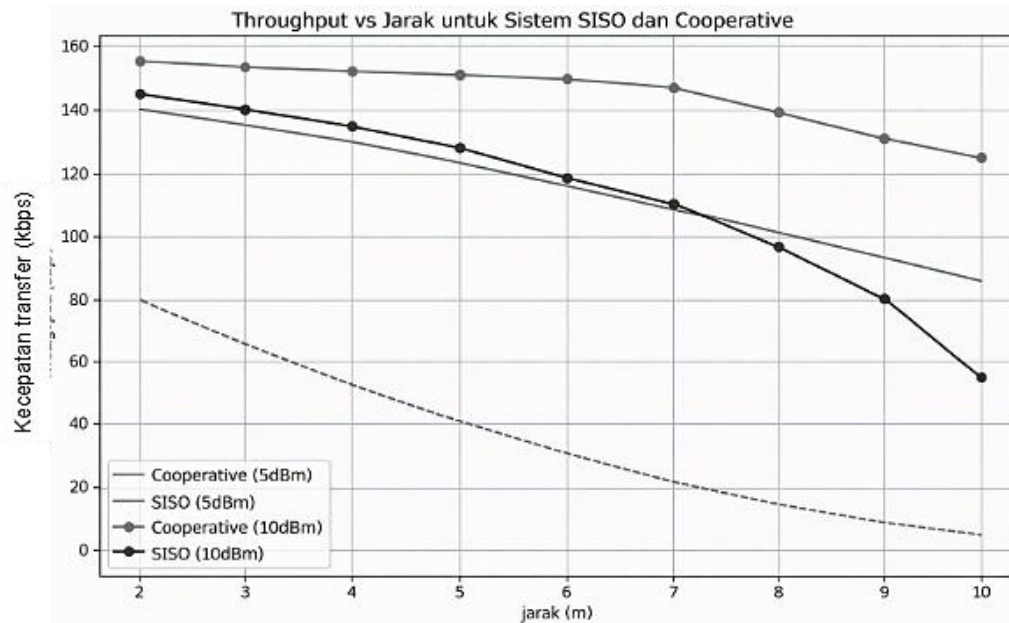
Pelacakan, Prediksi, dan Perlindungan Lingkungan

Mengingat tekanan terus-menerus yang ditimbulkan oleh urbanisasi yang luas dan perilaku manusia yang merusak seperti perburuan olahraga terhadap planet ini, diperkirakan bahwa IoT akan memainkan peran utama dalam melestarikan keanekaragaman hayati dan spesies yang terancam punah. Organisasi di seluruh dunia menggunakan perangkat berkemampuan GPS untuk melacak perilaku dan kesehatan hewan-hewan ini untuk melindungi mereka. Cisco, misalnya, menggunakan koneksi radio jarak jauh (LoRa) untuk melacak pergerakan orang saat mereka mengunjungi wilayah cagar badak. Langkah-langkah keamanan dapat dilakukan untuk melindungi kesehatan dan keselamatan hewan jika terjadi pelanggaran.

Selain itu, IoT dapat membantu memecahkan masalah pembuangan sampah, terutama di Amerika Serikat, di mana rata-rata berat sampah harian yang dihasilkan per orang adalah 4,6kg pada tahun 2013. IoT dapat membantu mengatasi masalah yang terkait dengan penumpukan sampah di masyarakat dengan menentukan waktu terbaik untuk pembuangan sampah dan rute paling efektif yang dapat dilalui truk pengumpul sampah. Masalah lingkungan utama lainnya adalah hilangnya hutan, yang untuk itu Bio Carbon Engineering menanam kembali satu miliar pohon, sebuah upaya yang menggabungkan teknologi drone. Dengan menggunakan drone untuk mensurvei area yang telah mengalami deforestasi dan metode pertanian presisi yang mengurangi biaya dan tenaga kerja, organisasi ini berharap dapat mencapai tujuannya. Terakhir, IoT dapat sangat membantu dalam mengantisipasi dan mengurangi dampak bencana alam. Misalnya, Zismo menggunakan sensor yang terhubung ke



cloud untuk mengidentifikasi aktivitas di dekat episentrum seismik dan memperingatkan tetangga terdekat. Dimungkinkan untuk mengembangkan teknologi serupa untuk meningkatkan respons dan kesiapan menghadapi bencana. Dalam hal yang sama, Avatech memprediksi kemungkinan terjadinya longsor salju menggunakan sensor tekanan.



Gambar 6.4 Throughput dalam kaitannya dengan panjang S-D dalam transmisi CT dan SISO.

Karakteristik penting:

- Sumbu X menunjukkan jarak antar perangkat komunikasi dalam meter. Throughput diwakili oleh sumbu Y (dalam kbps).

Garis:

- **Kooperatif:** garis hitam solid (5 dBm)
Garis hitam dengan garis putus-putus: SISO (5 dBm)
- **Garis hitam gelap solid:** 10 dBm SISO
Lingkaran pada garis hitam solid menunjukkan kooperatif (10 dBm).
Grafik menunjukkan bahwa throughput menurun seiring bertambahnya jarak untuk kedua tingkat daya dan bahwa komunikasi kooperatif terus menerus mengungguli SISO dalam hal throughput. Lebih lanjut, untuk kedua teknik komunikasi, daya yang lebih tinggi (10 dBm) menghasilkan kinerja throughput yang lebih baik daripada 5 dBm.

Pertanian dan Peternakan Cerdas

Cadangan air dunia semakin menipis, seperti yang telah dibuktikan, sehingga sangat penting untuk melindungi sumber daya penting ini. Menurut perkiraan, petani menggunakan 70% air tawar di Bumi, 60% di antaranya hilang karena budidaya tanaman yang membutuhkan banyak air, infrastruktur irigasi yang tidak memadai, dan teknik pertanian yang tidak produktif. Sensor bersama dengan aktuator dapat membantu petani melihat lebih jelas operasi mereka dan meminimalkan air limbah dengan memantau parameter penting termasuk tekanan dan

suhu air. Misalnya, Macrostrain telah menciptakan sistem sensor nirkabel yang dimaksudkan untuk mengevaluasi kondisi kritis di kebun anggur selama musim pertumbuhan. Dengan memantau elemen seperti kelembaban tanah, suhu, dan radiasi matahari, perangkat ini memberi tahu petani tentang kondisi buruk yang dapat memengaruhi kesehatan tanaman mereka. Gambar 6.5 menguraikan potensi penggunaan IoT di bidang pertanian.

Perawatan Kesehatan

Tidak mengherankan jika IoT diharapkan dapat mentransformasi perawatan kesehatan juga, mengingat banyaknya potensi penggunaannya. Dokter kini dapat terus memantau tanda-tanda fisiologis pasien mereka berkat IoT. Kemajuan terbaru dalam sistem tertanam dan jaringan sensor nirkabel, atau WSN, telah memungkinkan pemantauan perangkat kesehatan yang berukuran kecil. Bersama-sama, sensor-sensor ini dapat menciptakan sistem sensor tubuh (BSN), yang memantau penanda kesehatan dan meningkatkan responsivitas melalui penginderaan yang peka terhadap konteks.

Salah satu aplikasi umum untuk BSN adalah pemantauan sinyal elektrokardiogram (EKG) yang berkelanjutan untuk evaluasi gangguan jantung. Lebih lanjut, dibandingkan dengan evaluasi yang hanya berdasarkan pengamatan klinis, WSN ini telah terbukti berhasil dalam melacak individu dengan penyakit Parkinson karena menawarkan data yang dapat diandalkan yang dikumpulkan dalam jangka waktu yang lama. Misalnya, sensor yang dapat dikenakan telah digunakan oleh para peneliti untuk menilai pola pergerakan pasien Parkinson, memungkinkan pengawasan waktu nyata yang sangat akurat. BSN juga berguna dalam pengobatan kondisi pernapasan.

Untuk menilai jumlah dan kecepatan pernapasan dalam kasus ini, jaringan dilengkapi dengan perangkat pernapasan. Informasi yang dikumpulkan dapat membantu mereka yang membutuhkan latihan pernapasan, yang terbukti penting untuk rehabilitasi penyakit pernapasan. Dengan menggunakan sensor pernapasan, perangkat ini membantu pasien bernapas dengan benar, yang sangat penting untuk penyembuhan mereka.

Rumah/Bangunan Pintar dan Pemantauan

Di rumah, sensor dapat sangat membantu dalam mencegah potensi bahaya kesehatan. Sensor lingkungan, misalnya, dapat memantau sejumlah variabel, termasuk suhu, kelembaban, konsentrasi hidrogen sulfida, jumlah kebocoran gas karbon monoksida, dan kualitas udara seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.6. Pengguna dapat memperoleh detail ini dari lokasi terpencil berkat perusahaan rintisan seperti Netatmo. Beberapa perusahaan telah menerapkan ide IoT untuk penerangan rumah dan pemantauan kualitas udara. Meethue, misalnya, menyediakan lampu pintar yang dikontrol perangkat seluler yang menyesuaikan dengan cuaca, preferensi pengguna, waktu dalam seminggu, dan aktivitas di dalam ruangan.

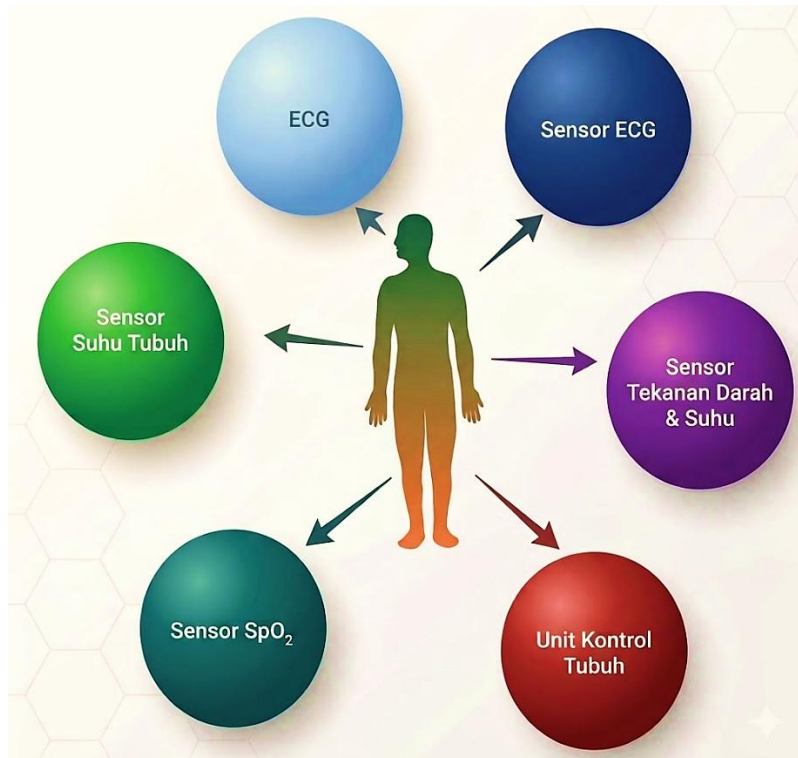




Gambar 6.5 Penggunaan Iot Dalam Pertanian.

- **Drone untuk Pengawasan Lapangan (atas):** Memberikan data waktu nyata untuk membantu pengambilan keputusan, drone membantu memantau kondisi tanaman dan kesehatan lahan.
- **Pengelolaan Air (kanan):** Pemantauan akurat dan penyiraman otomatis adalah dua cara perangkat bertenaga IoT memaksimalkan konsumsi air. Faktor tanah seperti kelembaban dan kadar nutrisi diukur menggunakan sensor (bawah) yang memungkinkan pengelolaan pertumbuhan tanaman yang lebih baik.
- **Mesin Operasional Rutin (kiri):** Aktivitas pertanian sehari-hari diotomatiskan oleh peralatan terintegrasi IoT, meningkatkan produktivitas dan mengurangi kebutuhan tenaga kerja.
Tema utamanya adalah IoT pertanian, yang menggambarkan bagaimana IoT mengubah metode pertanian.

Selain itu, teknologi tertentu untuk rumah pintar telah dibuat untuk membantu orang lanjut usia. Ubi, misalnya, adalah laptop yang diaktifkan suara yang menawarkan memo suara, podcast, dan kalender suara selain pemberitahuan berbasis pencahayaan yang menyoroti peristiwa tertentu. Keamanan bangunan juga telah ditingkatkan menggunakan teknologi IoT. Beberapa pengusaha telah menciptakan sensor untuk perawatan lift dan boiler, serta sensor yang dapat ditempatkan pada fondasi struktur untuk pemantauan beban secara terus menerus. Selain itu, jika alat pemadam kebakaran gagal muncul di tempat yang ditentukan atau jika tekanannya turun di bawah batas operasi yang aman, pengguna dapat menerima peringatan dari sistem pelacakan alat pemadam kebakaran jarak jauh.



Gambar 6.6 Komponen BSN.

Keamanan Publik

Konektivitas antar perangkat (D2D) adalah salah satu metode yang dapat digunakan IoT untuk meningkatkan keamanan publik. Interaksi multi-hop antara sumber dan tujuan dimungkinkan oleh instalasi perangkat yang luas, dan ini sangat membantu di saat krisis. Karena sebagian besar elektronik tersebut beroperasi menggunakan baterai, efisiensi energi harus menjadi prioritas utama dalam jaringan apa pun yang dibangun untuk skenario semacam itu.

Setelah bencana, banyak perangkat dapat rusak dan tidak mampu memfasilitasi komunikasi. Selain itu, pemilik elektronik portabel mungkin menonaktifkan kontrol eksternal, yang dapat menghambat komunikasi. Pemblokiran komunikasi bukanlah pilihan dalam skenario bencana dan terorisme karena sifat konten yang sensitif. Akibatnya, dalam keadaan darurat, jaringan harus kuat dan mampu mengatur ulang dirinya sendiri. Lebih lanjut, daya baterai yang rendah dapat menyebabkan sejumlah node berhenti mengirimkan data. Kemungkinan informasi akan sampai ke lokasi yang dituju meningkat jika node memiliki kemampuan untuk secara otomatis menyesuaikan protokol transmisi.

Dalam kasus seperti itu, “mode bencana” dapat diaktifkan, yang akan menggunakan perutean khusus untuk komunikasi daya rendah dan mencegah kontak D2D yang tidak perlu. Selain itu, IoT kini menjadi alat penting untuk mengelola kerumunan secara efektif. Pihak berwenang dapat memantau pergerakan kerumunan, menilai risiko keselamatan, dan membuat pilihan cepat untuk memastikan keselamatan publik selama acara besar atau keadaan darurat menggunakan data waktu nyata yang dikumpulkan melalui sensor.

6.3 TANTANGAN IOT SENSOR, INTEGRASI TI, STANDAR, DAN KEAMANAN

Meskipun IoT telah membuka banyak prospek menarik untuk pengembangan lebih lanjut, para peneliti terus berjuang dengan hambatan yang menghambat kemajuannya. Bagian ini akan mencoba mendefinisikan beberapa masalah tersebut.

Sensor dan Teknologi yang Serbaguna

Masalah pertama adalah menangani sejumlah besar node yang beragam untuk sensor, yang membuat koneksi ke Internet jaringan sensor sangat kompleks dan beragam. Dengan banyaknya jaringan yang menggunakan berbagai teknik komunikasi, sistem IoT umumnya kekurangan kerangka kerja yang konsisten untuk identifikasi dan branding perangkat yang mulus.

Selain itu, karena volume data yang ditransfer sangat besar, sistem ini biasanya mengalami penundaan dan masalah transmisi lainnya. Salah satu bidang penelitian utama yang sedang berlangsung adalah menciptakan protokol jaringan yang menjamin transfer data yang lancar dari berbagai perangkat sensor dalam sistem yang mendukung IoT. Jaringan IoT juga mendapat manfaat dari modularitas, yang memungkinkan pengguna untuk merancang objek efektif mereka sendiri secara independen dari penawaran vendor tunggal.

Integrasi IoT dan TI Konvensional

Untuk menciptakan struktur informasi tunggal, IoT juga harus diintegrasikan dengan platform teknologi informasi (TI) tradisional. Pembuatan middleware juga diperlukan untuk integrasi perangkat IoT dengan platform perangkat lunak saat ini. Selain itu, sensor jaringan IoT menghasilkan banyak data real-time yang mungkin tidak langsung relevan bagi pengguna akhir. Pengguna akhir harus memiliki kemampuan big data yang signifikan untuk memanfaatkan informasi yang tersedia, yang mungkin terbukti sangat sulit.

Standarisasi

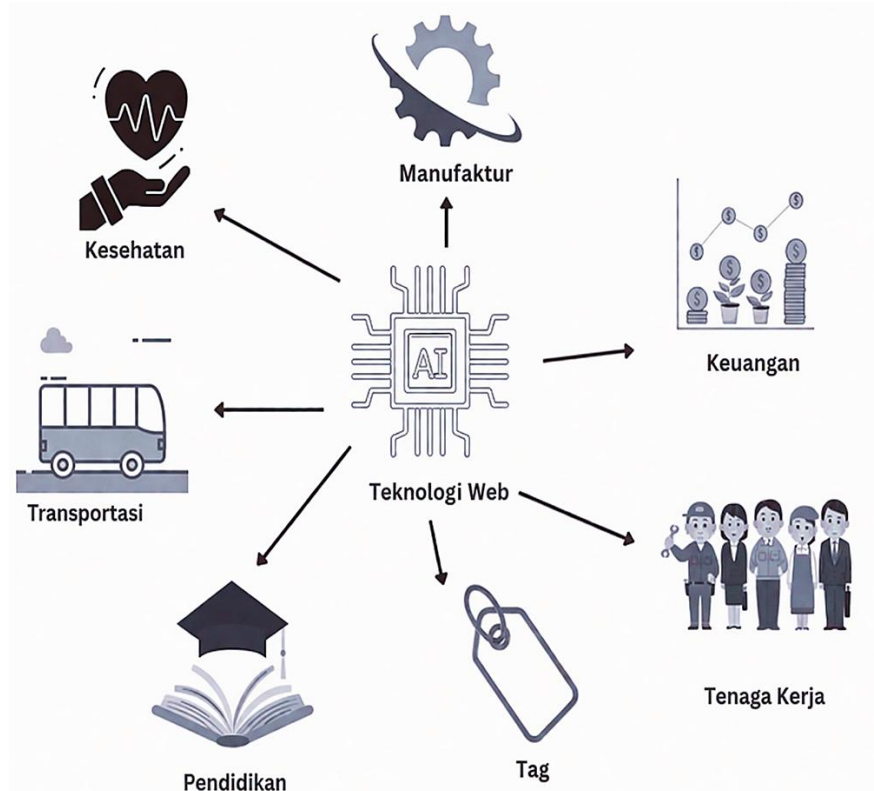
Standardisasi adalah isu lain yang perlu ditangani untuk meningkatkan interoperabilitas berbagai aplikasi dan, pada gilirannya, kinerja secara keseluruhan. Standar masa depan untuk IoT harus memfasilitasi transfer informasi yang lancar antara berbagai jenis sensor yang diproduksi oleh produsen di seluruh dunia. Standar tersebut juga harus membahas masalah keamanan dan akses radio serta modifikasi khusus industri untuk memenuhi kebutuhan spesifik berbagai sektor.

Protokol Keamanan

Pertumbuhan mekanisme keamanan yang kuat untuk melindungi privasi merupakan salah satu komponen fundamental dari standarisasi IoT. Jaringan IoT rentan terhadap peretas karena bergantung pada server cloud. Persyaratan ketat dari beberapa aplikasi industri mungkin tidak sepenuhnya dipenuhi oleh mekanisme keamanan informasi dalam sistem IoT saat ini. Dibandingkan dengan jaringan sensor nirkabel (WSN), tantangan pengembangan algoritma enkripsi untuk jaringan IoT lebih besar karena sistem IoT menghubungkan sejumlah besar perangkat umum yang secara bertahap mengumpulkan sejumlah besar data pribadi. Misalnya, interaksi yang aman akan sangat penting di tahun-tahun mendatang untuk mobil otonom yang menggunakan VANET untuk menghindari aktivitas jahat yang dapat mengakibatkan skenario berbahaya seperti informasi yang salah yang menyebabkan tabrakan.



Serupa dengan ini, protokol keamanan yang kuat diperlukan di sektor perawatan kesehatan untuk jaringan sensor tubuh (BSN) untuk melindungi privasi pasien saat mengirimkan data medis ke dokter seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.7.



Gambar 6.7 Perkembangan baru dalam AI.

- **Pelayanan Kesehatan:** Ditunjukkan dengan stetoskop dan tetesan, di antara simbol-simbol medis lainnya.
- **Keuangan:** Menggunakan kertas dan simbol yang terkait dengan uang sebagai contoh.
- **Manufaktur:** Ditunjukkan dengan ikon mesin dan pabrik. Ritel: Ditampilkan dengan gambar etalase toko atau troli belanja. Pendidikan: Diwakili oleh lambang akademis dan globe.
- **Transportasi:** Truk dan ikon kendaraan lainnya digunakan untuk mewakili transportasi.
- **Tenaga Kerja:** Ditunjukkan oleh ikon yang berkaitan dengan pekerja.

6.4 MODEL BISNIS

Rencana bisnis untuk menghasilkan uang dan memperoleh keuntungan dari operasinya disebut model bisnis. Karena karakteristik ekosistem IoT, bisnis harus berkolaborasi dengan pesaing dan perusahaan di industri lain. Akibatnya, model bisnis tradisional tidak dapat diterapkan pada fenomena IoT.

Banyaknya perangkat yang terhubung di dalam jaringan ini, kebutuhan untuk menggabungkan inovasi IoT terbaru ke dalam barang dan penawaran yang bermanfaat, dan ketidakpastian seputar peran pemangku kepentingan, organisasi, dan tata kelola di bidang

yang berkembang pesat ini adalah beberapa kesulitan IoT saat ini. Banyak kerangka kerja untuk model bisnis IoT telah diteliti dalam literatur. "Desain Kebutuhan Tujuan" (DNA) mewakili model tersebut. Dalam paradigma ini, "Kebutuhan" mengacu pada hubungan dengan konsumen, "Tujuan" mengacu pada hasil yang diinginkan seperti menghasilkan uang, dan "Desain" mengacu pada komponen penting dari struktur, seperti sumber daya dan aktivitas.

Salah satu elemen unik dari layanan IoT adalah kemampuannya untuk melacak perilaku dan umpan balik pengguna dari waktu ke waktu, yang memungkinkan perusahaan menambahkan fitur baru ke produk mereka. Ini sesuai dengan definisi model bisnis yang dominan layanan.

Tabel 6.1 Parameter Model Bisnis Berbasis Layanan

Proposisi Nilai	Penawaran yang terdefinisi dengan jelas Visualisasi yang ditingkatkan Keterlibatan pelanggan yang diperkuat Portofolio penawaran yang dinamis dan terus berkembang
Mekanisme Pendapatan	Penawaran yang didefinisikan dengan jelas.
Rantai Nilai	Visualisasi yang ditingkatkan Keterlibatan pelanggan yang diperkuat Portofolio penawaran yang dinamis dan terus berkembang Penawaran yang didefinisikan dengan jelas
Jaringan Nilai	Visualisasi yang ditingkatkan Keterlibatan pelanggan yang diperkuat Portofolio penawaran yang dinamis dan terus berkembang Penawaran yang didefinisikan dengan jelas Visualisasi yang ditingkatkan Keterlibatan pelanggan yang diperkuat

Tabel 6.2 Elemen IoT dan Arsitektur Perusahaan

Pola Model Bisnis	Freemium fisik
Produk yang Didukung Teknologi Digital	Tambahan digital Keterikatan digital Produk sebagai titik penjualan Layanan mandiri objek Pemantauan jarak jauh atas penggunaan dan kondisi Freemium fisik

Selain itu, model ini dapat digunakan untuk optimasi proses dan peramalan yang efisien. Tidak seperti model tradisional di mana perusahaan menciptakan nilai sendiri, di bawah strategi bisnis berbasis layanan ini, pelanggan dan perusahaan bekerja sama sebagai kolaborator dalam penciptaan nilai. Tabel 6.1 menguraikan komponen dan hambatan penting dari model berbasis layanan yang dibangun di atas perspektif berpusat pada jaringan dalam bisnis IoT.

Selanjutnya, ada enam komponen utama untuk struktur perusahaan khusus IoT lainnya yang dikenal sebagai barang yang diisi daya secara digital. Elemen-elemen ini mencakup ide-ide seperti barang fisik gratis, yang menawarkan produk nyata selain layanan digital gratis, seperti panduan pemeliharaan atau instalasi. Dengan tambahan digital, konsumen dapat

membeli layanan tambahan dari penjual asli atau sumber lain selain apa yang disediakan oleh barang tersebut. Prosedur verifikasi elektronik berbasis sensor yang dikenal sebagai “penguncian digital” melindungi dari barang palsu dan menegakkan jaminan.

Ketika suatu produk berfungsi sebagai titik penjualan, pelanggan dapat menggunakan ponsel pintar mereka untuk memindai produk tersebut guna mengakses toko daring tempat mereka dapat membeli barang lain atau tambahan. “Barang” dapat mengurus dirinya sendiri melalui layanan mandiri objek; misalnya, sistem pemanas dapat memesan pengisian ulang cairan bila diperlukan. Terakhir, konektivitas internet sensor yang berkelanjutan untuk penggunaan jarak jauh dan penilaian kondisi memberikan informasi waktu nyata yang, bila diperlukan, dapat memicu tindakan korektif. Tabel 6.2 menunjukkan beberapa pola model bisnis yang dibentuk dengan menggabungkan elemen digital dan fisik. Ini menyoroti taktik seperti penawaran freemium, peningkatan digital, keterbatasan pengguna, dan fitur yang diaktifkan IoT untuk meningkatkan nilai pelanggan dan prospek pendapatan.

6.5 ISU DAN TANTANGAN UTAMA IOT

Kompleksitas yang substansial ditambahkan karena prevalensi konektivitas Internet untuk berbagai sistem di setiap aspek kehidupan manusia dan berbagai teknik yang terlibat dalam transfer data antar perangkat tertanam. Pengembang IoT memiliki beberapa masalah dan kesulitan untuk dihadapi, terutama karena masyarakat mengadopsi teknologi pintar yang lebih canggih. Kesulitan dan permintaan akan sistem IoT yang lebih canggih juga meningkat seiring dengan perkembangan teknologi. Pengembang IoT harus mengembangkan pandangan ke depan dengan mengantisipasi masalah baru dan berkolaborasi secara proaktif untuk menghasilkan solusi kreatif untuk mengatasinya.

Kekhawatiran Etika IoT

Masalah terbesar yang dihadapi bisnis adalah konsumen tidak sepenuhnya memahami bagaimana barang IoT mereka beroperasi saat mereka menggunakannya. Selain itu, secara luas diyakini bahwa keamanan IoT sangat tidak memadai dan sangat rentan terhadap serangan siber. Menurut sebuah studi Forbes, jumlah serangan siber yang menggunakan perangkat IoT telah meningkat sebesar 300% pada tahun 2019. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah gadget secara pesat dan kurangnya penekanan pada keamanan daripada kreativitas.

6.6 INOVASI, APLIKASI BISNIS, SERTA ETIKA AI DAN ML

Desain dan pengembangan sistem komputer canggih yang dapat melakukan tugas-tugas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia dikenal sebagai kecerdasan buatan (AI). Pengenalan suara, persepsi visual, pengambilan keputusan, pemahaman bahasa, penerjemahan, dan pemecahan masalah secara mandiri merupakan beberapa dari aktivitas tersebut. Sistem AI semakin mampu beradaptasi, belajar, dan berfungsi sendiri, yang membuatnya dapat beradaptasi dengan berbagai lingkungan.

Untuk dapat mengolah data, memperoleh wawasan darinya, dan menggunakan pengetahuan ini untuk melakukan tugas secara efektif, perusahaan teknologi mengembangkan perangkat lunak dan perangkat keras yang menggunakan AI. Organisasi berinvestasi secara



signifikan dalam AI, mulai dari chatbot dan komputasi kuantum hingga mobil tanpa pengemudi, untuk meningkatkan produktivitas dan menghasilkan hasil yang lebih cepat dan akurat daripada pendekatan tradisional yang digerakkan oleh manusia.

Perkembangan Baru dalam AI

Siri

Salah satu program asisten Apple yang paling terkenal, Siri, dapat diakses di sebagian besar produk elektronik mereka, termasuk iPad dan telepon. Individu umumnya berinteraksi dengan asisten suara wanita yang dikendalikan kapan saja. Dalam hal mencari informasi, mendapatkan petunjuk arah, melakukan panggilan, mengirim pesan teks, meluncurkan aplikasi, dan merencanakan acara, ia sangat penting.

Tesla

Mobil telah tumbuh popularitasnya sebagai target AI. Mereka yang tertarik pada mobil melewati Tesla. Ini bisa dibilang kendaraan paling populer di pasaran. Mobil ini telah memenangkan banyak penghargaan dan dikenal karena kemampuan mengemudi otomatisnya, kemampuan prediktif, dan inovasi teknologi mutakhir.

Cogito

Cogito, salah satu contoh terbaik dari versi perilaku untuk meningkatkan kecerdasan personel layanan pelanggan, didirikan bersama oleh Dr. Sandy dan Joshua dan saat ini tersedia untuk dibeli. Perusahaan ini menggunakan ilmu perilaku dan ML untuk meningkatkan partisipasi pelanggan dari para ahli telepon. Setiap hari, banyak panggilan suara mungkin menggunakan Cogito. Teknologi AI melacak ucapan manusia dan memberikan umpan balik langsung untuk membantu individu berperilaku lebih baik.

Echo

Amazon merilis Echo, yang kini memiliki fitur tambahan dan lebih pintar. Ini adalah solusi mutakhir yang menyediakan Alexa, layanan suara untuk membantu Anda memeriksa web untuk data pribadi, mengatur janji temu, membuat keputusan, bernavigasi, beralih, dan mengoperasikan sistem pemanas dan pendingin, menjawab pertanyaan, membaca Audible, melaporkan lalu lintas dan cuaca, memberi Anda informasi tentang bisnis terdekat, menawarkan jadwal dan peringkat olahraga, dan banyak lagi. Bagian selanjutnya dari bab ini membahas penggunaan AI dan beberapa keuntungan yang mungkin dimilikinya.

Aplikasi Bisnis AI dan ML: Penggunaan saat ini dan Prospek yang akan Datang

Cara bisnis menganalisis data dan mengambil keputusan sedang mengalami transformasi karena integrasi AI dan ML yang semakin berkembang. Bisnis menggunakan alat-alat tersebut untuk meningkatkan hubungan klien, menyederhanakan operasi berulang, dan melakukan analisis statistik. Bisnis dapat mengoptimalkan operasi seperti pengelolaan stok, penyampaian layanan, dan upaya periklanan dengan menggunakan algoritma yang menggunakan ML untuk menemukan pola yang tidak terdeteksi dalam kumpulan data besar. Pergeseran besar dalam metode bisnis dicontohkan oleh tren menuju pengambilan keputusan berbasis data, yang mengubah sektor-sektor seperti manufaktur, perbankan, dan ritel. Potensi AI dan ML dalam bisnis sangat cerah.



Penggunaan NLP untuk meningkatkan interaksi pelanggan dan perluasan solusi pemasaran bertarget berbasis AI adalah contoh kemajuan terkini. Seiring kemajuan model ML, bisnis akan lebih mempertimbangkan praktik AI yang bertanggung jawab, menjamin transparansi dan keandalan data. Selain itu, alat-alat ini akan menjadi lebih mudah diakses karena kerangka kerja ML yang canggih, memungkinkan bisnis kecil untuk menggunakan AI atau menyamakan kedudukan.

Pentingnya AI yang Beretika

- **Pengaruh pada Masyarakat:** Penggunaan sistem ML (AI) yang meluas dan pengaruh sosialnya yang signifikan tidak dapat diabaikan. Sistem ini memiliki kekuatan untuk secara fundamental mengubah ekonomi, memodifikasi lingkungan politik, dan mengubah norma budaya. Potensi transformatif tersebut memerlukan dedikasi yang sesuai terhadap pengawasan etis AI karena pengembangannya yang tidak terkendali dapat memiliki dampak yang tidak terduga dan secara tidak proporsional memengaruhi mereka yang memiliki sumber daya terbatas.
- **Inovasi yang Berhati Nurani:** AI yang beretika merupakan prasyarat untuk inovasi yang bertanggung jawab dan berfungsi sebagai panduan moral. Gagasan tentang kemajuan teknologi "penggunaan ganda" menarik perhatian pada fakta bahwa AI memiliki kapasitas untuk menjadi alat yang dapat diterapkan baik secara positif maupun negatif. Melalui inovasi etis, kita berharap dapat mengoptimalkan potensi manfaat AI sambil meminimalkan potensi kerugiannya.

Kerangka Kerja dan Prinsip Etika

- **Keadilan:** Nilai etika fundamental dalam AI adalah keadilan, yang mengharuskan AI untuk memperlakukan setiap orang secara setara. Namun, mencapai keadilan merupakan upaya yang menantang dan terhambat oleh masalah yang berkaitan dengan bias algoritmik, pengumpulan data, dan penetapan kriteria keadilan. Karena kesetaraan algoritmik bertujuan untuk mengatasi bias yang mengakar dalam banyak sistem AI, hal ini membutuhkan evaluasi menyeluruh.
- **Kemampuan Menjelaskan dan Transparansi:** Kedua hal ini merupakan komponen penting dari etika AI. Sifat kotak hitam dari model pembelajaran mendalam membutuhkan lebih banyak penelitian karena sistem AI yang buram berpotensi mengikis kepercayaan dan tanggung jawab. Oleh karena itu, selain menjadi kewajiban moral, mencari kejelasan dan transparansi model sangat penting untuk mempromosikan adopsi AI yang lebih luas.
- **Akuntabilitas:** Dalam konteks AI, akuntabilitas mencakup tanggung jawab pidana dan kewajiban etis untuk memperbaiki kerusakan yang disebabkan oleh AI. Mendemonstrasikan kewajiban dalam berpikir adalah tugas yang sulit karena sistem kecerdasan buatan berperilaku secara terdistribusi. Dua kerangka moral yang memberikan perspektif berguna tentang akuntabilitas AI adalah konsekuensialisme dan deontologi.
- **Keamanan informasi dan privasi:** Privasi, hak asasi manusia mendasar, menghadirkan tantangan etis yang signifikan di era AI. Cara sistem AI mengumpulkan, menyimpan,



dan menggunakan data menimbulkan pertanyaan rumit tentang pengetahuan, anonimisasi, dan perlindungan informasi. Dengan bantuan undang-undang seperti Peraturan Privasi Umum (GDPR), upaya signifikan telah dilakukan untuk melindungi privasi individu dalam aplikasi AI.

Tantangan Etika AI dan ML

- **Diskriminasi dan Bias:** Bias AI menghadirkan masalah etis yang signifikan. Bias ini dapat berasal dari data historis, yang kemudian dapat menanamkan prasangka dari budaya ke dalam algoritma dan mengakibatkan efek yang merugikan. Masalah ini terjadi dalam sejumlah situasi, seperti keputusan perekrutan, sistem peradilan, dan praktik pemberian pinjaman. Pertimbangan etis harus menyelesaikan ketidakadilan sistemik.
- **Dampak Ekonomi dan Pemindahan Pekerjaan:** Implikasi etis AI juga berdampak pada ekonomi, khususnya dalam hal pemindahan pekerjaan. Otomatisasi yang didorong oleh AI menimbulkan pertanyaan tentang tanggung jawab masyarakat terhadap pekerja yang kehilangan pekerjaan dan menempatkan sektor pekerjaan tertentu dalam risiko. Program pelatihan ulang yang luas dan pendapatan dasar universal (UBI) adalah dua strategi etis untuk mengurangi dampak ini.
- **Pengambilan Keputusan Otonom:** Meningkatnya penggunaan AI dalam pengambilan keputusan otonom, seperti dalam diagnosis medis atau mobil tanpa pengemudi, menimbulkan pertanyaan etis yang sulit. Seperti yang ditunjukkan oleh "teka-teki troli" dalam mobil robot dan dilema etis yang dihadirkan oleh AI di rumah sakit, sangat penting bagi kita untuk menetapkan batasan etis untuk pilihan otonom AI. Dorongan untuk menyelaraskan ide-ide AI dengan ide-ide kita sendiri terletak di jantung kesulitan-kesulitan ini.

6.7 TREN MASA DEPAN DALAM AI, ML, DAN IOT

- **Integrasi Teknologi Edge:** Untuk menganalisis data lebih cepat dan membuat penilaian secara instan, gunakan komputasi edge daripada pemrosesan berbasis cloud. Gunakan pemrosesan data lokal untuk mengurangi latensi dan meningkatkan privasi.
- **AI yang Dapat Dijelaskan, atau XAI:** XAI adalah pengembangan model AI terbuka untuk meningkatkan kepercayaan dan tanggung jawab. Verifikasi apakah algoritma ML dapat dipahami.
- **Pembelajaran Terfederasi:** ML yang berkolaborasi tanpa berbagi data mentah di antara perangkat yang tersebar, meningkatkan keamanan dan privasi sekaligus meningkatkan akurasi model.
- **Konvergensi 5G dengan IoT:** Konektivitas yang lebih besar yang memungkinkan komunikasi yang lancar antara perangkat IoT dikenal sebagai konvergensi 5G dengan IoT. Ini memfasilitasi berbagi data secara real-time dan mendukung aplikasi inovatif seperti kendaraan otonom dan kota pintar.
- **Otomasi IoT Bertenaga AI:** Integrasi AI untuk pemeliharaan proaktif pada perangkat IoT, jaringan yang dapat memperbaiki diri sendiri, dan otomatisasi alur kerja.



- **Keamanan IoT Berbasis Blockchain:** Teknologi blockchain digunakan untuk memastikan integritas data dan melindungi IoT, menjadikan ekosistem IoT lebih transparan dan dapat dipercaya.
- **Keamanan IoT yang Didorong Blockchain:** IoT dilindungi dan konsistensi data dijamin melalui penggunaan teknologi blockchain, meningkatkan transparansi dan keandalan ekosistem IoT.
- **Etika IoT dan AI yang Berwawasan:** Untuk mengatasi masalah sosial, semakin banyak penekanan pada penciptaan AI secara moral dan implementasi perangkat IoT secara bijaksana.

6.8 REVOLUSI AI, ML, IOT INOVASI ETIS DAN BERKELANJUTAN

Dengan menciptakan peluang baru untuk interaksi, otomatisasi, dan pengambilan keputusan, IoT, pembelajaran mendalam (ML), dan AI merevolusi berbagai sektor. Tema-tema termasuk komputasi tepi, federasi pembelajaran, XAI, dan integrasi IoT-5G memengaruhi masa depan teknologi ini. Namun, penerimaan yang cepat juga menimbulkan kekhawatiran etis yang signifikan tentang privasi, bias algoritmik, bahaya keselamatan, dan pelestarian lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, para pembuat kebijakan, profesional teknologi, dan pengguna harus mengambil sikap proaktif dan kolaboratif. Administrasi terbuka, desain yang berfokus pada pengguna, dan kerangka kerja etis sangat penting untuk memastikan bahwa kemajuan teknologi selaras dengan nilai-nilai sosial. Menemukan keseimbangan antara inovasi dan tanggung jawab moral akan memungkinkan terciptanya sistem yang ramah, aman, dan berkelanjutan. Dengan mendorong kerja sama multidisiplin dan transparansi, AI, ML, dan IoT dapat mewujudkan semua kemampuannya dan menawarkan manfaat revolusioner sambil menjunjung tinggi kepentingan individu dan komunitas secara global.



BAB 7

CHATBOT SUARA TINGKATKAN CRM PEMASARAN UKM MODERN

7.1 AI DAN CHATBOT SUARA DALAM E-COMMERCE BISNIS KECIL

Kecerdasan buatan (AI) dan pembelajaran mesin (ML) telah sepenuhnya mengubah dunia digital dan membawa peningkatan nyata yang dapat diamati yang telah meningkatkan efektivitas dunia digital. Saat ini mendominasi pasar, AI dan ML diprediksi akan mengubah sektor ini secara radikal di tahun mendatang. Pengenalan chatbot asisten suara telah membuat perluasan usaha kecil melalui upaya pemasaran digital menjadi lebih terlihat. Strategi pemasaran apa pun yang berfokus pada bagaimana bisnis dengan cekatan dan sukses mempertahankan hubungan jangka panjang dengan konsumen mereka dan membujuk mereka untuk melakukan pembelian di masa mendatang harus mencakup hubungan pelanggan sebagai komponen kunci.

Manajemen hubungan pelanggan (CRM) adalah komponen penting dari bisnis dan menunjukkan loyalitas konsumen ketika mereka puas dengan penawaran. Memiliki hubungan yang kuat dan langgeng dengan konsumen sangat penting untuk mendefinisikan CRM karena hal itu membujuk mereka untuk melakukan pembelian tambahan dan menciptakan ruang untuk kesuksesan penjualan di masa depan. CRM dipantau oleh sistem; saat ini, AI dan ML digunakan untuk memantaunya. Teknologi data fuzzy telah digunakan dalam AI dan ML untuk kemajuan dalam studi. Kedua teknologi ini memungkinkan fusi yang lebih besar dan layanan yang sangat baik ketika digunakan untuk operasi dan promosi. Bisnis kecil memiliki keuntungan sebagai pelopor jika mereka dapat mengadopsi chatbot canggih yang didukung AI di situs web mereka. Memahami preferensi dan pilihan konsumen untuk layanan dan fitur Internet menjadi lebih penting bagi pemasar berkat Internet. Penggunaan teknologi telah meningkatkan populasi pasar teknologi pada tahun 2023 (teknologi dan 2021, 123AD). Lebih dari 5,4 juta orang menggunakan teknologi untuk menyelesaikan tugas mereka pada tahun 2023 menurut Internet World Stats.

Teknologi adalah kebutuhan di era digital untuk hidup. Berkat teknologi, orang-orang kini dapat bersosialisasi, tetap terhubung, dan memiliki akses yang mudah. Sulit bagi kita untuk membayangkan kehidupan kita tanpa teknologi. Kehidupan kita sekarang lebih dapat diandalkan dan lebih mudah berkat teknologi. Karena teknologi telah muncul sebagai alat penting, sangat penting untuk mengetahui bagaimana konsumen menggunakannya setiap hari dan seberapa percaya diri mereka saat menggunakan platform online.

Orang-orang di era digital memiliki akses mudah ke teknologi. Pengenalan teknologi ini telah menghasilkan pergeseran signifikan dalam keterlibatan pelanggan. Teknologi telah memungkinkan orang untuk memilih dari berbagai macam produk yang tersedia dan memilih sesuai kenyamanan mereka dalam jangka panjang. Platform berbasis teknologi yang baik cenderung menarik lebih banyak orang dengan mempromosikan keterlibatan. Perilaku pengguna yang melek teknologi bahkan memotivasi mereka untuk membeli di luar kebutuhan dasar mereka.



Tingkat kenyamanan pelanggan dengan teknologi memiliki dampak signifikan pada perilaku mereka, terutama dalam konteks pengalaman pelanggan (CE). Sangat penting agar penggunaan teknologi untuk meningkatkan pekerjaan diterima. Berbagai model seperti *Technology Acceptance Model* (TAM), *Theory of Planned Behavior* (TPB), dan *Elaboration Likelihood Model* (ELM) dianggap sebagai teori yang paling efektif dan membantu mempelajari pengaruh teknologi terhadap pelanggan. Di era digital, memahami dan beradaptasi dengan teknologi sangatlah penting. Teknologi telah memungkinkan individu dan bisnis untuk berevolusi dan mengembangkan strategi untuk mempertahankan diri di pasar sesuai dengan kemajuan. Banyak klien menghindari penggunaan platform online meskipun mudah digunakan dan tidak mahal karena takut akan teknologi atau memiliki fobia terhadapnya.

Penting untuk memastikan apakah orang menggunakan teknologi secara bebas dan seberapa percaya diri mereka setelah melakukannya. Kemungkinan untuk kembali ke platform yang sama untuk pembelian ulang meningkat seiring dengan kepercayaan yang diperoleh melalui belanja online. Di ranah digital, platform yang memancarkan kepercayaan dan keandalan sangat dihargai. Analisis berfokus pada bagaimana mempertahankan pelanggan dan memastikan mereka kembali ke platform yang sama. Platform yang didorong oleh kustomisasi lebih disukai daripada platform yang kurang kustomisasi. Teknologi bahkan telah memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan perilaku pembelian mereka sesuai dengan kebutuhan dan persyaratan mereka.

Platform media sosial memberikan peluang yang lebih besar bagi usaha kecil dan platform e-commerce untuk menjalankan bisnis dalam jangka panjang. Jangkauan yang luas telah memungkinkan bisnis untuk fokus pada platform media sosial untuk membuat keputusan pembelian. Berbagai model telah dikembangkan dari waktu ke waktu untuk mempelajari bagaimana teknologi memainkan peran penting dalam melakukan pembelian di platform e-commerce. Kebiasaan pembelian pelanggan telah berubah secara dramatis oleh adopsi awal TAM dan adopsi model UTAUT.

AI dan ML adalah alat yang digunakan untuk menganalisis keterlibatan dan harapan konsumen di platform e-commerce. Studi ini menggunakan model UTAUT yang diadopsi dari tiga teori paling terkenal: TAM, TPB, dan TRA. Studi sebelumnya telah berkonsentrasi pada berbagai model UTAUT dan perluasan model teknologi dari berbagai sudut pandang. Setiap studi telah berkonsentrasi pada persepsi pelanggan terhadap teknologi, seberapa mudah teknologi membuat konsumen menjadi melek teknologi, dan bagaimana teknologi mendorong mereka untuk menggunakannya lebih sering. Lebih penting lagi untuk memahami bagaimana teknologi dan platform digital memainkan peran penting dalam memengaruhi dan membujuk perilaku dan pengalaman belanja pelanggan untuk produk elektronik.

Perusahaan bisnis kecil telah mengalami peningkatan penjualan yang besar dalam beberapa tahun terakhir; oleh karena itu, sangat penting untuk melihat bagaimana teknologi dan penerimaannya penting untuk pembelian di platform e-commerce untuk studi ini. Mengingat seberapa sering teknologi digunakan di semua bidang kehidupan dan seberapa baik teknologi meningkatkan semangat kita saat menjalankan tugas, kita harus memahami model penerimaan teknologi.



Seseorang harus dapat menggunakan teknologi secara bebas dan merasakan manfaatnya untuk menerimanya. Setelah menggunakan teknologi, kinerja meningkat dan prosedur menjadi jauh lebih sederhana. Tugas-tugas yang didukung teknologi lebih disukai, dan hal ini meningkatkan kepercayaan diri pengguna. Ini menghemat waktu pengguna. Mereka merasa lebih percaya diri dan melek teknologi setelah menggunakan platform ini.

Model chatbot yang didukung AI menyoroti fakta bahwa platform yang hebat dengan sistem yang efektif dan efisien diperlukan untuk memfasilitasi pembelian dan pembelian ulang produk dari platform tersebut. Platform yang lebih efisien memastikan kompleksitas yang lebih rendah dan kinerja berbasis output yang lebih baik, terutama ketika konsumen tidak ingin menghabiskan lebih banyak waktu untuk menavigasi antar halaman dalam keadaan bingung. Studi ini signifikan dan sangat berkontribusi pada studi yang ada dengan berfokus pada segmen produk usaha kecil yang telah mengalami peningkatan permintaan dan penjualan selama dekade terakhir karena meningkatnya penggunaan platform sosial.

Pemasaran influencer sosial yang populer dikenal sebagai (SIM) telah mendorong perkembangan dan pertumbuhan media sosial yang mempromosikan efektivitas biaya. Peningkatan permintaan dan perubahan tren setiap kuartal memotivasi generasi saat ini untuk lebih banyak berbelanja produk bisnis kecil. Diskon yang bagus dan musim perayaan mendorong lebih banyak penjualan di platform tersebut; oleh karena itu, penting untuk mengetahui platform digital dan memiliki pengetahuan yang baik tentang teknologi terbaru. Kesenjangan studi berfokus pada seberapa nyaman pelanggan menggunakan teknologi untuk membeli produk bisnis kecil, yang mengarah pada keterlibatan pelanggan yang lebih besar.

Studi ini berputar di sekitar pertanyaan studi yang akan dijawab untuk memungkinkan industri memahami perilaku konsumen. Hal ini penting untuk dipahami karena Generasi Z bahkan lebih impulsif dan menginginkan platform yang mudah digunakan untuk navigasi cepat. Pertanyaan-pertanyaan tersebut adalah sebagai berikut:

- RQ1. Apa penerapan model UTAUT di era digital saat ini untuk produk bisnis kecil?
- RQ2. Seberapa efektif model tersebut dapat mengkodekan chatbot berbasis suara (VAC) yang bertanggung jawab untuk menyesuaikan kegunaan dan efisiensi platform e-commerce?

Pada bagian selanjutnya, kita akan membahas tinjauan pustaka yang ekstensif, menyajikan kerangka kerja, dan menguraikan metodologi yang diadopsi dalam studi ini. Dengan demikian, kami bercita-cita untuk memberikan dasar yang kuat untuk menentukan dan menafsirkan dinamika rumit yang terjadi di ranah chatbot berbantuan suara (VAC) untuk aplikasi e-commerce untuk pembelian produk usaha kecil. Hal ini penting di berbagai industri, karena analisis semacam itu memberikan pemahaman yang lebih besar dan perspektif yang lebih luas tentang bisnis. Kerangka kerja ini memberikan ruang untuk perbaikan dan strategi yang lebih baik untuk mendukung dan membantu perluasan bisnis.

Di sini, fokus utamanya adalah mempelajari signifikansi model UTAUT dan bagaimana VAC dapat memengaruhi perilaku pembelian produk usaha kecil. Studi ini menggunakan VAC



sebagai moderator untuk menjembatani kesenjangan studi dalam literatur terbaru yang tersedia. Literatur tersebut kurang membahas kontribusi VAC sebagai moderator dan bagaimana VAC memoderasi perilaku pembelian di platform e-commerce untuk produk elektronik. Literatur tersebut menyoroti penggunaan AI, dan aplikasinya mengarah pada keterlibatan pelanggan yang lebih baik.

Tingkat lanjutan chatbot memungkinkan kinerja yang lebih baik dan peningkatan kepuasan pelanggan. Chatbot kini banyak digunakan dan pelanggan berulang kali menggunakannya untuk berinteraksi dan menyelesaikan pertanyaan pembelian mereka. Asisten suara chatbot memainkan peran penting dalam bisnis kecil di mana merek membutuhkan pengakuan dan keterlibatan pelanggan yang lebih besar untuk mempromosikan reputasi baik mereka di pasar. Bisnis kecil membutuhkan pengakuan dan pertumbuhan. Mereka membutuhkan keterlibatan pelanggan dan keinginan untuk mempertahankan pelanggan dalam jangka panjang. Pelanggan yang puas lebih seperti keluarga bagi pelanggan. Chatbot memungkinkan dukungan pelanggan 24/7, dan memungkinkan lebih banyak kustomisasi untuk pelanggan. Tujuan di sini adalah untuk menyelidiki tujuan-tujuan berikut:

1. Untuk menentukan dan memahami penerapan AI dan penggunaannya yang ditingkatkan dalam bisnis kecil, seperti chatbot suara.
2. Untuk mempelajari hubungan semua faktor yang digunakan dalam model UTAUT dalam menentukan CE pada produk elektronik di platform e-commerce.
3. Untuk mempelajari peran moderasi VAC dan pengaruhnya pada semua konstruk dalam model UTAUT.

7.2 MODEL UTAUT DAN UNSUR-UNSURNYA

Teori UTAUT merupakan salah satu teori yang paling dominan dan efektif di antara delapan teori tentang teknologi dan inovasi karena telah menyederhanakan dan meningkatkan keseluruhan konstruksi menjadi empat unsur utama dan empat faktor moderasi yang memengaruhi pelanggan. Teori UTAUT dianggap paling tepat untuk memahami perilaku konsumen dan bagaimana mereka mengadopsi teknologi dalam perilaku mereka. Model UTAUT terdiri dari konstruksi yang paling banyak diteliti dan telah menghasilkan hasil yang paling signifikan baru-baru ini. UTAUT diidentifikasi berpotensi membujuk CE orang untuk menjadi melek teknologi. Unsur-unsurnya secara khusus diidentifikasi untuk mempelajari perilaku pelanggan dan bagaimana mereka bereaksi terhadap teknologi. Teori ini telah menggunakan tiga unsur: harapan kinerja, harapan usaha, dan pengaruh sosial (SI) sebagai faktor yang memengaruhi dalam menentukan CE pengguna. Pengalaman dan gender tidak dapat dipertimbangkan dalam studi ini karena telah diterapkan pada studi lain. Konstruk EE dan PE memiliki pengaruh yang lebih signifikan terhadap CE di industri fintech menurut literatur. Keempat konstruk tersebut juga telah diuji secara sukses dalam sistem pembelajaran dan manajemen dan menunjukkan asosiasi substansialnya dalam model.

Pelanggan yang ramah teknologi lebih cenderung menggunakan teknologi dan platform online daripada pelanggan yang kurang melek teknologi. Untuk memahami perilaku



tersebut, model UTAUT banyak diadopsi untuk mempelajari psikologi pelanggan. Model UTAUT terdiri dari empat konstruk yang digunakan dalam studi ini dan dibahas di bawah ini. Literatur populer berfokus pada konstruk-konstruk ini untuk mempelajari perilaku pelanggan dalam menggunakan teknologi dan sejauh mana pelanggan merasa ramah dalam menggunakan platform berbasis teknologi ini.

PE dan CE

PE didefinisikan sebagai frekuensi keyakinan konsumen bahwa penggunaan teknologi akan memungkinkan mereka untuk bekerja lebih efisien, sehingga memperkuat keyakinan mereka dalam menggunakan teknologi. Penulis juga menemukan bahwa di antara faktor-faktor tersebut, PE merupakan konstruk terkuat dan terpenting yang memengaruhi perilaku dan penggunaan teknologi.

H1: PE secara signifikan mempengaruhi CE dalam aplikasi e-commerce untuk produk usaha kecil.

EE dan CE

EE adalah frekuensi pengguna yang merasa penggunaan teknologi lebih mudah. Ketika membahas banyak industri, seperti perawatan kesehatan dan adopsi seluler, hal ini dianggap sebagai komponen penting.

H2: EE secara langsung memengaruhi CE dalam aplikasi e-commerce untuk produk usaha kecil.

SI dan CE

Saat ini, SI dianggap penting karena memaksa individu untuk beradaptasi dengan teknologi kontemporer. Di mana-mana, orang-orang merangkul dan menghargai pengguna yang melek teknologi di tingkat sosial, dan sebaliknya. Orang-orang sering dipaksa oleh masyarakat dan tekanan sosial untuk mengadopsi teknologi yang lebih baru, dan mereka sering melakukannya. SI memiliki dampak signifikan pada pengguna karena era digital. Berbagai sektor seperti perawatan kesehatan telah melihat dampak signifikan SI pada pengguna.

H3: SI secara signifikan mempengaruhi CE dalam aplikasi e-commerce untuk produk usaha kecil.

FC dan CE

FC memiliki pengaruh langsung dan substansial terhadap CE pengguna dan niat untuk menggunakan teknologi.

H4: FC secara signifikan mempengaruhi CE dalam aplikasi e-commerce untuk produk usaha kecil.

CE dan CRM

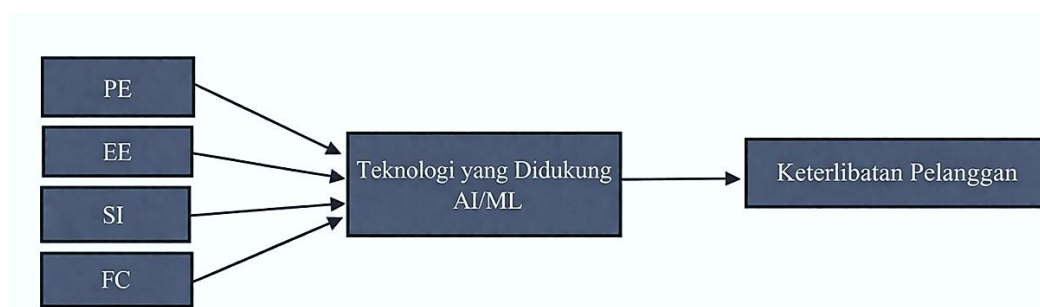
Di berbagai bidang di mana CE ditemukan sebagai prediktor kuat perilaku konsumen yang memanfaatkan teknologi, banyak studi telah memberikan penekanan kuat pada CE dan CRM.

H5: CE pengguna secara signifikan memengaruhi CE yang memotivasi pengguna untuk mengadaptasi aplikasi e-commerce untuk produk usaha kecil.



Chatbot Berbantuan Suara dan Keterlibatan Pelanggan

VAC dalam AI adalah konsep baru dan mengaktifkan fitur tersebut di platform untuk usaha kecil akan mempromosikan usaha kecil dan membantu mereka memiliki citra merek yang baik bagi pelanggan. Telah banyak perkembangan dalam AI menggunakan ML untuk mempromosikan situs web. VAC (*Virtual Automated Customer*) memberikan pengalaman pelanggan yang lebih baik dan memberikan eksposur yang lebih besar kepada pelanggan untuk berinteraksi dengan situs web secara lebih tepat. Mereka dipandu oleh chatbot dengan sangat efektif dan direkomendasikan produk yang paling sesuai dengan kemampuan mereka. Dengan munculnya AI, VAC adalah masa depan belanja, meningkatkan perjalanan pelanggan melalui sudut pandang baru.



Gambar 7.1 Model studi.

7.3 UTAUT DAN VAC DALAM KETERLIBATAN PELANGGAN BISNIS KECIL

Bab ini berfokus pada bagaimana AI akan memungkinkan keterlibatan pelanggan menggunakan model UTAUT di bisnis kecil. Model UTAUT diadopsi untuk mengetahui penerapan AI di situs web online. UTAUT adalah model studi yang sangat terkenal untuk mempelajari dan memahami perspektif pelanggan dan bagaimana keterlibatan pelanggan diciptakan untuk model bisnis kecil. Studi ini menggunakan asisten suara yang didukung AI seperti chatbot dan penggunaan yang ditingkatkan untuk mendapatkan keterlibatan pelanggan. Bab ini bersifat empiris dan mencakup penyusunan kuesioner yang akan diisi oleh orang-orang yang aktif menggunakan bisnis kecil untuk kebutuhan belanja mereka. Data dikumpulkan menggunakan formulir Google online.

Pengambilan sampel bertujuan digunakan dalam studi ini karena hanya responden yang membeli dari bisnis kecil yang dihubungi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.1. Ukuran sampel pengumpulan data sekitar 690 dan SEM digunakan dalam studi ini untuk memahami keterlibatan pelanggan menggunakan VAC yang didukung AI seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.2. Kuesioner dibagi menjadi dua bagian di mana bagian pertama mencakup profil demografis responden dan bagian kedua mencakup informasi tentang asisten suara berkemampuan AI yang digunakan dalam pembelian dari usaha kecil. Chatbot lebih dapat dipercaya dan memungkinkan pembangunan niat baik dan kepercayaan bagi perusahaan.

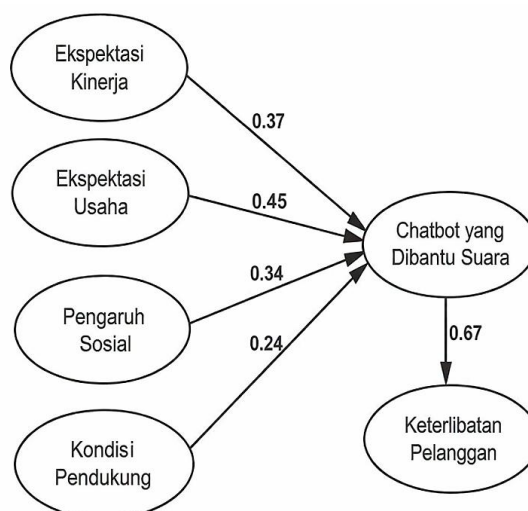
Pengembangan Instrumen

Item-item kuesioner disusun menggunakan karya literatur sebelumnya dan dimodifikasi. Ada dua bagian dalam kuesioner. Untuk membuat skala penggunaan PE, EE, SI, FC, dan CE, item asli dari Ref. diubah dan disesuaikan dengan e-commerce. Pengalaman juga diukur berdasarkan seberapa sering aplikasi seluler e-commerce digunakan. Para profesional akademis dengan pengalaman yang relevan diperlihatkan iterasi akhir kuesioner. Masukan mereka memiliki peran penting dalam meningkatkan kejelasan kuesioner. Pada bagian kedua, terdapat dua tahap pengumpulan data.

Tahap utama studi ini terdiri dari pertanyaan-pertanyaan yang menunjukkan peran moderasi dari empat konstruk model UTAUT dan variabel mediasi CE terhadap pembelian. Tahap pertama berfokus pada bagaimana variabel moderator VAC memoderasi hubungan antara IV dan CE sebagai moderator. Tahap pertama juga menggunakan profil demografis responden, seperti usia, jenis kelamin, dan pekerjaan, yang dikumpulkan pada bagian pertama. Pertanyaan-pertanyaan tersebut dirumuskan menggunakan skala Likert 5 poin, yang berkisar dari 1 yang berarti "sangat tidak setuju" hingga 5 yang berarti "sangat setuju".

Analisis Data

Kami menggunakan regresi *partial least squares* (PLS) untuk menganalisis kerangka studi yang ditawarkan, seperti yang dilakukan oleh studi UTAUT asli. PLS, yang diciptakan oleh Herman World pada tahun 1960-an, adalah alat analisis eksplorasi praktis dan kemungkinan merupakan ekstensi regresi linier berganda yang paling tidak membatasi. Ini bermanfaat untuk membangun model prediktif di mana mungkin ada kolinearitas antar faktor. Literatur tentang manfaat dan kekurangan regresi PLS dapat ditemukan. Beban faktor, reliabilitas komposit, dan rata-rata varians yang diekstrak (AVE) digunakan untuk mengevaluasi validitas konvergen, seperti yang direkomendasikan oleh Ref, sedangkan validitas diskriminan dinilai dengan menentukan apakah akar kuadrat dari AVE melebihi korelasi antar konstruk atau tidak, seperti yang direkomendasikan oleh Ref, dan keandalannya dinilai dengan mengevaluasi keandalan konsistensi internal.



Gambar 7.2 Model struktural.

Model Pengukuran

Pada tahap pendekatan PLS-SEM ini, model pengukuran digunakan untuk memastikan derajat dan rasionalitas studi, mengkonfirmasi keandalan, validitas konvergen, dan validitas diskriminan. Dengan menggunakan alpha Cronbach dan keandalan komposit, konsistensi internal dan keandalan pengukuran konstruk dinilai. Seperti yang ditampilkan pada Tabel 7.1, semua nilai alpha Cronbach dan keandalan komposit melebihi ambang batas yang dapat diterima sebesar 0.70, seperti yang disarankan oleh Ref, yang mengkonfirmasi kekokohan dan keandalan semua pengukuran.

Mengikuti pedoman yang diuraikan oleh Ref, validitas konvergen dinilai dengan memeriksa muatan faktor terstandarisasi dan AVE. Untuk menetapkan validitas konvergen, perlu dipastikan bahwa (i) semua item pengukuran melebihi ambang batas 0.70, (ii) reliabilitas komposit di atas 0.70, dan (iii) AVE lebih besar dari 0.50. Studi ini memenuhi semua kriteria tersebut, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.2. Akibatnya, temuan tersebut sangat menegaskan validitas konvergenya.

Tabel 7.1 Hasil Analisis Faktor Konfirmatori

Item	Beban CFA	Alfa Cronbach	AVE	CR
Ekspektasi Kinerja (PE)		0.80	0.75	0.92
Menurut saya, menggunakan opsi e-commerce untuk barang elektronik telah membuat belanja saya lebih nyaman.	0.88			
Saya yakin menggunakan opsi e-commerce bermanfaat untuk pencarian saya akan telepon elektronik dalam kehidupan sehari-hari.	0.85			
Saya percaya opsi e-commerce untuk elektronik telah meningkatkan produktivitas saya.	0.82			
Menggunakan e-commerce untuk membeli barang elektronik membantu saya menyelesaikan tugas belanja dengan lebih cepat.	0.91			
Ekspektasi Upaya (EE)		0.89	0.74	0.89
Saya merasa opsi e-commerce mudah digunakan untuk berbelanja barang elektronik.	0.78			
Orang-orang mengira saya terampil ketika saya dengan mudah menggunakan situs web e-commerce untuk berbelanja produk elektronik.	0.92			
Opsi e-commerce telah meningkatkan kinerja saya dalam berbelanja elektronik secara online.	0.87			
Pengaruh Sosial (SI)		0.73	0.72	0.89
Orang-orang yang penting bagi saya percaya bahwa saya harus mengetahui platform belanja e-commerce untuk berbelanja produk elektronik.	0.80			
Orang-orang yang saya hargai lebih memilih menggunakan opsi belanja online untuk membeli produk elektronik.	0.88			

Orang-orang yang memiliki pengaruh besar terhadap saya percaya bahwa saya harus menggunakan opsi e-commerce secara efisien.	0.87			
Kondisi yang Memfasilitasi (FC)		0.89	0.80	0.94
Saya memiliki sumber daya untuk menggunakan opsi e-commerce saat berbelanja di e-commerce.	0.93			
Saya tahu bahwa perlu menggunakan opsi e-commerce saat berbelanja di e-commerce.	0.87			
Opsi e-commerce berfungsi dengan sangat baik di perangkat saya dan kompatibilitasnya juga bagus.	0.93			
Saya dapat dengan mudah menyelesaikan masalah e-commerce dengan bantuan orang lain jika saya menghadapi kesalahan apa pun.	0.85			
Keterlibatan Pelanggan (CE)		0.87	0.70	0.87
Saya kemungkinan akan menggunakan opsi e-commerce untuk kebutuhan belanja online saya di masa mendatang.	0.86			
Saya mungkin akan menggunakan dan merekomendasikan opsi e-commerce kepada orang lain untuk perilaku belanja yang baik di e-commerce di masa mendatang.	0.76			
Saya akan menyarankan teman, kerabat, dan kolega saya untuk menggunakan opsi e-commerce saat berbelanja di aplikasi e-commerce.	0.88			
Chatbot Berbantuan Suara (VAC)		0.88	0.67	0.83
Saya percaya chatbot berbasis suara akan meningkatkan pengalaman berbelanja saya.	0.81			
Saya yakin saya akan merasa senang saat menggunakan chatbot berbasis suara untuk berbelanja lebih baik dan menikmati prosesnya.	0.84			
Chatbot berbasis suara akan memungkinkan pencarian produk yang lebih baik dalam waktu yang lebih singkat.	0.76			
Saya yakin ini akan berdampak signifikan pada pengalaman berbelanja saya di masa mendatang, sehingga mempermudah pengalaman berbelanja yang cepat.	0.87			

Untuk menetapkan validitas diskriminan, penilaian dilakukan dengan membandingkan akar kuadrat AVE dengan korelasi antar konstruk untuk memastikan bahwa setiap faktor berbeda atau tidak berkorelasi. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 7.2, semua varians bersama antar faktor dalam model lebih rendah dari akar kuadrat AVE, menunjukkan ketidakmiripan antar konstruk. Temuan tersebut mengungkapkan kurangnya korelasi substansial antar variabel dalam model, menegaskan tidak adanya multikolinearitas dalam studi ini, yang konsisten dengan pengamatan Ref.

Tabel 7.2 Validitas Diskriminan

Variabel	PE	EE	SI	FC	CE	VAC
Ekspektasi Kinerja (PE)	0.87					
Ekspektasi Upaya (EE)	0.65	0.86				
Pengaruh Sosial (SI)	0.34	0.45	0.85			

Kondisi Pendukung (FC)	0.43	0.63	0.42	0.90		
Keterlibatan Pelanggan (CE)	0.55	0.26	0.12	0.37	0.83	
Chatbot Berbantuan Suara (VAC)	0.27	0.48	0.62	0.56	0.38	0.82

Catatan: Elemen diagonal yang dicetak tebal dalam tabel menunjukkan akar kuadrat AVE untuk setiap konstruk yang digunakan dalam studi. Elemen non-diagonal menunjukkan korelasi antar konstruk.

Tabel 7.3 Hasil Model Struktural

Hipotesis	Jalur	Memperkirakan	Hasil
H ₁	PE → VAC	0.37	Didukung
H ₂	EE → VAC	0.45	Didukung
H ₃	SI → VAC	0.34	Didukung
H ₄	FC → VAC	0.24	Didukung
H ₅	FC → CE	0.67	Didukung

Model Struktural dan Pengujian Hipotesis

Langkah kedua dalam metodologi PLS-SEM melibatkan evaluasi model struktural. Evaluasi ini menganalisis koefisien beta standar dan nilai t yang terkait dengan hipotesis model. Variabel independen, termasuk daya tarik influencer media sosial, reputasi platform media sosial, dan daya tarik konten, dipelajari dalam model. Selain itu, pengaruh sosial informasional dan niat pengaruh sosial normatif dianggap sebagai mediator, dan perilaku pembelian impulsif adalah variabel dependen dalam model.

Hipotesis H₁ menentukan apakah *PE* secara signifikan memengaruhi penggunaan chatbot berbantuan suara. Hubungannya positif di sini. Hasil yang disajikan dalam Tabel 7.3 mengungkapkan bahwa ekspektasi kinerja memainkan peran substansial dalam memprediksi penggunaan VAC dalam konteks ini ($\beta = 0.37$, $p < 0.05$), yang mengkonfirmasi hipotesis H₁. Hipotesis H₂ meneliti apakah *EE* secara positif memengaruhi penggunaan chatbot berbantuan suara. Tabel 7.3 menunjukkan bahwa ekspektasi upaya memang memiliki dampak substansial pada penggunaan VAC ($\beta = 0.45$, $p < 0.05$), mendukung hipotesis H₂.

Hipotesis H₃ menguji apakah *SI* memengaruhi penggunaan chatbot berbantuan suara. Hubungannya positif di sini. Menurut hasil yang diperoleh dari PLS-SEM, ditentukan bahwa *SI* secara signifikan memengaruhi penggunaan VAC, dengan nilai β sebesar 0.34 dan nilai p kurang dari 0.05. Akibatnya, hipotesis H₃ divalidasi. Hipotesis H₄ menentukan apakah *FC* secara positif memengaruhi penggunaan chatbot berbantuan suara. Hasil menunjukkan bahwa kondisi yang memfasilitasi memainkan peran substansial dalam memprediksi perilaku pengguna, dengan nilai β sebesar 0.24 dan nilai p kurang dari 0.05. Oleh karena itu, hipotesis H₄ didukung. Hipotesis H₅ menguji apakah penggunaan chatbot berbantuan suara secara positif memengaruhi keterlibatan pelanggan. Kekokohan hubungan antara kedua faktor tersebut memberikan konfirmasi untuk asosiasi ini ($\beta = 0.67$, $p < 0.05$). Oleh karena itu, hipotesis H₅ divalidasi.

7.4 FAKTOR PENDUKUNG ADOPSI VAC DAN KETERLIBATAN PELANGGAN

Hasil menunjukkan bahwa *PE* memiliki dampak positif yang signifikan terhadap penggunaan VAC ($\beta = 0.37, p < 0.05$). Hal ini menegaskan bahwa pengguna lebih memilih untuk mengadopsi chatbot jika mereka menganggapnya bermanfaat dan efektif dalam meningkatkan kinerja mereka, sehingga mendukung H_1 . *EF* memiliki dampak tertinggi pada adopsi VAC, dengan nilai β sebesar 0,45 ($p < 0.05$). Temuan ini mendukung H_2 , yang menunjukkan bahwa ketika orang merasa chatbot mudah digunakan, mereka lebih cenderung untuk mengadopsinya. Model tersebut menegaskan bahwa *SI* secara signifikan memengaruhi penggunaan VAC ($\beta = 0.34, p < 0.05$). Hipotesis H_3 divalidasi, menunjukkan bahwa keputusan penggunaan orang dipengaruhi oleh faktor sosial, seperti rekan sebaya, instruktur, atau norma sosial terkait adopsi teknologi. *FC*, sesuai model, berdampak positif pada penggunaan chatbot oleh orang ($\beta = 0.24, p < 0.05$), mengkonfirmasi H_4 . Ini menunjukkan bahwa ketersediaan dukungan teknis dan lingkungan yang tepat memainkan peran penting dalam mendorong penggunaan chatbot. Studi ini mengungkapkan bahwa penggunaan VAC secara signifikan meningkatkan keterlibatan pelanggan ($\beta = 0.67, p < 0.05$). Hipotesis H_5 divalidasi, menunjukkan hubungan yang kuat antara penggunaan chatbot dan peningkatan tingkat keterlibatan.

7.5 FAKTOR UTAUT DORONG ADOPSI VAC

Analisis ini menggarisbawahi relevansi berbagai faktor dalam memprediksi penggabungan VAC. *PE* dan *EE* muncul sebagai prediktor penting, yang selaras dengan prinsip-prinsip model UTAUT. Pengguna lebih memilih menggunakan chatbot jika mereka merasa chatbot tersebut bermanfaat bagi tugas mereka dan sangat mudah dioperasikan. Peran efektif *SI* menunjukkan bahwa rekomendasi rekan sejawat, norma sosial, dan dukungan fakultas dapat sangat memengaruhi perilaku pengguna untuk mengintegrasikan teknologi baru. Hal ini menunjukkan pentingnya mempromosikan penggunaan chatbot melalui aktivitas komunitas dan kelompok, mungkin dengan memanfaatkan strategi dari mulut ke mulut atau testimoni dari rekan sejawat atau instruktur yang berpengaruh. *FC* juga terbukti menjadi faktor penting dalam adopsi chatbot, menekankan perlunya institusi untuk menyediakan sumber daya dan dukungan yang memadai agar orang dapat menggunakan alat-alat ini secara efektif. Memastikan bahwa orang memiliki akses ke infrastruktur yang diperlukan dapat secara signifikan mengurangi potensi hambatan adopsi. Terakhir, studi ini menegaskan bahwa penggunaan VAC meningkatkan keterlibatan pelanggan. Hal ini menyoroti potensi teknologi tersebut tidak hanya untuk tujuan akademis tetapi juga untuk mendorong interaksi dan hubungan yang lebih dalam dengan orang-orang, meningkatkan kepuasan dan keterlibatan pelanggan secara keseluruhan.

7.6 VAC DORONG KETERLIBATAN DAN CRM UKM BERKELANJUTAN

Bab ini berfokus pada bagaimana VAC (*Voice-Assisted Chatbot*) mengarah pada keterlibatan pelanggan yang lebih baik, yang pada akhirnya mengarah pada manajer hubungan pelanggan yang lebih baik untuk produk bisnis kecil. Studi ini secara khusus berfokus pada produk bisnis kecil untuk membantu mereka tumbuh dan berkembang secara eksponensial



dalam jangka panjang. Karena produk bisnis kecil sekarang terus berkembang, bisnis kecil perlu memasukkan AI ke dalam aplikasi mereka dengan tingkat keterlibatan pelanggan yang canggih. Keterlibatan pelanggan yang baik mengarah pada kustomisasi situs web dan aplikasi yang baik yang pada akhirnya mengarah pada retensi pelanggan yang lebih baik yang mengarah pada pembangunan hubungan pelanggan dalam jangka panjang. Chatbot berbasis suara memungkinkan keterlibatan pelanggan yang hebat dan secara otomatis memandu pelanggan melalui perjalanan pembelian mereka, yang mengarah pada preferensi pembelian yang lebih baik.

7.7 IMPLIKASI TEORITIS DAN PRAKTIS

Bab ini bertujuan untuk mencari tahu bagaimana AI telah kembali mentransformasi pemasaran digital dan bagaimana hal itu menguntungkan bisnis kecil dalam berkembang secara global. Bisnis kecil telah berkembang sebagai salah satu bisnis yang tumbuh pesat dengan munculnya Shark Tank India dan inisiatif Make in India. Bisnis kecil tumbuh secara eksponensial dan lebih disukai oleh masyarakat. Dengan dimasukkannya sistem berbasis aplikasi, yang digerakkan oleh AI, semakin patut dipuji bahwa bisnis-bisnis ini memiliki peluang yang lebih besar di pasar untuk pertumbuhan. Munculnya VAC memungkinkan konsumen untuk menjelajahi aplikasi lebih cepat. VAC memungkinkan navigasi yang lebih mudah melalui situs web dan bagaimana situs web ini mempertahankan pelanggan untuk durasi yang lebih lama di platform e-commerce. Strategi retensi yang lama di situs web memungkinkan pembelian konsumen. Konsumen yang cenderung lebih lama berada di situs web cenderung melakukan pembelian. Ini penting bagi bisnis kecil untuk mempertahankan visibilitas yang lebih besar di pasar. Bisnis kecil mendesain situs web e-commerce mereka sesuai dengan pelanggan. Kustomisasi dalam bentuk VAC memungkinkan situs web yang lebih melibatkan pelanggan. Sebuah situs web yang memiliki lebih banyak keterlibatan pelanggan dapat membangun CRM. Keterlibatan pelanggan yang baik dapat membangun hubungan pelanggan yang efektif. Bisnis kecil membutuhkan CRM yang efektif untuk keberlanjutan jangka panjang di pasar. Oleh karena itu, VAC memungkinkan pelanggan untuk berinteraksi dengan situs web bisnis kecil secara lebih efektif, yang mengarah pada pembangunan citra merek untuk bisnis kecil. VAC memungkinkan pencarian produk dengan lebih mudah. Pelanggan bertanya kepada chatbot tanpa mengetik tentang produk yang mereka cari. Chatbot adalah aplikasi berbasis AI yang menganalisis perilaku pelanggan di platform web dan merekomendasikan produk yang paling sesuai dengan harga yang efektif dalam beberapa detik. Chatbot membantu mereka secara pribadi untuk mendapatkan produk yang lebih baik di keranjang belanja mereka. Bagi bisnis kecil, fitur ini sangat penting di platform mereka untuk memungkinkan keterlibatan pelanggan yang lebih besar, yang menghasilkan audiens yang lebih besar yang mereka layani. Mendesain aplikasi dan situs web cerdas dengan VAC cerdas memberikan perspektif belanja yang lebih luas. Pelanggan dapat menggunakannya untuk menavigasi situs web tanpa perlu mengetik. VAC akan menganalisis perilaku pengguna secara lebih agresif.



7.8 IMPLIKASI PRAKTIS, KETERBATASAN, DAN ARAH STUDI LANJUTAN

Bab ini bersifat praktis dan didasarkan pada inovasi; Namun, hal ini juga memiliki beberapa keterbatasan, sehingga membuka ruang untuk studi lebih lanjut. Pertama, konsep ini terbatas pada model UTAUT. Banyak teori lain juga telah berkembang dalam panduan manajemen. Kedua, pengambilan sampel kenyamanan digunakan untuk pengumpulan data karena hanya responden yang mudah dijangkau yang dipertimbangkan. Dalam studi selanjutnya, hal ini juga dapat dilakukan melalui pengambilan sampel acak di mana setiap peserta memiliki kesempatan. Banyak faktor lain juga berperan dalam mempromosikan produk bisnis kecil menggunakan AI, ML, dan IoT. Ketiga, studi selanjutnya dapat menggabungkan pelacakan lokasi dengan chatbot suara canggih yang dapat secara otomatis mengevaluasi lokasi pelanggan dan merekomendasikan produk bisnis kecil di area terdekat.



BAB 8

APLIKASI IOT DALAM OPERASI BISNIS

8.1 IOT DAN PERANANNYA DALAM EKONOMI DAN KEHIDUPAN

Internet of Things (IoT) telah mendapat perhatian luas dari akademisi dan pemilik bisnis dan kini dipandang sebagai salah satu teknologi inovatif abad ke-20 dan sarana teknologi yang membantu menciptakan model bisnis baru untuk produk/layanan di berbagai sektor ekonomi. Atzori dkk. berpendapat bahwa elemen penting IoT adalah kemampuannya untuk memengaruhi perilaku dan kehidupan sehari-hari orang di rumah dan di tempat kerja. Oleh karena itu, potensi aplikasi IoT dapat ditemukan di banyak bidang termasuk kesehatan, pendidikan, dan keamanan.

Demikian pula, pada tingkat komersial, IoT dapat membentuk otomatisasi dalam produksi, logistik, manajemen operasi, dan rantai pasokan barang, misalnya. Akibatnya, IoT diperkirakan akan memberikan dampak penting pada pembangunan ekonomi dan sosial di seluruh dunia. Borgia mengklaim bahwa IoT adalah model yang sedang berkembang dari serangkaian objek yang saling terhubung yang membentuk jaringan global dan bahwa sejumlah besar perangkat yang saling terhubung dan mampu mengumpulkan sejumlah besar informasi dapat memberikan peluang untuk menciptakan layanan baru yang membawa manfaat bagi manusia, masyarakat, lingkungan, dan ekonomi. Diharapkan akan menjadi hal yang umum dalam kehidupan sehari-hari dan menyediakan layanan sehari-hari melalui sensor, sistem komunikasi, dan pemrosesan digital sehingga mesin beroperasi secara otomatis dan intervensi manusia akan tetap terbatas.

Pengumpulan dan analisis data real-time dari desktop, laptop, tablet, dan smartphone menciptakan nilai informasi yang luar biasa, memberikan wawasan mendalam kepada para pengambil keputusan. Ketika algoritma analisis data yang canggih digunakan, perkiraan yang sangat akurat dapat dibuat dan wawasan dapat diberikan untuk setiap peristiwa, termasuk perawatan kesehatan, cuaca, transportasi, pertanian, manufaktur, dan pasar saham. Berdasarkan wawasan ini, informasi dapat dilihat sebagai aset ekonomi yang signifikan bagi perusahaan yang dapat muncul di neraca perusahaan. McKinsey Institute memperkirakan bahwa ketersediaan data mengurangi biaya operasional sebesar 50% atau lebih dan dapat mendorong perusahaan untuk memikirkan kembali cara mereka mengelola investasi manusia dan material mereka.

Istilah "*Internet of Things*" (IoT) pertama kali diperkenalkan pada tahun 1999 oleh pelopor teknologi Kevin Ashton di MIT Auto-ID Center dalam komunitas identifikasi frekuensi radio (RFID), sebagai sistem yang menghubungkan internet ke dunia fisik melalui penggunaan komputer, router, dan sensor di lingkungan fisik tanpa intervensi manusia secara langsung dan secara bersamaan memantau dan mengidentifikasi objek di dunia nyata. Ashton berpendapat bahwa perangkat-perangkat ini dapat menghasilkan, menangkap, dan merekam data dengan akurasi yang lebih tinggi daripada manusia di dunia nyata, karena perilaku manusia dibatasi



oleh waktu, perhatian, dan akurasi dalam menangkap data, yang menunjukkan pentingnya lingkungan fisik dan bahwa ekonomi dan masyarakat tidak hanya bergantung pada informasi tetapi juga pada benda-benda. Studi menunjukkan bahwa meskipun gagasan IoT muncul selama periode ini, sejumlah besar teknologi yang membantu atau merupakan bagian dari desain atau dukungannya telah menyebar dan berkembang berdampingan selama bertahun-tahun, seperti node sensor, termasuk teknologi komunikasi nirkabel dan perangkat digital yang mampu mengumpulkan, memproses, dan menghubungkan data ke Internet untuk banyak sektor.

Beberapa peneliti mendeskripsikan IoT sebagai interkoneksi perangkat elektronik, yang disebut sebagai sekelompok objek atau node sensor, yang terhubung ke Internet di dunia fisik tanpa campur tangan manusia. Kevin Ashton memperkirakan bahwa teknologi RFID akan mengarah pada terciptanya cara terpadu bagi komputer dan objek terkaitnya untuk beroperasi, yang akan membantu dalam otomatisasi rantai pasokan secara menyeluruh, pemahaman dunia nyata, dan kinerja yang lebih baik dalam hal manajemen inventaris, selain meningkatkan dan mendukung pengalaman pelanggan. Dalam hal ini, desain ini digambarkan sebagai sistem yang mulus, tersedia, dan murah yang akan secara otomatis menghubungkan objek fisik ke Internet global, tunduk pada standar internasional dan pemerintah sehingga dapat diterapkan dan dimanfaatkan oleh perusahaan komersial dan industri serta individu dalam kehidupan sehari-hari mereka.

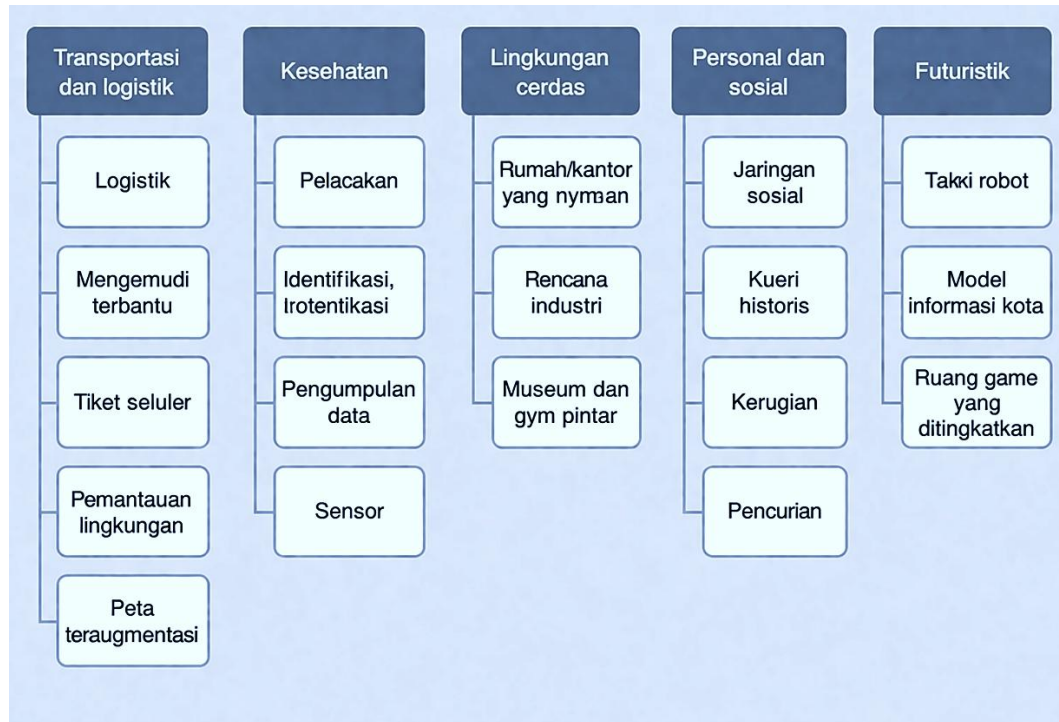
8.2 APLIKASI IOT DALAM INDUSTRI 4.0, KESEHATAN, DAN SMART ENVIRONMENT

Konsep IoT dapat dipahami melalui bidang di mana ia diterapkan. Benda-benda itu sendiri merupakan produk, peralatan, alat transportasi, dan penyimpanan yang terkait dengan siklus hidup produk. Dengan demikian, dalam beberapa aspek, hal ini mewakili perluasan interaksi antara manusia dan lingkungan sekitarnya. Secara umum, area aplikasi IoT yang diidentifikasi ditunjukkan pada Gambar 8.1. Aplikasi memberikan kemampuan untuk menjalankan fungsi sistem dan berinteraksi dengan objek eksternal melalui *Web Service Description Language* (WSDL) dan *Business Process Definition Language* (BPEL).

Sundmaeker et al. dan Gupta dan Quamara menyarankan beberapa area utama aplikasi yang mungkin untuk IoT: Di industri, IoT membantu dalam memberikan informasi untuk memulai pekerjaan industri seperti memberikan data tentang inventaris, pembelian, produk, peralatan, dan kuantitas produk apa pun di bengkel dan bahkan setelah diangkut ke gudang. IoT dapat diterapkan di lingkungan untuk mengukur curah hujan, menyirami pohon, dan memantau bangunan. Terakhir, IoT dapat dihubungkan ke tempat-tempat yang ditujukan untuk hiburan, olahraga, restoran, dan kompleks perumahan.

Menurut Atzori dkk, aplikasinya dikelompokkan ke dalam lima bidang berikut.





Gambar 8.1 Domain aplikasi dan skenario utama yang relevan.

Tabel 8.1 Domain Aplikasi IoT

Domain	Keterangan	Contoh-contoh yang menunjukkan
Industri	Aktivitas yang melibatkan transaksi keuangan atau komersial antara perusahaan, organisasi, dan entitas lainnya.	Manufaktur, logistik, sektor jasa, perbankan, lembaga keuangan pemerintah, perantara, dll.
Lingkungan	Kegiatan yang berkaitan dengan perlindungan, pemantauan dan pengembangan seluruh sumber daya alam	Pertanian dan peternakan, daur ulang, layanan pengelolaan lingkungan, pengelolaan energi, dll.
Masyarakat	Kegiatan/inisiatif terkait dengan pengembangan dan inklusi masyarakat dan masyarakat orang-orang	Pelayanan pemerintah terhadap warga negara dan struktur masyarakat lainnya (e-partisipasi), e-inklusi (misalnya, penyandang disabilitas), dll.

IoT dan Manajemen Rantai Pasokan

IoT telah merevolusi banyak bidang, membantu perusahaan beralih ke Industri 4.0 atau yang disebut *Industrial Internet of Things* (IIoT) yang menghubungkan objek dan benda teknis di jalur produksi industri sehingga proses yang sedang berlangsung dapat dikontrol secara terus menerus. Teknologi bisnis modern telah secara signifikan memengaruhi manajemen logistik dan sifat operasi rantai pasokan dengan menyediakan komunikasi dan transfer data yang meningkatkan kinerja rantai pasokan. Dalam konteks ini, IoT dapat menyediakan data real-time kepada para pengambil keputusan, mulai dari keputusan produksi dan desain, pembelian persediaan, inventaris bahan baku, proses operasional, barang jadi, dan perkiraan waktu transportasi. Teknologi ini dapat memberikan manfaat signifikan di bidang peramalan permintaan, pergudangan, dan pengurangan biaya.

Berkat IoT, kendaraan transportasi, jalan raya, dan kereta api telah dilengkapi dengan teknologi sensor yang memungkinkan pengumpulan informasi untuk mengarahkan lalu lintas dan memberikan informasi kepada pengemudi tentang kondisi jalan dan memilih rute yang tepat untuk mengurangi kemacetan, sehingga memungkinkan manajemen lalu lintas yang sangat efisien. Integrasi internal rantai pasokan telah terbukti meningkatkan kinerja, memberikan nilai kepada pelanggan, dan memberikan layanan dengan biaya serendah mungkin dan secepat mungkin. Namun, terlepas dari hasil dan manfaat positif yang dapat dicapai perusahaan serta biaya rendah dan kemudahan pemasangan perangkat IoT, perusahaan masih ragu untuk berinvestasi dalam teknologi ini karena alasan yang berkaitan dengan privasi data, kompleksitas implementasi teknologi ini, potensi beban keuangan, dan implikasi sosial dalam angkatan kerja.

IoT dan Perawatan Kesehatan

Teknologi IoT dapat diterapkan dalam perawatan kesehatan, mulai dari diagnosis hingga pemantauan dan pengobatan. Selain itu, melalui sistem sensor, banyak fungsi vital tubuh manusia, seperti suhu, kadar kolesterol, dan tekanan darah dapat diukur. Teknologi ini dapat digunakan untuk pencegahan dan pemantauan jarak jauh, memungkinkan komunikasi dengan dokter, layanan darurat, dan perawat. Teknologi ini dapat membantu pasien melalui perangkat layar sentuh yang memungkinkan pasien untuk mengoperasikan beberapa perangkat seperti internet dan TV, atau mengikuti pelajaran jika pasien berusia sekolah.

Proses pelacakan pasien membantu mengurangi kecelakaan dan kesalahan manusia di bidang perawatan kesehatan, terutama dalam memberikan dosis obat pada waktu yang tepat, dan contoh yang paling jelas adalah pelacakan identitas kelahiran di rumah sakit untuk mencegah kesalahan yang terkait dengan kasus tersebut. Selain itu, pelacakan otomatis membantu dalam mengelola inventaris obat-obatan dan peralatan serta menunjukkan titik-titik kritis di klinik untuk memindahkan pasien ke departemen lain.

IoT dan Lingkungan Cerdas

Saat ini, dimungkinkan untuk menghubungkan rumah dengan teknologi cerdas yang menyediakan layanan bermanfaat bagi masyarakat. Mereka dapat memberikan kenyamanan kepada konsumen dan mempermudah kehidupan sehari-hari mereka, seperti mengotomatiskan pengoperasian mesin cuci, televisi, dan penerangan. Selain itu, dimungkinkan untuk menggunakan IoT untuk pemantauan, keamanan, dan keselamatan di rumah, sistem listrik, dan pendingin udara.

IoT dan Personal dan Sosial

Berkat teknologi IoT dan aplikasi terkait, kini dimungkinkan untuk berkomunikasi antar manusia melalui jejaring sosial dan berinteraksi dari mana saja dan kapan saja. *Personal Internet of Things (PIoT)* menggunakan sensor untuk mengelola berbagai hal di rumah dan peralatan konsumen, seperti pendingin udara, atau melalui IoT bahkan perangkat pribadi seperti ponsel pintar dan perangkat seluler. Biswa dkk. mendefinisikan PIoT sebagai “sekelompok perangkat terhubung yang berfokus terutama di rumah dan lingkungan terdekat individu”. IoT juga telah membantu menyediakan komunikasi sosial antar pengguna melalui apa yang dikenal sebagai *Social Internet of Things (SIoT)*, yang dapat meningkatkan interaksi



antar manusia dan menyediakan layanan yang andal menggunakan jejaring sosial, seperti LinkedIn, Plaza, Facebook, TikTok, dan Xplay, yang memainkan peran utama dalam memungkinkan orang untuk berkomunikasi dan mendapatkan informasi terbaru tentang pekerjaan, perjalanan, dan kehidupan sehari-hari mereka.

8.3 PERKEMBANGAN IOT

Upaya Awal dalam IoT

Para peneliti dan praktisi telah memberikan wawasan tentang perangkat pintar yang dapat menghubungkan berbagai hal, termasuk *machine-to-machine* (M2M), RFID, perangkat medis yang dapat dikenakan, dan Web of Things. Menurut La Diega, ide dasar "*Internet of Things*" berawal dari Nikola Tesla pada tahun 1926, ketika ia membayangkan bahwa telepon seluler dan telekomunikasi dapat mengubah Bumi menjadi otak yang menerima dan mengirimkan sinyal saraf. Pada tahun 1970-an, sebuah mesin dikembangkan sebagai "benda" untuk menjual Coca-Cola di "Departemen Ilmu Komputer Carnegie Mellon," yang akan memberi sinyal kepada pengguna jarak jauh apakah mesin tersebut sedang digunakan atau tidak.

Visi Awal (Akhir 1990-an hingga 2005)

Pada akhir tahun 1990-an, Bill Joy mempresentasikan visi awal IoT di Forum Ekonomi Dunia di Davos, Swiss, sebagai sistem sensor yang terhubung ke Internet yang dapat menyediakan layanan bermanfaat bagi pelanggan. Pada paruh kedua tahun 1999, Ashton pertama kali mencetuskan frasa "*Internet of Things*" sebagai judul presentasi di mana ia menghubungkan penggunaan RFID dalam rantai pasokan Procter & Gamble dengan Internet. Ini adalah cara pertama dan paling andal untuk menggunakan sistem komputer dan objek fisik untuk mengumpulkan data dengan sedikit campur tangan manusia.

Berdasarkan visi ini, Uni Telekomunikasi Internasional (ITU) mempresentasikan citra IoT sebagai dunia virtual yang mendefinisikan identitas benda-benda di dunia maya, yang memfasilitasi komunikasi dan interaksi antara manusia dan benda, atau antara benda-benda itu sendiri.

Tabel 8.2 Enam Jaringan

Kategori	Keterangan
Near web	Ini merujuk pada perangkat fisik yang terhubung ke komputer, seperti keyboard dan pemancar, dan merujuk pada jaringan fisik dan nirkabel.
Here web	Internet yang menawarkan akses dari mana saja, kapan saja.
Far Web	Ini merujuk pada internet yang memungkinkan akses jarak jauh seperti televisi.
Weird Web	Ini adalah situs web yang paling banyak digunakan dan menawarkan akses suara dan kamera.
B2B	Mengacu pada internet tanpa antarmuka pengguna, menyediakan akses ke mesin dan dapat dimanfaatkan untuk bisnis.
D2D	Ini adalah internet yang dapat dibuka oleh sensor untuk akses antar perangkat, memungkinkan berbagi data, pemantauan, dan kontrol. Jenis kecerdasan mesin ini masih dalam pengembangan untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari bagi bisnis dan individu.

Perkembangan teknologi komunikasi modern telah merevolusi cara orang berinteraksi dengan lingkungannya. Oleh karena itu, visi IoT pun lahir. Penemuan teknologi baru, terutama di bidang sistem nirkabel, teknologi perangkat, dan arsitektur berorientasi layanan, di samping masalah privasi dan protokol, merupakan bagian integral dari lanskap dunia saat ini. Pada tahun 2005, Uni Telekomunikasi Internasional (ITU) menyoroti konsep IoT dengan menerbitkan laporan resmi pertama tentang subjek tersebut. ITU mengusulkan bahwa IoT adalah teknologi yang menggabungkan kemajuan teknologi seperti sensor, jaringan nirkabel, sistem tertanam yang berpikir, dan nanoteknologi.

Fase Dasar (dari 2009 hingga 2011)

Pada fase ini, infrastruktur diciptakan melalui mana objek fisik terhubung ke Internet sehingga objek fisik seperti komunikasi, perutean, penginderaan, dan pemrosesan data berperan dalam operasi bisnis. Sebuah konferensi tentang IoT diadakan di Zurich, Swiss, dengan partisipasi dari tiga laboratorium, Universitas St. Gallen, ETH Zurich, dan MIT yang diselenggarakan di Zurich untuk bertukar pengetahuan dan mengembangkan e-commerce dengan manfaat besar bagi konsumen. Sebuah konferensi diselenggarakan di Tokyo untuk mengeksplorasi tantangan teknis yang dihadapi penggunaan IoT di bidang kesehatan, layanan energi untuk bangunan, prediksi bencana alam, pelacakan untuk manajemen kemacetan lalu lintas, pemantauan produk, penyimpanan dan masa simpannya sebelum didaur ulang, dll.

Pergeseran Menuju Data dan Layanan (dari 2012 hingga 2020)

Telah ada upaya untuk mengembangkan perangkat komunikasi dengan menghubungkan berbagai hal satu sama lain, yang telah menambah nilai baru pada layanan perusahaan dan membantu meningkatkan proses bisnis, operasi, dan mendukung pengalaman pelanggan. Studi menunjukkan bahwa kemampuan untuk mengintegrasikan atau menghubungkan berbagai hal dengan sistem sensor akan menciptakan model bisnis baru dan dengan demikian menginovasi layanan baru. Pada tahun 2015, beberapa perkembangan tercatat, khususnya dalam sistem penginderaan, di mana para peneliti mulai membandingkan cara ini dengan lima indra manusia dan cara otak memproses informasi dan komunikasi.

Platform media sosial dikembangkan antara tahun 2013 dan 2016) melalui sistem PloT dengan tujuan berkomunikasi antara orang, perusahaan, dan perangkat. Selain itu, pada periode antara tahun 2016 dan 2020, *Internet of Things* (IoT) kognitif dikembangkan untuk lebih memahami interaksi antara dunia nyata dan lingkungan fisik. Tujuannya adalah untuk mencapai titik di mana perangkat atau sistem dapat mencapai pembelajaran mandiri, pemikiran otomatis, dan pengambilan keputusan.

Era Industri Cerdas (IIOT)

Saat ini, fokusnya adalah pada manufaktur cerdas siber-fisik (CPMS), yang bertujuan untuk mewujudkan manajemen independen faktor produksi di industri, termasuk ruang yang tersedia, perencanaan produksi, penjadwalan, penyimpanan, dan akuisisi data waktu nyata. Berdasarkan arsitektur IoT, manufaktur cerdas dapat diterapkan pada penjadwalan tugas, keandalan dalam kualitas produksi, dan pemantauan mesin dan kinerjanya, yang membantu meningkatkan efisiensi seluruh proses produksi. IoT dianggap sebagai salah satu teknologi



terpenting Revolusi Industri Keempat (4.0), karena menggabungkan teknologi informasi, perangkat komunikasi, big data, dan ML untuk digunakan di industri, sehingga berbagai hal dapat beroperasi secara independen di lingkungan yang berbeda, dan disebut industri cerdas.

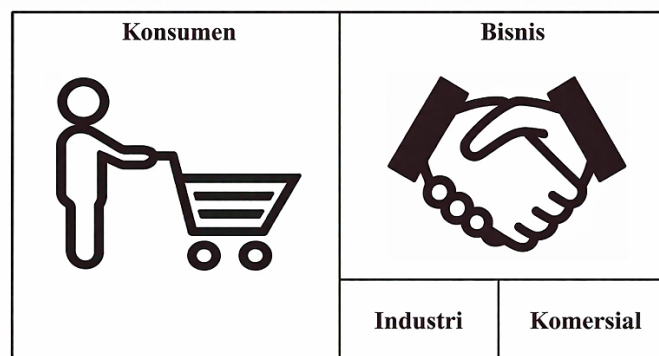
Perkembangan sektor komunikasi nirkabel dan jaringan sensor nirkabel (WSN) telah berkontribusi pada pembacaan data dan indikator lingkungan dari berbagai sumbernya, yang merupakan awal dari tahap baru dalam pengembangan Internet sebagai revolusi teknologi yang dapat mengubah Internet dari Web 1.0 (WWW) ke Web 2.0 (jejaring sosial) dan kemudian ke Web 3.0, yang dikenal sebagai jaringan komputasi global. Telah banyak upaya untuk menghubungkan dan memperkaya jaringan IoT dengan berbagai sistem seperti komputasi awan, sistem siber, dan perangkat pemantauan.

Komputasi awan diharapkan dapat menyediakan, dengan menghubungkan sistem pemrosesan dan penyimpanan, platform virtual yang memungkinkan pengguna untuk mengakses layanan tanpa memandang lokasi mereka. Selain itu, platform ini dapat menyediakan layanan komersial dan kemungkinan studi dan pengembangan. Teknologi generasi keempat (4G-LTE) dapat menyediakan komunikasi berkecepatan tinggi melalui platform internet kepada pengguna akhir.

8.4 INTERNET OF THINGS INDUSTRI (IIoT) ATAU INTERNET INDUSTRI 0.4

Sebuah sub-sektor baru telah tercipta sebagai hasil dari perkembangan teknologi cerdas dan IoT yang disebut *Industrial Internet of Things* (IIoT) yang memimpin Industri 4.0. Inovasi baru di sektor Internet ini berfokus pada otomatisasi proses produksi, pembelajaran mesin, dan analisis data dan informasi secara real-time dan diharapkan dapat membawa manfaat ekonomi dan sosial yang signifikan mengusulkan definisi Industrial Internet 4.0 yang mencakup dua elemen kunci.

Sensor terhubung ke mesin, peralatan industri, dan Internet, selain menghubungkan objek-objek ini ke jaringan industri yang mampu menghasilkan nilai tanpa campur tangan manusia. Definisi tersebut membedakan antara dua jenis jaringan: internet tradisional atau konsumen/sosial, yang berfokus pada penciptaan nilai dari periklanan, dan internet industri, yang menciptakan nilai dengan meningkatkan efisiensi operasional, memelihara mesin dan peralatan industri, dan mengurangi biaya.



Gambar 8.2 Perbedaan antara IoT dan IIoT.

Beberapa peneliti dan ahli menggunakan istilah *Future Internet of Things* (FIoT) untuk mengekspresikan teknologi dan aplikasi inovatif di bidang ini yang mungkin tersedia di masa depan. Konsep lain yang saat ini diusulkan adalah CIoT, yang diharapkan dapat diintegrasikan dengan sistem kognitif lainnya sehingga dapat membuat keputusan cerdas yang berkontribusi pada peningkatan kinerja. Internet ini mungkin memiliki kemampuan untuk memahami jenis bisnis dan menganalisis data dan informasi yang dirasakan berdasarkan pengetahuan sebelumnya, dan mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja. Gambar 8.2 menunjukkan IoT yang diarahkan ke pengguna langsung atau konsumen dan IoT berbasis industri, yang menggambarkan hubungan antara IoT dan perusahaan komersial serta industri.

Forum Ekonomi Dunia mendeskripsikan IIoT sebagai penggunaan teknologi IoT dalam proses manufaktur. Dalam hal ini, teknologi IIoT membantu produsen beroperasi secara real-time dan menganalisis data untuk menjaga fleksibilitas dan kontrol. Beberapa peneliti dan ahli menggunakan istilah FIoT untuk menyatakan teknologi dan aplikasi inovatif di bidang ini yang mungkin tersedia di masa mendatang. Tabel 8.3 menunjukkan perbandingan sistem IoT dan sistem IIoT.

8.5 MANFAAT BISNIS DARI IIOT

IoT juga dapat memberikan peluang signifikan bagi para pemangku kepentingan, seperti para industrialis di bidang pengembangan dan pembuatan perangkat dan aplikasi serta pemilik bisnis di bidang penyediaan dan pemeliharaan layanan Internet. Laporan ITU mengidentifikasi tantangan yang dapat menghambat pemanfaatan optimal potensi Internet, termasuk masalah yang berkaitan dengan privasi data, standardisasi, dan masalah etika dan sosial, misalnya. Namun, diperkirakan akan ada antara 50 dan 100 miliar perangkat yang terhubung pada tahun 2020 dan bahwa potensi koneksi perangkat melalui Internet dapat meningkat hingga 100 miliar kali lipat. Helbing dan Pournaras telah mengkonfirmasi bahwa 150 miliar perangkat akan terhubung satu sama lain dan dengan miliaran orang dalam sepuluh tahun, dan bahwa jumlah data dan informasi akan berlipat ganda dua kali sehari, bukan sekali setahun seperti yang terjadi saat ini.

Tabel 8.3 Perbedaan Operasional Antara Sistem IoT dan IIOT

Konsentrasi	IoT	IIoT
Bidang Fokus	Aplikasi Umum	Aplikasi Industri
Fokus Pengembangan	Perangkat	Sistem Industri Cerdas
Langkah-langkah Keamanan dan Risiko	Berpusat pada utilitas	Canggih dan Tangguh
Interoperabilitas	Otonom	Terintegrasi dengan CPS
Skalabilitas	Jaringan Skala Rendah	Jaringan Skala Besar
Ketepatan dan Akurasi	Dipantau Secara Kritis	Disinkronkan dengan milidetik

Kemampuan pemrograman	Pemrograman di luar lokasi yang mudah	Pemrograman di lokasi jarak jauh
Hasil	Kemudahan dan Pemanfaatan	Efisiensi Operasional
Ketahanan	Tidak Diperlukan	Toleransi Kesalahan Tinggi
Pemeliharaan	Pilihan Konsumen	Terjadwal dan Terencana

8.6 MODEL BISNIS UNTUK IOT

Perusahaan-perusahaan yang sukses semakin memperhatikan pemodelan bisnis sebagai alat manajemen yang memberikan gambaran umum tentang komponen perusahaan dan membantu manajer mengembangkan bisnis. Beberapa peneliti mengaitkan aplikasi model bisnis dengan peningkatan keunggulan kompetitif. Pentingnya model bisnis telah meningkat dari waktu ke waktu seiring dengan perkembangan teknologi dan penyebaran e-commerce serta pengembangan konsepnya hingga kini dipandang sebagai cara perusahaan menjalankan tugasnya untuk menghasilkan pendapatan. Selain itu, model bisnis dapat dilihat sebagai alat alternatif atau pelengkap untuk metode analitis tradisional.

Kerangka Model Bisnis untuk Aplikasi IoT

Model bisnis dari bisnis tradisional dan bisnis digital memberikan dasar yang kuat untuk memahami model bisnis dari aplikasi IoT yang sedang berkembang.

Tabel 8.4 Komponen Model Bisnis IoT

Komponen	Bhushan dan Agrawal (2020)	Ashton (2009)	Chen (2012)	Delmastro (2012)	Hui et al. (2017)
Mitra kunci	✓	✓	✓	✓	✓
Aktivitas kunci	✓	✓		✓	✓
Sumber daya kunci	✓	✓	✓		
Proposisi nilai	✓	✓			✓
Saluran	✓	✓			✓
Segmen pelanggan	✓	✓	✓	✓	✓
Struktur biaya	✓				✓
Aliran pendapatan	✓	✓	✓	✓	✓

Menurut Li dan Xu, model bisnis IoT adalah struktur multidimensi yang mempertimbangkan dimensi teknologi, industri, kebijakan, dan strategi. Munculnya aplikasi bisnis baru melalui teknologi baru dan transformasi digital membutuhkan penciptaan model bisnis baru yang membantu menyampaikan, menyebarluaskan, dan memonetisasi produk/layanan.

Untuk mengembangkan kerangka kerja untuk model bisnis IoT, beberapa peneliti telah menggunakan kerangka kerja yang diusulkan oleh Osterwalder dan Pigneur sebagai titik awal untuk mengungkap komponen utama dari model bisnis. Tabel 8.4 menunjukkan berbagai

komponen model bisnis yang telah dikembangkan dari penawaran nilai hingga penangkapan nilai. Proposisi nilai mengacu pada layanan yang diberikan dan aspek-aspek yang menambah nilai padanya, seperti merek, harga, dan kecepatan pengiriman, misalnya. Selain itu, data yang dikumpulkan dan diproses dari objek fisik merupakan bagian dari penyediaan layanan kepada pengguna. Saluran dan hubungan pelanggan juga dapat dianggap sebagai salah satu faktor terpenting dalam penyediaan layanan. Proposisi nilai juga terkait dengan layanan pengiriman dan evaluasi kepuasan pelanggan setelah menyelesaikan proses pertukaran.

Perspektif pelanggan mengacu pada pelanggan yang dituju perusahaan, dan hubungan pelanggan didefinisikan melalui berbagai saluran komunikasi, langsung atau tidak langsung. Perspektif keuangan mengacu pada struktur pendapatan, biaya, dan metode menghasilkan pendapatan seperti penjualan aset, langganan, biaya penggunaan, dan periklanan di antara banyak elemen lainnya. Model bisnis mencakup elemen yang terkait dengan biaya dan pemilihan strategi yang tepat seperti strategi efektivitas biaya atau strategi diferensiasi. Terakhir, model bisnis IoT mengungkapkan jenis mitra, jaringan pemasok, dan aliansi yang dibuat perusahaan dengan sumber eksternal. Dalam IoT, sumber daya utama termasuk sumber daya manusia, intelektual, dan fisik dianggap sebagai sumber inti bisnis perusahaan. Model bisnis menggambarkan aktivitas yang dilakukan perusahaan untuk menciptakan, memasarkan, dan menangkap nilai.

8.7 STUDI TERAPAN IOT/KOTA CERDAS

Salah satu tren penting dalam penerapan IoT adalah kemampuannya untuk mengelola fasilitas publik secara otomatis. Studi Talari dkk. mengungkapkan bahwa berdasarkan teknologi cerdas, khususnya di bidang infrastruktur dan IoT, kota dapat digambarkan mampu merespons dan menyediakan layanan melalui berbagai fasilitasnya dengan cara yang lebih cerdas daripada yang biasa dilakukan atau disediakan oleh kota tradisional.

Kota cerdas menggunakan berbagai bentuk aplikasi dalam infrastruktur, peralatan pemantauan, sistem sensor, penggunaan energi cerdas, pencegahan polusi, perawatan kesehatan, dan keamanan cerdas, di antara banyak lainnya. Kota pintar menggunakan IoT, khususnya sensor, untuk mengumpulkan data tentang perilaku pengemudi jika mereka melanggar peraturan lalu lintas dengan menempatkan perangkat pemantauan di area ramai untuk memantau lalu lintas, selain memasang perangkat untuk mendeteksi tingkat polusi udara dan mengungkapkan identitas orang, yang meningkatkan kebersihan kota dan menambahkan karakter beradab pada perilaku manusia.

IoT mendukung proyek kota pintar melalui banyak aplikasi di bidang pengendalian konsumsi energi dan peralatan dapur seperti lemari es dan mesin cuci. Aplikasi ini dapat digunakan dalam perawatan pasien lanjut usia dan pemantauan perkembangan kesehatan. Pada tingkat sosial, berbagai jejaring sosial membantu dalam komunikasi waktu nyata dan berkelanjutan melalui pesan teks, suara, atau video. Kota pintar menggunakan sistem sensor untuk mendeteksi polusi air, kecepatan angin, kondisi cuaca, suhu, dan risiko banjir untuk menyediakan data guna mengambil tindakan pencegahan dan memperingatkan warga tentang konsekuensinya terhadap kesehatan dan kehidupan sehari-hari mereka. Kota pintar dapat



menggunakan sensor untuk mendeteksi kerusakan pada sistem distribusi air minum dan kebocoran air di tangki, pipa, atau bangunan.

Forum Komunitas Pintar mengumumkan daftar kota pintar terbaik di dunia tahun 2023, dari AS, Kanada, Australia, Brasil, dan Vietnam (www.icfsummit.com). Kota-kota terpilih merupakan model pengembangan ekonomi, sosial, dan bahkan budaya di era transformasi digital. Kota Pintar Binh Duong di Vietnam terpilih sebagai kota terbaik untuk ketiga kalinya berturut-turut dari daftar kota pintar terbaik di dunia. Kota ini terbuka untuk dunia dan memiliki ekosistem serta merupakan pusat ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu proyek terpentingnya adalah menjadikan kota ini hijau. Badan pemerintah mengawasi pengembangan kota ini dengan partisipasi sektor akademis dan pengusaha, di mana satu juta orang di Vietnam diperkirakan akan tinggal.

Kota ini telah mengembangkan jaringan komunikasi dan menyediakan Wi-Fi gratis untuk semua pengguna. Kota ini berfokus pada menghubungkan departemen pemerintah seperti gedung pemerintah, universitas, sekolah negeri dan swasta, transportasi, dan toko-toko dengan jaringan nirkabel untuk karyawan, siswa, dan pengunjung. Kota ini berfokus pada pembangunan ekonomi berkelanjutan melalui kerja sama antara pemerintah, universitas, dan pelaku industri.

Kota ini menyediakan laboratorium teknologi untuk pendidikan dan industri, termasuk laboratorium untuk penerangan, listrik, mekanik, komunikasi, robotika, sistem AI, pencetakan 3D, laser, pemindaian, dan kontrol digital. Kota ini menjadi tuan rumah inkubator bisnis pertama, menyediakan semua fasilitas, dukungan, pelatihan, dan komunikasi yang diperlukan untuk pengusaha dan perusahaan rintisan.

8.8 IOT, INDUSTRI 4.0, DAN TANTANGAN KEPERCAYAAN DALAM BISNIS DIGITAL

Revolusi Industri Keempat telah berkontribusi pada perkembangan sektor industri dan bisnis, karena statistik menunjukkan bahwa jumlah perangkat yang terhubung satu sama lain akan meningkat tiga kali lipat dalam beberapa tahun mendatang, dan IoT diperkirakan akan menjadi sumber keuntungan dan pendapatan yang penting dalam waktu dekat. Industri 4.0 telah berkontribusi pada perkembangan sektor industri dan bisnis.

Meskipun IoT memiliki beberapa manfaat, ia menghadapi tantangan besar di tingkat teknis, ekonomi, sosial, hukum, dan keamanan. Secara teknis, perangkat dapat berbeda dan bervariasi satu sama lain tergantung pada perusahaan inovatif, standar yang mereka ikuti, dan protokol yang mereka usulkan untuk komunikasi. Heterogenitas diamati dalam sistem operasi, privasi, pemrosesan data dalam jumlah besar, keandalan, keamanan, dan banyak bidang lainnya. Karena aplikasi komersial secara langsung melayani konsumen dan pelanggan bisnis, mereka membutuhkan tingkat kepercayaan yang tinggi pada sistem operasi yang mereka andalkan. Tanpa kepercayaan ini, konsumen atau pengguna akhir akan frustrasi, mengubah perilaku mereka, dan menjauh dari penggunaan platform ini. Oleh karena itu, disarankan untuk mendapatkan kepercayaan pelanggan dengan menyediakan layanan yang andal sambil menjaga keamanan dan privasi informasi.



Bab ini dapat menjadi titik awal untuk studi selanjutnya tentang studi kualitatif dan kuantitatif untuk mengeksplorasi dampak nilai, penawaran, dan pengumpulan sebagai komponen model bisnis pada perusahaan. Studi ini dapat bermanfaat bagi manajer dan pengambil keputusan dalam menciptakan model bisnis baru untuk perusahaan digital yang bertujuan untuk mengimplementasikan aplikasi IoT.



BAB 9

RPA UNTUK KEUNGGULAN OPERASIONAL DALAM BISNIS

9.1 RPA SEBAGAI KUNCI KEUNGGULAN OPERASIONAL DIGITAL

Dalam lingkungan bisnis yang serba cepat dan kompetitif saat ini, organisasi menghadapi tekanan yang sangat besar untuk meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya operasional, dan memberikan layanan berkualitas tinggi. Otomasi proses robotik (RPA) adalah teknologi transformatif yang secara otomatis melakukan tugas-tugas berulang berbasis aturan, memungkinkan bisnis untuk mengoptimalkan operasi mereka dan fokus pada tujuan strategis mereka. Dengan konsep ini, bot RPA meniru interaksi seperti manusia dengan sistem digital untuk ekstraksi, pemrosesan, dan pembuatan laporan dengan kecepatan dan akurasi tinggi. Hal ini juga menghilangkan kesalahan manusia sekaligus secara signifikan mengurangi waktu pemrosesan dan biaya operasional, sehingga menjadikan RPA sebagai komponen penting dalam strategi transformasi digital apa pun.

Industri perbankan, perawatan kesehatan, asuransi, manufaktur, dan ritel adalah yang pertama mengadopsi RPA, memanfaatkan platform ini untuk mengotomatisasi proses back-office dan menyederhanakan alur kerja. Misalnya, di sektor perbankan, waktu pemrosesan pinjaman telah menurun drastis; di sektor perawatan kesehatan, RPA digunakan untuk mengelola catatan pasien dan sistem penagihan, memungkinkan integrasi yang mulus dengan sistem perusahaan yang ada. Metode modernisasi non-intrusif berbasis RPA semakin mempercepat adopsinya di berbagai bidang.

RPA sangat terkait dengan kemajuan yang telah dicapai dalam AI dan ML. Otomatisasi cerdas adalah integrasi AI dan RPA, yang memungkinkan sistem untuk menganalisis data tidak terstruktur, memahami konteks, dan bahkan membuat keputusan. Kemampuan yang sama telah membawa gelombang kemungkinan baru dalam otomatisasi alur kerja yang rumit, seperti deteksi penipuan di bidang keuangan dan pemeliharaan prediktif di bidang manufaktur. Bahkan, optimasi sumber daya dan peningkatan ketangkasan dalam operasi telah menjadi tulang punggung optimasi proses bisnis.

Terlepas dari banyaknya manfaat RPA, tantangan tetap ada dalam penerapannya. Biaya investasi awal terlalu tinggi, orang menolak perubahan, dan standarisasi tidak ada. Selain itu, meskipun RPA unggul dalam pekerjaan berbasis aturan, masih banyak pekerjaan yang harus dilakukan dalam integrasi AI dalam menangani aktivitas yang sangat dinamis dan berbasis penilaian. Platform RPA berbasis cloud dan model AI yang dapat dijelaskan telah mengatasi tantangan yang disebutkan di atas. Skalabilitas, transparansi, dan efektivitas biaya menjadikannya salah satu solusi terbaik. Dalam layanan pelanggan, RPA juga sangat membantu. Chatbot otomatis, sistem respons email, dan alat komunikasi yang dipersonalisasi membantu bisnis menyediakan dukungan pelanggan 24/7, menyelesaikan pertanyaan dengan cepat, dan meningkatkan pengalaman pengguna. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan kepuasan pelanggan tetapi juga meningkatkan tingkat retensi, sehingga mencerminkan dampak langsung RPA pada hasil bisnis. Selain efisiensi operasional, RPA berkontribusi pada



keberlanjutan dengan mengurangi konsumsi sumber daya dan, oleh karena itu, meminimalkan dampak lingkungan. Pengurangan penggunaan kertas, konsumsi energi, dan limbah secara keseluruhan menjadikan otomatisasi sebagai alat yang berharga bagi organisasi yang berkomitmen pada tujuan keberlanjutan.

Selain itu, otomatisasi pekerjaan rutin akan memungkinkan karyawan untuk terlibat dalam pekerjaan kreatif dan strategis yang akan meningkatkan kreativitas dan kepuasan kerja. Penggerak utama lainnya dalam adopsi RPA adalah kepatuhan terhadap peraturan. Sistem otomatis dapat memindai persyaratan kepatuhan, memantau jejak audit, dan memeriksa apakah kondisi standar dipatuhi untuk mengurangi risiko ketidakpatuhan, khususnya di sektor keuangan, kesehatan, dan sektor lain yang sangat diatur. Semua ini terjadi di dalam bisnis, namun teknologi masa depan yang akan mengubah paradigma operasional di era digital tetaplah RPA. Karena menggabungkan produktivitas dan penghematan biaya dengan pengalaman yang lebih baik bagi pelanggan, RPA tetap menjadi aset penting untuk mencapai keunggulan operasional.

9.2 RPA CERDAS DENGAN ML DAN ARIMA-WOA UNTUK SKALABILITAS DAN KINERJA

Studi ini bertujuan untuk mengembangkan solusi manajemen operatif RPA tingkat lanjut untuk memungkinkan penjadwalan pekerjaan yang efisien, alokasi sumber daya, dan pemantauan eksekusi pekerjaan, sehingga meningkatkan operasi bisnis. Studi ini bertujuan untuk memberikan pendekatan baru untuk sistem otomatisasi proses robotik yang akan membantu mengatasi masalah meningkatnya permintaan otomatisasi di sektor ritel, skalabilitas yang rendah, dan perluasan sistem RPA sehingga perusahaan dapat mencapai keunggulan operasional dan bertransformasi secara digital.

Motivasi dan Tujuan Studi

- **Meningkatnya Permintaan Otomatisasi:** Kebutuhan akan solusi RPA cerdas didorong oleh meningkatnya kebutuhan akan otomatisasi proses untuk menghemat biaya dan meningkatkan efisiensi.
- **Tantangan Operasional:** Alokasi sumber daya yang dinamis dan fleksibilitas waktu nyata dari sistem RPA saat ini terbatas, sehingga membutuhkan pendekatan optimasi yang canggih.
- **Masalah Skalabilitas:** Perusahaan membutuhkan kerangka kerja yang dapat diskalakan yang dapat secara efektif mengelola kumpulan data besar dan prosedur yang rumit.
- **Peningkatan Kinerja:** Untuk ekspansi berkelanjutan, ukuran kinerja, termasuk waktu penyelesaian pekerjaan, penggunaan sumber daya, dan efisiensi energi, harus ditingkatkan.
- **Kemajuan Teknologi:** Integrasi ML dan pembelajaran penguatan menawarkan peluang untuk mengembangkan sistem RPA yang lebih cerdas yang mengoptimalkan dirinya sendiri.

Tujuan utama untuk mengatasi masalah di atas adalah sebagai berikut:



- Merancang sistem manajemen sumber daya adaptif yang secara dinamis menyeimbangkan beban kerja dan sumber daya menggunakan teknik pembelajaran penguatan seperti SARSA-TSA.
- Metode ML seperti APSO dan XGBoost digunakan untuk perencanaan dan prioritas pekerjaan yang efisien guna mengurangi latensi dan meningkatkan throughput.
- Mengembangkan kerangka kerja yang skalabel yang dapat mengelola proses kompleks dan berbagai beban kerja dari berbagai sektor.
- Meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan dengan mengoptimalkan latensi rendah, meningkatkan waktu penyelesaian pekerjaan, dan mencapai penghematan energi maksimum.
- Mengembangkan alat dan dasbor pemantauan kinerja, bersama dengan yang otomatis yang melacak kinerja sistem dan mengidentifikasi anomali, yang pada gilirannya membantu mengambil tindakan antisipatif menggunakan algoritma ARIMA-WOA.
- Membandingkan metodologi yang ada seperti GRA dan GA pada parameter seperti throughput, pemanfaatan sumber daya, dan penggunaan energi untuk membuktikan bahwa teknik yang disajikan lebih unggul.

Kontribusi Studi

- Kerangka kerja manajemen operasional cerdas yang mencakup integrasi ML dan pembelajaran penguatan untuk sistem RPA dengan alokasi sumber daya dan penjadwalan tugas yang efisien.
- SARSA-TSA untuk model optimasi sumber daya adaptif: alokasi sumber daya dinamis dengan peningkatan skalabilitas dan fleksibilitas.
- Rekayasa fitur, opti-filter XGBoost, dan APSO untuk meningkatkan akurasi prediksi dan kinerja sistem.
- Pemantauan berbasis ARIMA-WOA yang baru menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam metrik kinerja seperti waktu penyelesaian tugas, latensi, throughput, pemanfaatan sumber daya, dan efisiensi energi.
- Analisis komparatif dengan pendekatan yang ada seperti GRA dan GA akan diberikan untuk menunjukkan keunggulan kerangka kerja yang diusulkan dalam menangani alur kerja yang kompleks dan dinamis.
- Sistem pemantauan dan kontrol waktu nyata dengan deteksi anomali proaktif dan optimasi kinerja.

9.3 RPA DAN INTEGRASI AI KUNCI TRANSFORMASI DIGITAL OPERASIONAL

RPA muncul sebagai teknologi disruptif dalam upaya menyederhanakan proses bisnis dan mencapai keunggulan operasional. Eksplorasi yang tepat tentang bagaimana RPA telah dikembangkan, diadopsi, dan diintegrasikan ke dalam begitu banyak industri diperlukan untuk memahami kemampuannya. Bab ini memberikan tinjauan mendalam tentang beberapa studi studi yang relevan di bidang studi ini. Penulis menerbitkan studi pemetaan sistematis yang menyelidiki hubungan yang ada antara studi ilmiah dan aplikasi industri RPA. Mereka memaparkan aspek bagaimana RPA mengurangi interaksi manusia dalam tugas-tugas



berulang, yang mengarah pada manfaat efisiensi dan akurasi. Mereka menyimpulkan dengan menyoroti integrasi teknologi RPA, AI, dan ML di mana kompleksitas dalam operasi akan membantu menjawab tantangan.

Di antara area aplikasi yang diidentifikasi adalah keuangan dan perawatan kesehatan, yang sangat diuntungkan dari pengenalan RPA. Penulis memberikan tinjauan literatur sistematis tentang adopsi RPA, yang menjelaskan peluang dan hambatannya. Karya mereka mengkategorikan aplikasi RPA di berbagai industri dan menekankan peran transformatifnya dalam mengoptimalkan proses operasional. Studi ini membahas tantangan kritis seperti resistensi terhadap perubahan, biaya implementasi yang tinggi, dan keterbatasan teknis, yang harus diatasi oleh organisasi untuk mewujudkan potensi penuh RPA. Para penulis menyediakan kerangka kerja untuk analisis teknologi RPA melalui tinjauan sistematis literatur yang tersedia. Studi ini berfokus pada metodologi untuk mengimplementasikan RPA secara efektif dalam proses bisnis dan aplikasinya dalam hal peningkatan efisiensi operasional. Lebih lanjut, studi ini menyoroti beberapa tren baru, seperti integrasi RPA dengan AI, yang semakin meningkatkan kemampuannya untuk menangani pemrosesan data tidak terstruktur dan aktivitas pengambilan keputusan. Seorang penulis menyelidiki peran RPA sebagai pendorong transformasi digital. Studi ini menunjukkan potensinya untuk mengotomatisasi proses back-office, mengurangi biaya, dan meningkatkan produktivitas.

Penulis menekankan bahwa RPA memungkinkan organisasi untuk mengubah alur kerja tanpa mengubah sistem yang ada, yang menjadikannya pilihan yang baik bagi perusahaan yang ingin memiliki transformasi digital yang hemat biaya. Penulis berkonsentrasi pada sektor perbankan, di mana ia menunjukkan bagaimana RPA mengurangi kompleksitas operasi dalam pemrosesan pinjaman dan layanan pelanggan. Studi studi ini menyajikan kasus-kasus yang menggambarkan dampak RPA terhadap waktu pemrosesan dan kualitas layanan yang akan meningkatkan kepuasan pelanggan dan efisiensi operasional.

Penulis membahas bagaimana RPA dapat dikombinasikan dengan platform seperti Power Apps untuk memikirkan kembali efisiensi operasional dan kualitas data. Studi ini juga menyatakan bagaimana RPA dapat menyelesaikan operasi rutin dan berbasis aturan secara efisien, sehingga memungkinkan organisasi untuk mencapai akurasi data yang lebih tinggi dan menghindari kesalahan hingga tingkat yang besar. Melalui integrasi ini, para pekerja akan bebas untuk menjalankan pekerjaan strategis dan kreatif yang berkontribusi pada pertumbuhan organisasi secara keseluruhan. Penulis mengeksplorasi kemampuan RPA berbasis cloud, yang terutama berfokus pada platform BPM Appian.

Bab ini membahas skalabilitas dan efektivitas biaya solusi RPA cloud bagi perusahaan untuk menerapkan otomatisasi mereka dengan sedikit investasi dalam infrastruktur dengan cepat. Studi ini menunjukkan bagaimana RPA cloud memudahkan integrasi dengan sistem yang ada dan karenanya menawarkan pilihan yang layak bagi organisasi yang ingin meningkatkan skala operasi mereka. Penulis menjelaskan strategi RPA dalam otomatisasi di berbagai industri. Studi ini menunjukkan efektivitasnya dalam meningkatkan efisiensi operasi melalui otomatisasi proses berbasis aturan, sehingga mengurangi kesalahan dan



meningkatkan produktivitas. Penulis membahas bagaimana RPA berdampak pada transformasi di industri ritel dan manufaktur di mana terdapat tugas-tugas berulang.

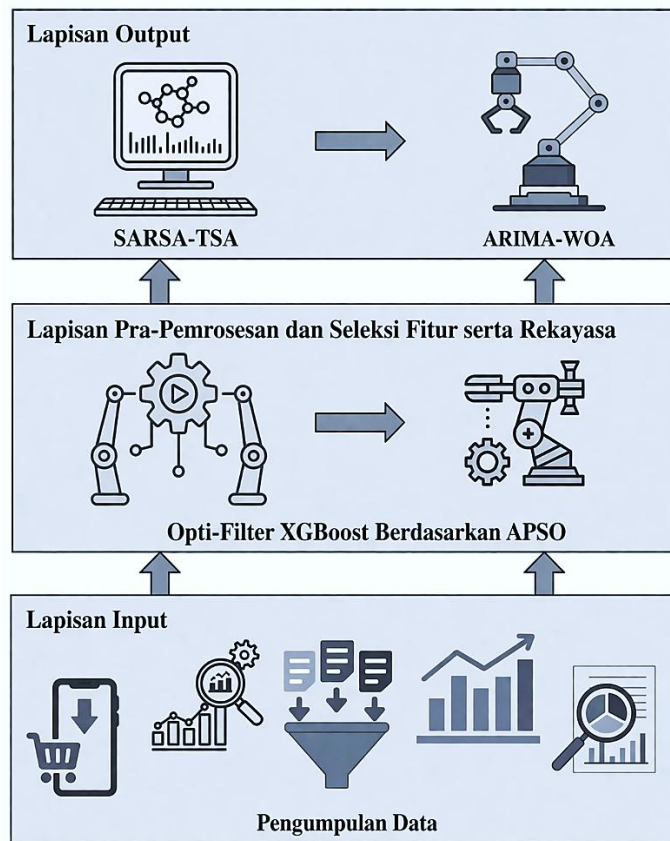
Penulis membahas inovasi dalam otomatisasi cerdas. Studi ini berfokus pada integrasi RPA dengan AI. Karya mereka menunjukkan kasus penggunaan yang lebih canggih, termasuk pemrosesan data tidak terstruktur dan peningkatan kemampuan pengambilan keputusan. Penulis menyarankan bahwa RPA berbasis AI memberikan perusahaan lebih banyak akurasi dan kecepatan dalam menjawab kebutuhan bisnis yang lebih kompleks. Penulis mengevaluasi bagaimana RPA, bersama dengan AI dan ML, memfasilitasi perubahan dalam cara berbisnis. Beberapa kasus penggunaan yang lebih kompleks yang disajikan dalam bab ini adalah analitik prediktif, deteksi anomali, dan interaksi khusus pelanggan. Ia selanjutnya menggarisbawahi peran RPA dalam inovasi, alokasi sumber daya yang lebih baik, dan memperoleh ketangkasan operasional.

Tinjauan literatur ini menunjukkan evolusi RPA dari yang awalnya hanya digunakan sebagai alat untuk mengotomatisasi fungsi bisnis penting menjadi komponen integral dari setiap strategi transformasi digital. Setelah terintegrasi dengan AI dan ML, RPA menyelesaikan tantangan operasional kompleks dalam menangani skalabilitas, akurasi, dan efisiensi. Biaya awal yang tinggi dan kesulitan perubahan tetap menjadi hambatan, tetapi dengan RPA berbasis cloud dan otomatisasi cerdas, solusi yang masuk akal disajikan. Studi ini menyoroti potensi RPA untuk meningkatkan efisiensi proses bisnis dan memastikan keunggulan operasional.

9.4 TAHAP RPA UNTUK EFISIENSI OPERASIONAL

Untuk mengatasi hambatan dalam mengoptimalkan proses bisnis untuk efisiensi operasional menggunakan RPA, diperlukan solusi yang menyeluruh dan sistematis. Pendekatan yang disarankan mencakup sekitar lima tahapan penting. Ini termasuk pengumpulan data, pra-pemrosesan, rekayasa fitur, penjadwalan dan alokasi sumber daya, dan manajemen operasional. Semua tahapan ini bersama-sama membentuk seperangkat komponen dasar untuk pengembangan, penerapan, dan modifikasi sistem RPA untuk berbagai jenis organisasi. Kerangka umum studi ini disajikan pada Gambar 9.1.





Gambar 9.1 Arsitektur keseluruhan studi ini.

9.5 DATASET RITEL UNTUK OTOMATISASI PROSES BISNIS RPA

Dataset ritel yang diperoleh dari Kaggle berisi banyak data transaksi siap pakai yang dibutuhkan untuk memahami dan menganalisis proses bisnis ritel yang berlaku. Selain memenuhi kebutuhan bisnis, dataset ini juga mencakup detail produk, motivasi pelanggan, penawaran penjualan, dan kinerja toko, yang membuatnya sangat cocok untuk otomatisasi proses bisnis. Dalam studi ini, ruang lingkup pengumpulan data berfokus pada pengambilan informasi mengenai penjualan produk, pelanggan, dan parameter operasional. Poin data ini sangat penting dalam mengekspresikan keinginan sistem RPA dalam memecahkan masalah ritel. Studi dan analisis terorganisir ini bertujuan untuk memberikan dasar yang kuat untuk meningkatkan proses data di bidang bisnis ritel (<https://www.kaggle.com/datasets/manjeetsingh/retaildataset>).

9.6 PRA-PEMROSESAN DATA MENGGUNAKAN RPA

Pra-pemrosesan memastikan bahwa dataset bersih, konsisten, dan siap untuk analisis lebih lanjut. RPA digunakan untuk menyederhanakan proses ini. Langkah-langkah berikut diimplementasikan.

Pembersihan Data

- Penanganan Nilai yang Hilang: Untuk atribut numerik, nilai yang hilang diisi menggunakan rata-rata atau median:

$$x' = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (9.1)$$

di mana x' adalah nilai yang diimputasi, x_i adalah nilai yang tidak hilang, dan n adalah jumlah total nilai yang tidak hilang.

- Untuk atribut kategorikal, modus digunakan untuk imputasi.
- Menghapus Duplikat: Baris diperiksa untuk entri duplikat berdasarkan pengidentifikasi unik seperti ID transaksi.

Transformasi Data

- Normalisasi: Atribut numerik dinormalisasi untuk membawanya ke skala umum menggunakan penskalaan min-max:

$$x_{\text{scaled}} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (9.2)$$

di mana x_{scaled} adalah nilai yang dinormalisasi, x adalah nilai asli, $x_{\min}$ adalah nilai minimum, dan $x_{\max}$ adalah nilai maksimum dalam dataset.

- Menggabungkan data transaksional untuk menghitung metrik yang berpusat pada pelanggan:

$$\text{Total Pengeluaran (per Pelanggan)} = \sum_{i=1}^N \text{Nilai Transaksi } N_i \quad (9.3)$$

di mana N adalah jumlah transaksi per pelanggan.

Integrasi Data

- Jika dataset tambahan digunakan, penggabungan relasional dilakukan menggunakan kunci utama (misalnya, ID pelanggan).

Otomasi Menggunakan RPA

- Alur kerja pra-pemrosesan diotomatiskan dengan alat RPA, seperti UiPath atau Automation Anywhere, untuk memastikan operasi yang efisien dan bebas kesalahan.

Pendekatan pra-pemrosesan ini akan memastikan kesiapan dataset untuk rekayasa dan analisis fitur yang tepat, wawasan yang kuat, dan peningkatan operasional.

9.7 REKAYASA FITUR DAN OPTIMASI XGBOOST DENGAN APSO SERTA RPA

Rekayasa fitur berarti menghasilkan fitur baru yang lebih baik mewakili apa yang sedang diotomatiskan, seperti mengubah data kategorikal menjadi fitur numerik atau mengagregasi data berbasis waktu untuk efisiensi. Untuk mengatasi masalah pemulihan fitur, interpretasi dan akurasi model harus ditingkatkan. Kami mengusulkan teknik baru yang disebut “Opti-Filter XGBoost,” yang mengintegrasikan metode “Filter-based APSO-XGBoost” untuk pemilihan dan rekayasa fitur. Metode ini meningkatkan ketepatan prediksi dan interpretasi dengan mengidentifikasi karakteristik penting untuk mengelompokkan konsumen dalam



dataset kredit. Dengan menggunakan nilai statistik kasar menurut kelas, pendekatan pemilihan fitur berbasis filter ini menilai nilai suatu atribut. Dengan mengevaluasi independensinya dan memastikan tidak ada hubungan statistik, metode ini menilai kemampuan untuk memprediksi nilai suatu atribut berdasarkan nilai kelas. Pengukuran statistik untuk setiap kelas digunakan untuk mengevaluasi nilai suatu fitur. Misalkan $\mathcal{X} = \{\mathcal{X}_1, \mathcal{X}_2, \dots, \mathcal{X}_n\}$, maka himpunan fitur dengan n fitur diwakili oleh $\mathcal{X} = \{\mathcal{X}_1, \mathcal{X}_2, \dots, \mathcal{X}_n\}$, sedangkan k kelas diwakili oleh $\mathbb{C} = \{\mathbb{C}_1, \mathbb{C}_2, \dots, \mathbb{C}_k\}$. Suatu fitur $\mathcal{X}_i$ memiliki skor signifikansi $\mathcal{S}\mathcal{X}_i$ yang ditentukan sebagai berikut:

$$\mathcal{S}\mathcal{X}_i = \sum_{j=1}^k \mathbb{P}(\mathbb{C}_j) \cdot \text{stat}(\mathcal{X}_i, \mathbb{C}_j) \quad (9.4)$$

Di sini,

- $\mathbb{P}(\mathbb{C}_j)$ menunjukkan probabilitas kelas $\mathbb{C}_j$ dan
- $\text{stat}(\mathcal{X}_i, \mathbb{C}_j)$ adalah fungsi statistik yang mengukur seberapa relevan $\mathcal{X}_i$ untuk $\mathbb{C}_j$, seperti informasi timbal balik, chi-kuadrat, atau koefisien korelasi. Data timbal balik (MD) dihitung sebagai berikut:

$$MD(\mathcal{X}, \mathbb{C}) = \sum_{\mathcal{X}, \mathbb{C}} \mathbb{P}(\mathcal{X}, \mathbb{C}) \log \left(\frac{\mathbb{P}(\mathcal{X}, \mathbb{C})}{\mathbb{P}(\mathcal{X})\mathbb{P}(\mathbb{C})} \right) \quad (9.5)$$

Optimasi Swarm Partikel Adaptif

Teknik APSO digunakan untuk meningkatkan kinerja model dengan mengubah kecepatan dan lokasi partikel. Kecepatan partikel v_i pada waktu $(T + 1)$ diberikan di bawah ini:

$$v_i(T + 1) = Wv_i(T) + \mathfrak{Z}_1 r_1 (\mathbb{P}_i - \mathcal{X}_i(T)) + \mathfrak{Z}_2 r_2 (\mathbb{P}_{\mathfrak{g}} - \mathcal{X}_i(T)) \quad (9.6)$$

di mana r_1 dan r_2 adalah nilai acak antara 0 dan 1, W adalah bobot inersia, dan $\mathfrak{Z}_1$ dan $\mathfrak{Z}_2$ adalah koefisien percepatan untuk komponen kognitif. Posisi partikel diberikan sebagai berikut:

$$\mathcal{X}_i(T + 1) = \mathcal{X}_i(T) + v_i(T + 1). \quad (9.7)$$

Untuk meningkatkan konvergensi, APSO juga menggunakan data kepadatan lokal dan jarak. Kepadatan lokal suatu partikel dapat ditentukan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\gamma_i = \sum_{j=1, j \neq i}^n \exp \left(-\frac{\|\mathcal{X}_i - \mathcal{X}_j\|^2}{d_c^2} \right) \quad (9.8)$$

di mana Δ_i adalah kedekatan dengan partikel yang memiliki kepadatan lebih tinggi dan didefinisikan sebagai berikut:

$$\Delta_i = \min_{j: \gamma_j > \gamma_i} ||\mathcal{X}_i - \mathcal{X}_j|| \quad (9.9)$$

Fungsi tujuan yang menjadi dasar pendekatan XGBoost menurunkan kesalahan prediksi sambil mempertahankan kompleksitas model. Ekspresi yang digunakan untuk tujuan fungsi tersebut adalah sebagai berikut:

$$L = \sum_{i=1}^n \ell(y_i, \hat{y}_i) + \sum_{k=1}^k \Omega(\mathcal{F}_k) \quad (9.10)$$

Fungsi kerugian $\ell(y_i, \hat{y}_i)$ mengukur perbedaan antara target sebenarnya y dan nilai prediksi $\hat{y}$, sedangkan $\Omega(\mathcal{F}_k)$ adalah faktor regularisasi yang memberikan penalti pada model yang terlalu kompleks. Istilah regularisasi diberikan sebagai berikut:

$$\Omega(\mathcal{F}_k) = \eta N + \frac{1}{2} \Lambda ||W||^2 \quad (9.11)$$

Dalam pohon keputusan, N mewakili jumlah daun, W mewakili vektor bobot daun, h mewakili penalti untuk menambahkan daun ekstra, dan L mewakili penalti untuk nilai bobot yang berlebihan. Komponen-komponen ini bekerja bersama untuk memastikan bahwa kompleksitas dan akurasi model seimbang. Kontribusi dari setiap pohon k dijumlahkan untuk memberikan prediksi di XGBoost:

$$\hat{y}_i = \sum_{k=1}^k \mathcal{F}_k(\mathcal{X}_i) \quad (9.12)$$

di mana $\mathcal{X}_i$ mewakili vektor fitur masukan untuk sampel i . Untuk menyederhanakan optimasi, fungsi kerugian didekati menggunakan ekspansi Taylor hingga orde kedua:

$$L^{(T)} \approx \sum_{i=1}^n \left[g_i \mathcal{F}_k(\mathcal{X}_i) + \frac{1}{2} h_i \mathcal{F}_k^2(\mathcal{X}_i) \right] + \Omega(\mathcal{F}_k) \quad (9.13)$$

Berikut ini adalah turunan orde pertama dan kedua dari fungsi kerugian dibandingkan dengan prediksi, yang diwakili oleh h_i dan g_i , masing-masing:

$$g_i = \frac{\partial \ell(y_i, \hat{y}_i)}{\partial \hat{y}_i}, \quad h_i = \frac{\partial^2 \ell(y_i, \hat{y}_i)}{\partial \hat{y}_i^2} \quad (9.14)$$



Node tersebut dibagi menggunakan pohon keputusan, dan manfaat dari node yang terbagi dihitung sebagai berikut:

$$gain = \frac{\mathbb{G}_l^2}{H_l + \Lambda} + \frac{\mathbb{G}_r^2}{H_r + \Lambda} - \frac{(\mathbb{G}_l + \mathbb{G}_r)^2}{H_l + H_r + \Lambda} \quad (9.15)$$

di mana $\mathbb{G}_l$ dan $\mathbb{G}_r$ masing-masing mewakili jumlah gradien untuk node anak kiri dan kanan, dan H_l dan H_r menunjukkan jumlah Hessian yang sesuai. Bobot optimal dari node daun ditentukan sebagai berikut:

$$W_j = -\frac{\mathbb{G}_j}{H_j + \Lambda} \quad (9.16)$$

Untuk menilai signifikansi fitur $\mathcal{X}_j$, maka dihitung perolehan kumulatif dari semua pemisahan yang menyertakannya:

$$importance(\mathcal{X}_j) = \sum_{splits \text{ involving } \mathcal{X}_j} gain \quad (9.17)$$

Untuk mengoptimalkan kinerja RPA, tugas dan sumber daya perlu dijadwalkan dengan tepat. Ini termasuk memetakan tugas ke robot yang tersedia dan penggunaan sumber daya yang optimal. Setelah penerapan proses RPA, perlu untuk memantau dan mengelola proses yang sedang berjalan agar berjalan lancar. Ini akan mencakup pemantauan kemajuan tugas, pemanfaatan sumber daya, dan penanganan kegagalan atau pengecualian secara real-time.

9.8 ALOKASI DAN PENJADWALAN SUMBER DAYA

Dalam konteks RPA, ini terintegrasi ke dalam proses alokasi sumber daya komputasi, jaringan, dan penyimpanan secara efisien secara real-time di antara berbagai tugas. SARSA adalah salah satu algoritma RL populer yang menyediakan alokasi sumber daya dinamis yang efektif yang belajar dan beradaptasi dengan perubahan permintaan dan ketersediaan tugas. Bagian ini menjelaskan aplikasi ini secara detail terhadap alokasi sumber daya melalui SARSA dalam sistem RPA untuk memastikan keunggulan operasional.

SARSA adalah algoritma pembelajaran penguatan on-policy di mana agen belajar dari tindakan yang dimilikinya di bawah kebijakan saat ini, terus memperbarui fungsi nilai keadaan-tindakan $Q(S, A)$. Tujuan utama penggunaan SARSA dalam alokasi sumber daya adalah penentuan kebijakan optimal yang dapat meminimalkan latensi sistem, memaksimalkan throughput, dan menyeimbangkan pemanfaatan sumber daya sehubungan dengan bagaimana tugas diproses secara efisien dalam waktu nyata. Dalam sistem RPA, alokasi sumber daya mengacu pada proses di mana sumber daya yang tersedia (baik itu daya komputasi, bandwidth jaringan, atau memori) dialokasikan ke suatu tugas, semuanya dalam batasan tentang prioritas



tugas, ketersediaan sumber daya, dan kinerja waktu nyata. Algoritma SARSA memperbarui fungsi nilai aksi $Q(S, A)$ sebagai berikut:

$$Q(S_t, A_t) \leftarrow Q(S_t, A_t) + \alpha(R_t + \gamma Q(S_{t+1}, A_{t+1}) - Q(S_t, A_t)) \quad (9.18)$$

di mana S_t adalah keadaan pada waktu t , yang mewakili konfigurasi sistem saat ini, A_t adalah tindakan yang diambil pada waktu t , yang mewakili keputusan alokasi sumber daya, R_t adalah imbalan langsung yang diterima setelah mengeksekusi tindakan A_t dalam keadaan S_t . γ adalah faktor diskon, yang memberikan bobot pada imbalan di masa mendatang, dan α adalah tingkat pembelajaran, yang menentukan seberapa banyak agen memperbarui pengetahuannya dari pengalaman baru. $Q(S_t, A_t)$ adalah fungsi nilai tindakan yang mewakili imbalan kumulatif yang diharapkan dari pengambilan tindakan A_t dalam keadaan S_t . Dalam SARSA, keadaan S_t mewakili kondisi sistem saat ini, termasuk sumber daya yang tersedia dan status tugas. Suatu keadaan dapat diwakili oleh vektor indikator kinerja utama (KPI) dan variabel status sistem yang relevan dengan alokasi sumber daya:

$$S_t = [\text{Panjang Antrian Tugas, Sumber Daya yang Tersedia, Prioritas Tugas,} \\ \text{Penggunaan CPU, Penggunaan Memori, Latensi Jaringan,} \\ \text{Waktu Penyelesaian Tugas}] \quad (9.19)$$

di mana Panjang Antrian Tugas mewakili jumlah tugas yang menunggu alokasi sumber daya, Sumber Daya yang Tersedia menunjukkan jumlah daya komputasi, memori, dan bandwidth jaringan yang tersedia pada saat itu, Prioritas Tugas menunjukkan tingkat prioritas yang diberikan kepada tugas, yang memengaruhi alokasinya, Penggunaan CPU dan Penggunaan Memori mencerminkan beban pada sumber daya komputasi yang tersedia, Latensi Jaringan mewakili penundaan waktu dalam eksekusi tugas karena kendala jaringan, dan Waktu Penyelesaian Tugas mengukur berapa lama waktu yang dibutuhkan tugas untuk diselesaikan dengan sumber daya yang tersedia. Dengan merepresentasikan keadaan sistem sebagai vektor, SARSA dapat mengevaluasi kinerja setiap tindakan (keputusan alokasi sumber daya) dalam konteks yang berbeda dan mempelajari kebijakan optimal untuk menangani penjadwalan tugas dan distribusi sumber daya.

Suatu tindakan A_t dalam SARSA mewakili alokasi sumber daya ke tugas-tugas tertentu pada waktu t . Dalam sistem RPA, suatu tindakan dapat melibatkan keputusan seperti menetapkan tugas tertentu ke sumber daya tertentu (misalnya, CPU atau unit memori mana yang akan dialokasikan), memutuskan kapan memulai atau menunda tugas berdasarkan sumber daya yang tersedia dan prioritas tugas, dan menyesuaikan distribusi sumber daya untuk tugas yang sedang berlangsung untuk memastikan waktu pemrosesan yang optimal. Persamaan suatu tindakan dapat direpresentasikan sebagai

$$A_t = [\text{Task } t_i \rightarrow \text{Resource } r_j, \text{Start Time of Task } t_i] \quad (9.20)$$



di mana Task t_i mengacu pada tugas spesifik dalam sistem, Resource r_j mengacu pada sumber daya komputasi atau jaringan (misalnya, CPU, memori, bandwidth), dan Start Time of Task t_i mengacu pada kapan tugas harus dimulai, memastikan eksekusi yang efisien sambil meminimalkan penundaan.

Fungsi imbalan $R(S_t, A_t)$ mendefinisikan bagaimana sistem mengevaluasi hasil dari tindakan A_t dalam keadaan S_t . Imbalan biasanya merupakan kombinasi dari faktor-faktor seperti waktu penyelesaian tugas, pemanfaatan sumber daya, dan latensi. Fungsi imbalan yang dirancang dengan baik harus mencerminkan tujuan alokasi sumber daya yang efisien dalam sistem RPA, seperti meminimalkan latensi, memaksimalkan throughput, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

Fungsi imbalan yang mungkin dapat didefinisikan sebagai

$$R(S_t, A_t) = -(\alpha_1 \times \text{Task Completion Time} + \alpha_2 \times \text{Latency} - \alpha_3 \times \text{Resource utilization}) \quad (9.21)$$

di mana *Task Completion Time* adalah waktu yang dibutuhkan untuk memproses tugas, dengan tujuan meminimalkannya. *Latency* adalah penundaan dalam memproses tugas, yang harus diminimalkan. *Resource utilization* mencerminkan seberapa efektif sumber daya yang tersedia digunakan, dengan tujuan menyeimbangkan pemanfaatan tanpa membebani sumber daya apa pun. $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ adalah bobot yang mendefinisikan kepentingan relatif dari setiap faktor dalam fungsi hadiah. Dengan meminimalkan waktu penyelesaian tugas dan latensi serta memaksimalkan pemanfaatan sumber daya, SARSA mempelajari kebijakan yang secara optimal mengalokasikan sumber daya ke tugas, meningkatkan efisiensi sistem.

Setelah hadiah dihitung, agen SARSA memperbarui fungsi nilai aksinya $Q(S_t, A_t) \leftarrow$ berdasarkan umpan balik yang diterima. Aturan pembaruannya adalah:

$$Q(S_t, A_t) \leftarrow Q(S_t, A_t) + \alpha(R_t + \gamma Q(S_{t+1}, A_{t+1}) - Q(S_t, A_t)) \quad (9.22)$$

Persamaan ini mencerminkan proses pembelajaran agen, dan $Q(S_t, A_t) \leftarrow$ adalah nilai saat ini dari tindakan A_t dalam keadaan S_t . R_t adalah imbalan langsung untuk mengambil tindakan A_t . $\gamma Q(S_{t+1}, A_{t+1})$ adalah imbalan masa depan yang diharapkan dari keadaan berikutnya S_{t+1} , setelah tindakan A_{t+1} . Agen memperbarui fungsi nilai tindakannya untuk mencerminkan imbalan yang diamati, yang memandu keputusan di masa mendatang. Proses iteratif memungkinkan SARSA untuk mendapatkan kebijakan alokasi sumber daya terbaik dengan memperbarui tindakan dari waktu ke waktu sesuai dengan imbalan yang diterima untuk peningkatan kinerja sistem.

Pembelajaran dan adaptasi berkelanjutan terhadap keadaan sistem yang sedang berlangsung memastikan bahwa alokasi sumber daya yang efisien terjadi, sehingga mengurangi waktu penyelesaian tugas dan latensi sekaligus meningkatkan optimasi



throughput. Peningkatan efisiensi operasional adalah hasil dari optimasi ini, menjadikannya alat yang ampuh untuk mengoptimalkan alur kerja RPA di lingkungan waktu nyata.

• Pencarian Tabu

Pencarian lingkungan lokal adalah salah satu jenis pencarian Tabu. Setiap solusi yang layak, $A \in \Omega$, memiliki himpunan tetangga yang sesuai dengannya, $M(A) \subseteq \Omega$, di mana Ω adalah kumpulan solusi yang mungkin. Suatu tindakan dikenal sebagai "perpindahan" ke B' yang dilakukan dari S untuk mencapai hasil $A' \in M(A)$. Bahkan jika melakukan hal tersebut mengakibatkan penurunan tujuan atau fungsi kebugaran, TS melanjutkan dari suatu solusi ke tetangga terbaik yang dapat diterima. Ini adalah tindakan pencarian Tabu non-rakus, yang mencegah terjebak dalam keadaan optimal lokal. Teknik yang diteliti diberi label "Tabu" atau "terlarang" untuk menghindari siklus dan terjebak dalam minimum lokal. Alternatif yang baru saja dikunjungi ini disimpan selama iterasi dalam daftar yang disebut daftar Tabu. Semuanya selalu diperiksa terhadap daftar Tabu sebelum melanjutkan. Jika suatu perpindahan ditemukan dalam daftar Tabu, teknik tersebut melanjutkan ke iterasi berikutnya; jika tidak, perpindahan tersebut dibuang. Status Tabu dari suatu solusi tertentu dapat ditimpa ketika serangkaian kondisi (seperti tingkat ambisi atau kriteria) terpenuhi. Untuk meningkatkan pencarian, taktik intensifikasi dan diversifikasi terkadang digunakan. Pada contoh pertama, pencarian lebih difokuskan pada area potensial domain yang layak. Pada skenario kedua, upaya dilakukan untuk mempertimbangkan opsi di sebagian besar bidang pencarian. Tabel 9.1 mencantumkan parameter untuk algoritma TS.

9.9 MANAJEMEN OPERASIONAL

Dalam RPA, manajemen operasional berkaitan dengan memastikan bahwa proses otomatis dijalankan dengan lancar, dipantau, dan dioptimalkan untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi. Deteksi dan pemetaan bahaya dinamis adalah langkah pertama, di mana sensor canggih dan teknologi bertenaga AI mengawasi pengaturan operasi, mengidentifikasi ketidaknormalan, dan mengevaluasi kinerja tugas secara instan. Pengkodean status dan analisis kontekstual digunakan dalam proses ini, yang menggunakan data log sensor dan sistem untuk mengevaluasi alokasi beban kerja, indikator kinerja, dan penggunaan sumber daya.

$$y_t = \theta_0 + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \epsilon_t = \phi_1 \epsilon_{t-1} - \phi_2 \epsilon_{t-2} - \dots - \phi_q \epsilon_{t-q} \quad (9.23)$$

Tabel 9.1 Parameter Algoritma Pencarian Tabu

Parameter	Nilai-nilai
Ukuran Daftar Tabu	7
Jumlah Tetangga	6
Tingkat Aspirasi	0.05
Jumlah Iterasi	100

Algoritma 1 Algoritma TS yang memanfaatkan konteks layanan paket dalam memaksimalkan imbalan.

Inisialisasi: Solusi awal dapat disebut sebagai A_{init} .



$$A \leftarrow A_{init}$$

Misalkan $g(A)$ adalah imbalan yang diperoleh menggunakan hasil keluaran.

$$f_{max} \leftarrow f(A_{init})$$

sementara Jumlah iterasi tetangga $\leq$ maxiter lakukan

Pembentukan Tetangga: Setiap tetangga yang mungkin dari TS dalam hasil solusi awal A dibuat, yang diharapkan dapat dicantumkan sebagai tabu.

Pemilihan Tetangga: Solusi imbalan maksimum yang dipilih mencapai A' berdasarkan himpunan tetangga dan kondisi A' tidak tercantum sebagai Tabu, $A \leftarrow A'$.

Pembaruan daftar Tabu: Imbalan $f(A')$ yang sesuai dengan solusi tetap A' ditambahkan ke TL.

Pembaruan Hadiah Maksimum: Nilai maksimum hadiah f_{max} dapat diperbarui sebagai berikut,

jika $f(A') > f_{max}$, maka $f_{max} \leftarrow f(A')$ akhir jika akhir loop while

di mana y_t dan ϵ_t masing-masing mewakili nilai saat ini dan kesalahan acak pada periode waktu t ; ini disebut sebagai parameter model $\phi_i (i = 1, 2, \dots, p)$ dan $\phi_j (j = 1, 2, \dots, p)$.

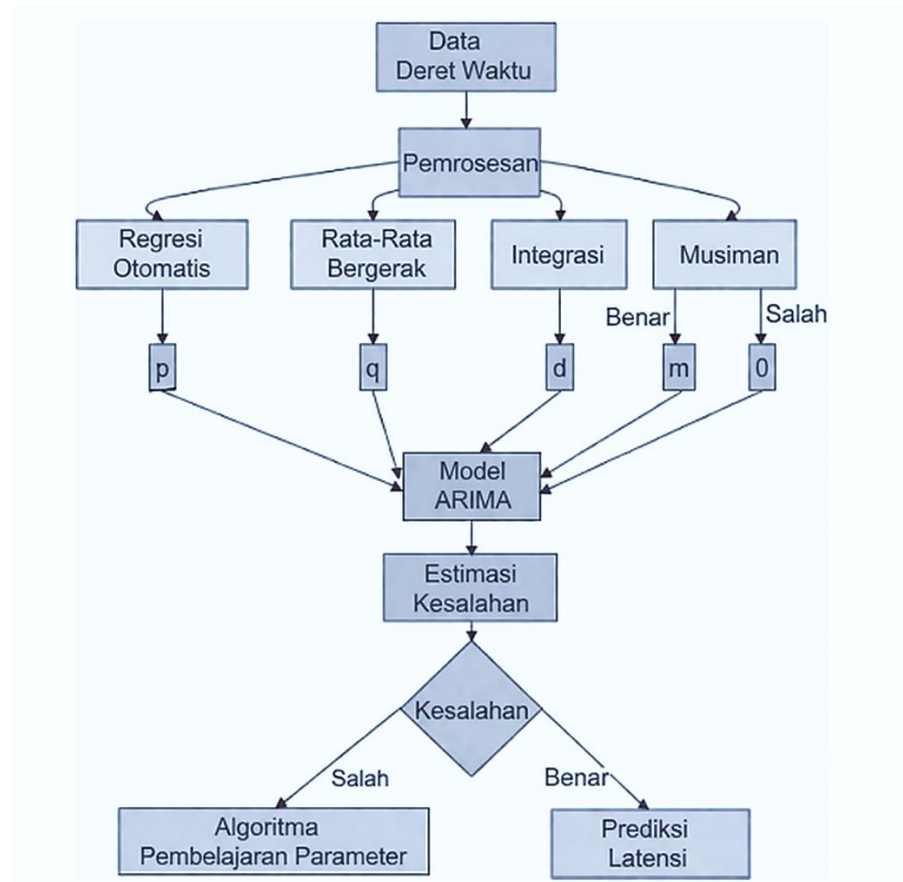
Gambar 9.2 menunjukkan diagram alir untuk menggunakan model ARIMA untuk memprediksi data baru. Memuat dan menganalisis data adalah langkah pertama dalam menentukan parameter model yang tepat. Selanjutnya, pra-pemrosesan data diperlukan untuk menghilangkan noise, yang dapat menyebabkan prediksi yang tidak akurat. Jika tersedia, musiman, AR, MA, dan I dapat digunakan untuk mendapatkan setiap parameter. Selanjutnya, menggunakan parameter ini, kita membangun model ARIMA dan memperkirakan kesalahan dengan membandingkannya dengan data aktual. Agar dianggap tepat, kesalahan dalam prediksi model harus melampaui nilai standar tertentu dari ϵ .

Sebaliknya, jika kesalahan melebihi, nilai parameter yang dapat disesuaikan melalui penggunaan algoritma parameter untuk pembelajaran perlu diubah. Kemudian, dengan menggunakan parameter yang telah direvisi, buat model ARIMA baru dan jalankan estimasi kesalahan lainnya. Ulangi proses ini hingga kondisi yang ditentukan terpenuhi oleh nilai kesalahan ($error < \epsilon$). ARIMA digunakan untuk mengantisipasi kinerja jaringan di masa mendatang berdasarkan data latensi historis, yang sangat penting untuk menjaga kualitas pengalaman imersif, khususnya dalam aplikasi. ARIMA menggunakan data deret waktu untuk memprediksi tren latensi, memungkinkan alokasi sumber daya proaktif untuk menghindari kemungkinan penundaan.

Hal ini mencegah gangguan dalam komunikasi waktu nyata, sehingga menghasilkan pengalaman pengguna yang lebih lancar dan responsif. Model ini bekerja dengan menggabungkan autoregresi (AR), yang menggunakan nilai masa lalu untuk memprediksi titik-titik di masa mendatang, diferensiasi (I), yang menghilangkan tren dan membuat data stabil, dan rata-rata bergerak (MA), yang memperhitungkan kesalahan perkiraan sebelumnya. Dalam konteks aplikasi imersif, prediksi latensi proaktif memungkinkan penyesuaian waktu nyata



terhadap teknik orkestrasi jaringan seperti alokasi bandwidth dinamis, sehingga mengoptimalkan kualitas pengalaman pengguna akhir (QoE).



Gambar 9.2 Diagram alir untuk menggunakan model ARIMA.

Algoritma Optimasi Paus

Algoritma Optimasi Paus (WOA) digunakan untuk meningkatkan kejelasan dan kinerja suatu model. Perilaku paus menginspirasi WOA. Gaya penjelajahan mereka dikenal sebagai "metode pemberian makan jaring gelembung." Paus bungkuk menggunakan teknik berburu di mana mereka menangkap makanan mereka di permukaan air dengan menjebakny dalam jaring gelembung. Mereka membentuk jaringan ini dengan berenang di jalur yang berbentuk seperti angka "6." Mangsa target atau perkiraan yang mendekati solusi optimal saat ini adalah solusi kandidat terbaik dalam WOA. Yang lain akan berupaya untuk meningkatkan posisi mereka. Secara matematis, WOA meniru pergerakan kolektif kawanan dengan cara berikut:

$$N = |F \cdot K^*(x) - K(x)| \quad (9.24)$$

$$K(x + 1) = K^*(x + 1) - F \cdot M \quad (9.25)$$

di mana x mewakili iterasi saat ini, K mewakili vektor posisi, K^* mewakili vektor posisi yang bertepatan dengan solusi terbaik yang diperoleh, dan G dan F mewakili vektor koefisien. F dan G didefinisikan sebagai berikut:

$$G = 2 \cdot g \cdot t - g \quad (9.26)$$

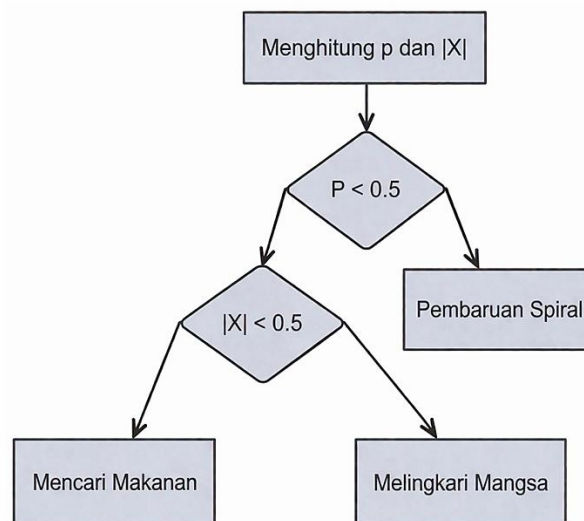
$$F = 2 \cdot t \quad (9.27)$$

Variabel r didistribusikan secara acak di seluruh rentang, sedangkan variabel g secara bertahap berkurang dari 2 menjadi 0 pada setiap iterasi.

Proses ini terdiri dari dua tahap yang berbeda. Fase pertama, yang dikenal sebagai fase Eksploitasi, melibatkan pengepungan mangsa dan penggunaan pendekatan serangan jaring gelembung spiral. Fase kedua, yang dikenal sebagai fase Eksplorasi, melibatkan pencarian mangsa secara acak. Seluruh metode dijelaskan sepenuhnya dalam Algoritma 1, dan diagram blok WOA ditunjukkan pada Gambar 9.3.

Spesifikasi setiap tahap diuraikan dalam bagian-bagian berikut:

i. Fase Eksploitasi



Gambar 9.3 Diagram blok mekanisme WOA.

Fase ini selanjutnya dibagi menjadi dua metode:

- **Mekanisme pengecilan melingkar**

Hal ini dapat dilakukan dengan meminimalkan nilai yang sesuai dengan Persamaan 9.4. Perlu dicatat bahwa nilai f' dipilih secara acak dalam rentang $[-g, g]$.

- **Pembaruan posisi spiral**

Jarak antara paus dan mangsanya dihitung menggunakan metode ini. Untuk mereplikasi gerakan berbentuk heliks, persamaan spiral berikut digunakan:

$$K(u + 1) = N^h e^{bh} \cdot \cos(2\pi h) + K^*(u) \quad (9.28)$$

di mana b adalah konstanta dan h adalah bilangan bulat acak dalam interval $[-1,1]$. Model spiral dan mekanisme pengecilan melingkar diyakini memiliki peluang menang sebesar 50%. Model matematika untuk ini diberikan di bawah ini:

$$K(u + 1) = \begin{cases} K^*(u) - G \cdot N, & d < 0.5 \\ N^h e^{bh} \cdot \cos(2\pi h) + K^*(u), & d \geq 0.5 \end{cases} \quad (9.29)$$

di mana d adalah bilangan acak dari distribusi seragam.

ii. Fase Eksplorasi

Di sisi lain, F menggunakan nilai acak dalam rentang $1 < G < -1$ sepanjang fase eksplorasi untuk memaksa agen meninggalkan lokasi ini. Hal ini secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$N = |F \cdot K_{rand} - K| \quad (9.30)$$

$$K(u + 1) = K_{rand} - G \cdot N \quad (9.31)$$

di mana K_{rand} adalah seekor paus yang dipilih secara acak dari populasi yang ada.

Algoritma 2: Kode semu untuk WOA

Buat Populasi Awal $K_i (i = 1, 2, \dots, n)$

Tentukan nilai objektif dari setiap jawaban.

K^* = solusi terbaik

sementara ($x < \text{Max_Iteration}$)

untuk setiap solusi

Ubah g, G, F, h , dan d

jika1 ($d < 0.5$)

jika2 ($|G| < 1$)

Gunakan Persamaan (30) untuk memperbarui posisi
solusi terbaru

jika2 ($|G| > 1$)

Pilih beberapa solusi acak (K_{rand})

Gunakan Persamaan (13)

jika2

jika1 ($d \geq 0.5$)

Sesuaikan posisi pencarian saat ini
 dengan Persamaan (31)

akhir jika1

akhir untuk

Verifikasi dan sesuaikan solusi apa pun yang meluas di luar area pencarian.

Hitung kebugaran setiap solusi.

Jika ada solusi yang disetujui, Sesuaikan K^*

$u = u + 1$

berakhir sementara

kembali K^*

Selanjutnya, untuk memastikan konsumsi sumber daya yang seimbang dan peningkatan stabilitas sistem, kerangka kerja optimasi multi-objektif memprioritaskan ukuran kinerja penting, termasuk latensi, throughput, dan efisiensi energi. Monitor kinerja dan dasbor otomatis mengawasi prosedur saat ini, memungkinkan intervensi waktu nyata untuk memperbaiki inefisiensi atau kesalahan. Pendekatan metodis ini memfasilitasi skalabilitas dan meningkatkan ketangkasan operasional, yang membuatnya lebih mudah untuk menyesuaikan diri dengan perubahan kebutuhan perusahaan. Manajemen operasional dalam RPA menempatkan perusahaan pada jalur yang tepat menuju pengembangan jangka panjang dan transformasi digital dengan memberikan peningkatan produktivitas, penghematan biaya, dan keandalan melalui pembelajaran dan peningkatan berkelanjutan.

9.10 EVALUASI KOMPARATIF SKEMA ALOKASI DAN PENJADWALAN SUMBER DAYA

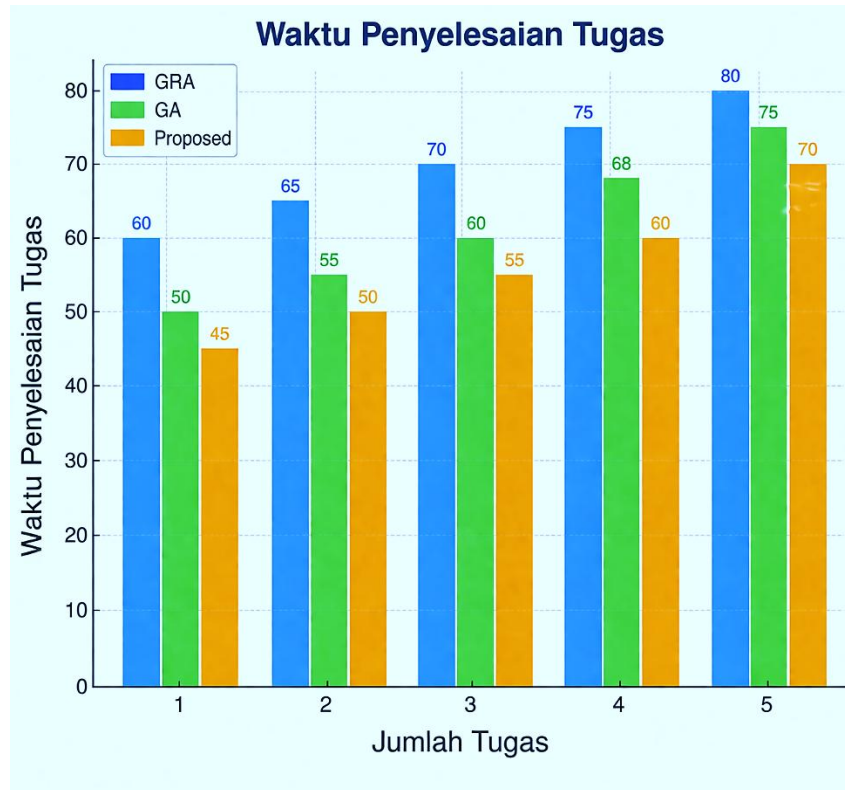
Analisis Komparatif

Studi komparatif dari skema alokasi dan penjadwalan sumber daya yang diusulkan terhadap pendekatan yang sudah dikenal dilakukan. Perbandingan dilakukan menggunakan metode berikut: alokasi sumber daya serakah (GRA) dan algoritma genetik (GA) untuk penjadwalan tugas.

Waktu Penyelesaian Tugas (TCT)

Waktu penyelesaian tugas (TCT) adalah waktu yang dibutuhkan suatu tugas dari awal hingga akhir. TCT, dalam konteks alokasi dan penjadwalan sumber daya, sangat penting karena secara signifikan memengaruhi efisiensi dan responsivitas sistem, terutama dalam aplikasi waktu nyata seperti RPA. Tujuannya adalah untuk meminimalkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas melalui manajemen dan alokasi sumber daya yang efisien sesuai dengan kebutuhan tugas yang berubah.





Gambar 9.4 Jumlah tugas vs waktu penyelesaian tugas (detik).

Gambar 9.4 menunjukkan hubungan antara TCT dan jumlah tugas. Gambar tersebut menunjukkan bahwa ketiga metodologi memiliki tingkat kinerja yang berbeda. GRA dan GA berkinerja berbeda dalam metodologi yang diusulkan. Pada sumbu X, jumlah tugas meningkat dari 1 hingga 5, sedangkan sumbu Y menunjukkan nilai TCT yang sesuai dalam detik. Seiring bertambahnya jumlah tugas, TCT untuk GRA tetap tertinggi di semua jumlah tugas, menunjukkan bahwa pendekatan alokasi sumber daya statisnya menjadi semakin tidak efisien seiring bertambahnya skala sistem. GA, dengan pendekatan evolusionernya, berkinerja lebih baik daripada GRA tetapi masih menghasilkan nilai TCT yang moderat.

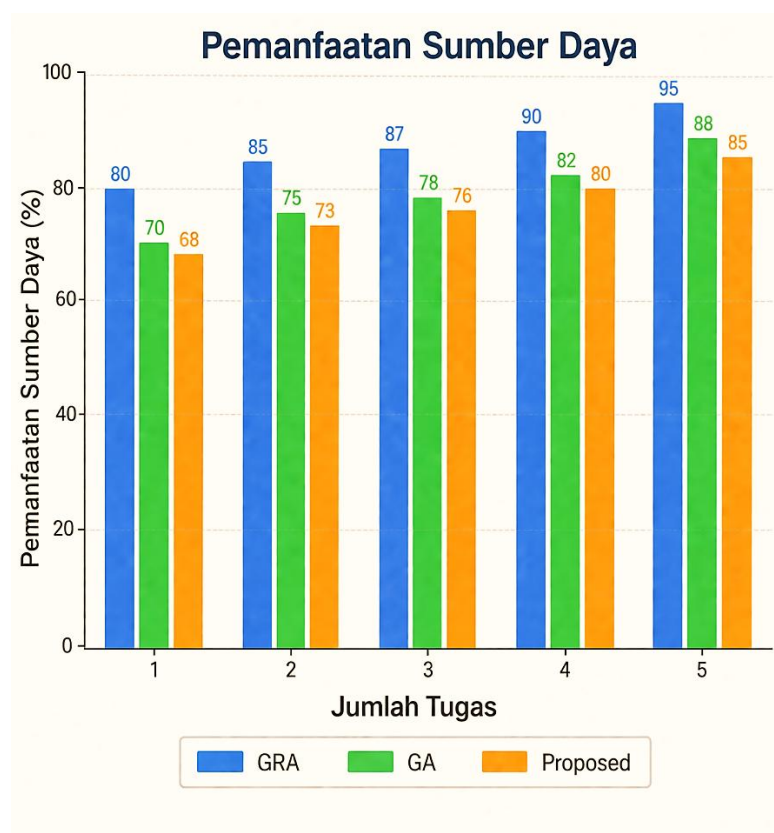
Sebaliknya, metode yang diusulkan secara konsisten mengungguli GRA dan GA, mencapai nilai TCT terendah di semua skenario. Hal ini menyoroti sifat dinamis dan adaptif dari metode yang diusulkan, yang mengoptimalkan alokasi sumber daya secara real-time, meminimalkan penundaan dan memastikan eksekusi tugas yang lebih cepat secara signifikan seiring bertambahnya jumlah tugas. Grafik tersebut dengan jelas menunjukkan bahwa metode yang diusulkan menawarkan solusi paling efisien untuk penjadwalan tugas dan alokasi sumber daya, khususnya di lingkungan dengan kompleksitas tugas yang meningkat.

Pemanfaatan Sumber Daya (%)

Pemanfaatan sumber daya adalah efisiensi sistem dalam menggunakan sumber daya yang tersedia, seperti CPU, memori, bandwidth, dan energi, selama eksekusi tugas. Ini adalah metrik penting dalam evaluasi efektivitas strategi yang melibatkan alokasi sumber daya, terutama dalam konteks dinamis seperti RPA, komputasi awan, atau sistem jaringan. Secara umum, pemanfaatan sumber daya yang tinggi menunjukkan bahwa sistem memanfaatkan

sumber dayanya secara efisien, sedangkan pemanfaatan yang rendah menunjukkan pemborosan atau penggunaan kapasitas yang berlebihan.

Gambar 9.5 menunjukkan perbandingan RU dari metode alokasi yang diusulkan dengan GRA dan GA di berbagai jumlah tugas. Dengan meningkatnya jumlah tugas, GRA menunjukkan pemanfaatan maksimum dengan meningkat dari 80% pada satu tugas menjadi 98% pada lima tugas, sehingga menunjukkan alokasi berlebihan yang boros. GA menunjukkan penggunaan rata-rata antara 75% dan 93%. Metode alokasi yang diusulkan memiliki penggunaan terendah, dari 70% menjadi hanya 88%, yang menunjukkan fleksibilitas dan penggunaan sumber daya yang efektif. Hal ini akan menghasilkan kinerja sistem maksimum dengan pemborosan minimal, menjadikannya pendekatan yang paling efektif.

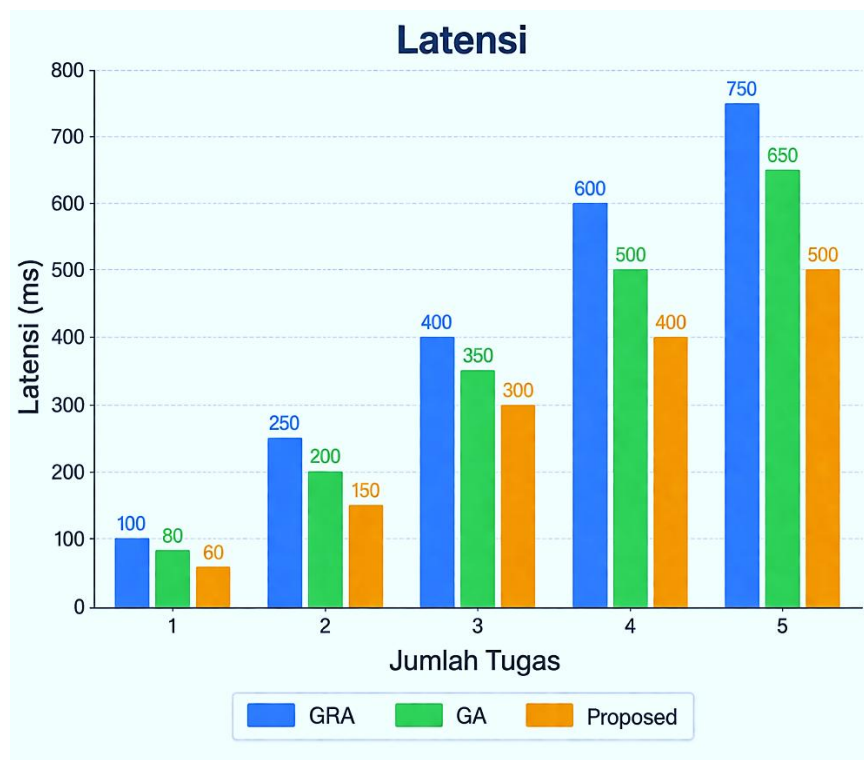


Gambar 9.5 Jumlah tugas vs pemanfaatan sumber daya (%).

Latensi (MS)

Pemanfaatan sumber daya mengacu pada sejauh mana kapasitas sistem sumber daya yang tersedia, termasuk unit pemrosesan pusat, memori, bandwidth komunikasi, dan energi, dimanfaatkan sepenuhnya saat melakukan tugas. Ini adalah ukuran yang sangat signifikan dalam analisis kinerja strategi yang melibatkan pemanfaatan sumber daya, khususnya dalam lingkungan yang berubah dengan cepat seperti yang dicakup oleh RPA, komputasi awan, atau jaringan. Umumnya, pemanfaatan sumber daya yang tinggi menyiratkan bahwa sistem secara efektif memanfaatkan sumber daya yang tersedia, sedangkan pemanfaatan yang rendah menyiratkan bahwa kapasitas tersebut terbuang atau kurang dimanfaatkan.

Gambar 9.6 menunjukkan penilaian kinerja RU yang diusulkan berdasarkan metode alokasi di berbagai jumlah tugas menggunakan GRA dan GA. Oleh karena itu, GRA meningkatkan pemborosan pemanfaatan maksimum alokasi berlebih dari satu tugas menjadi lima tugas, yang diwakili sebagai 80% dan 98%, masing-masing. Saluran komunikasi menunjukkan penggunaan rata-rata 75 hingga 93% menurut GA. Seperti elastisitas, penggunaan sumber daya paling rendah untuk metode alokasi yang diusulkan, berkisar antara 70% dan 88%. Ini berarti mencapai kapasitas sistem tertinggi dengan kerugian seminimal mungkin, yang menjadikannya strategi paling efisien.

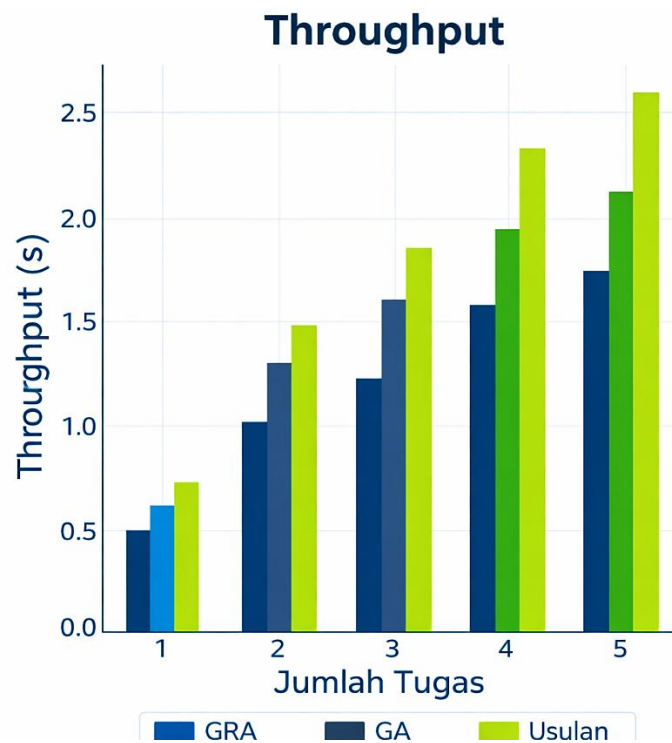


Gambar 9.6 Jumlah tugas vs latensi (ms).

Throughput (S)

Throughput sistem didefinisikan sebagai jumlah unit data atau tugas yang dapat diselesaikan oleh sistem yang ada dalam jangka waktu tertentu. Nilai A yang lebih tinggi berarti efisiensi dan kinerja sistem yang lebih baik. Gambar 9.7 menyajikan perbandingan hasil throughput yang diperoleh dengan metode alokasi yang diusulkan dengan hasil yang diperoleh menggunakan GRA dan GA untuk nilai tugas yang berbeda. GRA selalu ditemukan paling lambat, dengan throughput berkisar antara 0.5 hingga 1.7 detik dan dengan demikian menegaskan ketidakefisienan dalam menangani tugas. Throughput untuk metode alokasi yang diusulkan berada dalam kisaran 0.7–2.1 detik, yang lebih baik daripada GA, yang memungkinkan pemanfaatan fungsi optimasinya. Metode alokasi yang diusulkan menghasilkan throughput tertinggi pada 0.9 s dan 2.5 s untuk lima tugas, yang semakin menyoroti bahwa metode ini paling cocok untuk alokasi sumber daya dinamis dalam suatu

sistem. Hal ini menggarisbawahi kemampuannya untuk mendukung pemrosesan tugas yang paling sederhana sekalipun dalam waktu sesingkat mungkin.



Gambar 9.7 Jumlah tugas vs throughput (s).

Efisiensi Energi (J)

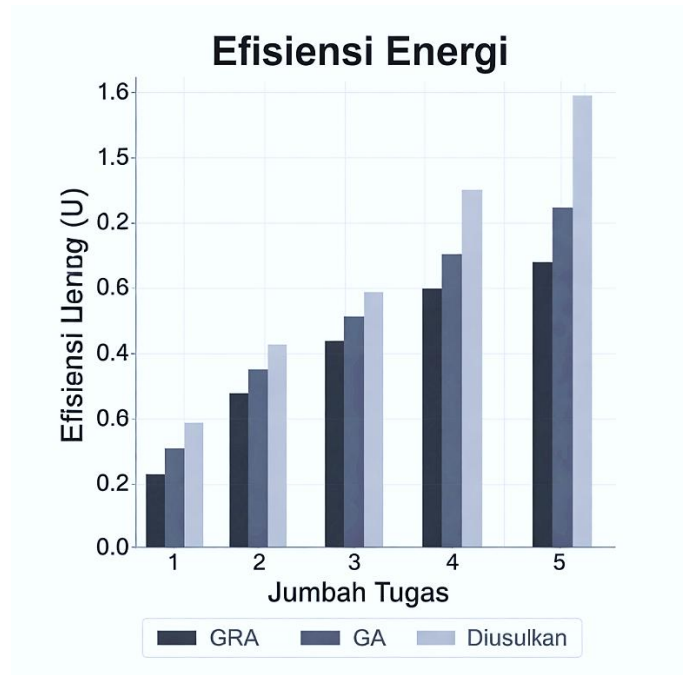
Kepadatan energi adalah istilah yang menggambarkan tingkat keluaran kerja atau tugas yang diselesaikan dengan energi yang digunakan oleh sistem tertentu yang bersangkutan. Ini adalah parameter yang sangat signifikan untuk menilai efektivitas metode yang digunakan dalam manajemen sumber daya dan/atau penjadwalan waktu dalam sistem yang terbatas energi. Gambar 9.8 menunjukkan efisiensi energi untuk metode alokasi yang diusulkan dan tolok ukur: GRA dan GA untuk berbagai jumlah tugas. GRA paling sedikit merespons efisiensi energi, mulai dari 0.3 tugas/J dan meningkat hingga 0.9 J, yang tertinggal dalam optimasi energi. Di sisi lain, GA menunjukkan kinerja yang moderat, dan menghasilkan efisiensi energi antara 0.4 J dan 1.1 J karena beberapa optimasi evolusioner. Metode alokasi yang diusulkan adalah yang paling hemat energi berkisar dari 0.6 J hingga 1.5 J untuk lima tugas yang menunjukkan kemampuan metode tersebut untuk mengkoordinasikan eksekusi tugas sambil menghemat energi secara lancar; oleh karena itu, metode ini efisien dalam kondisi di mana daya terbatas dan juga dalam kondisi dinamis.

9.11 INTEGRASI ML DAN PENJADWALAN SUMBER DAYA DALAM RPA

Dalam upaya untuk meningkatkan penjadwalan pekerjaan, alokasi sumber daya, dan pemantauan kinerja dalam manajemen operasional, studi ini mengembangkan kerangka kerja teoretis dari Kerangka Kerja Manajemen Operasional Cerdas untuk RPA. Studi ini meningkatkan sistem RPA dengan menggabungkan ML dengan teknik pembelajaran

penguatan, meningkatkan kinerja keseluruhan sekaligus membuat sistem lebih terukur dan tidak terlalu kaku.

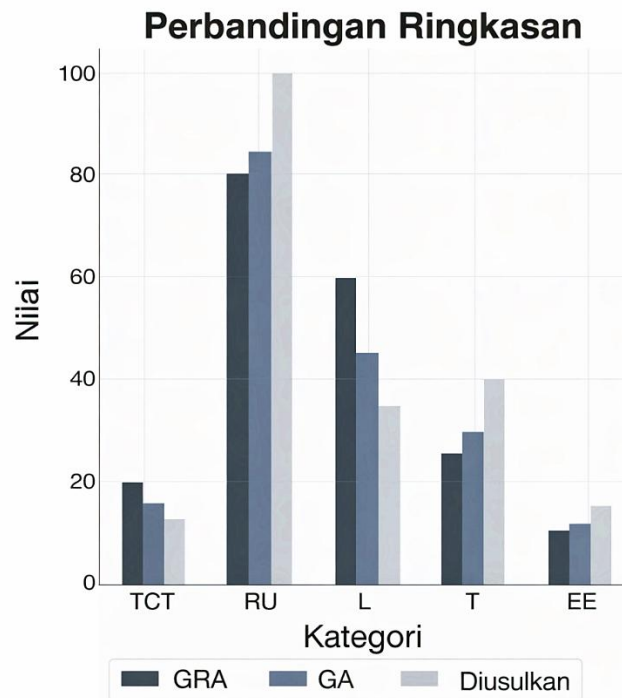
Mereka mengidentifikasi masalah utama seperti latensi, konsumsi sumber daya, dan konsumsi energi dan memberikan solusi yang andal dan terukur yang dapat diterapkan di berbagai bisnis. Keunggulan kerangka kerja yang diusulkan dibuktikan dengan membandingkan metodologi saat ini karena, setelah implementasinya, pencapaian indikator kinerja yang lebih tinggi dan adaptasi terhadap proses transformasi digital dipastikan.



Gambar 9.8 Jumlah tugas vs efisiensi energi (J).

Perbandingan antara metode yang diusulkan, GRA, dan GA ditunjukkan pada Gambar 9.9 dan Tabel 9.2. Metode yang diusulkan terbukti efektif dalam semua pengukuran. Metode ini memiliki total waktu tugas terpendek ($\approx 12,35$ s), menunjukkan bahwa metode ini memiliki kecepatan lebih cepat daripada GRA ($\approx 19,75$ s) dan GA ($\approx 16,58$ s). Alokasi sumber daya yang tersedia dalam sistem dengan keterbatasan sumber daya untuk metode yang diusulkan optimal dan tertinggi di antara semua metode yang dipertimbangkan di sini, dengan nilai $\approx 94,52\%$, diikuti oleh GRA dengan $\approx 80,34\%$ dan GA dengan $\approx 85,29\%$.

Dengan demikian, latensi jaringan diminimalkan ($\approx 35,24$ ms), yang menjamin tingkat respons waktu nyata dibandingkan dengan GRA ($\approx 58,65$ ms) dan GA ($\approx 45,78$ ms). Metode yang diusulkan juga sama baiknya dalam hal throughput, yaitu $\approx 27,89$ s dibandingkan dengan GRA $\approx 19,32$ s dan GA $\approx 22,45$ s. Terakhir namun tidak kalah penting, metode ini memberikan efisiensi energi optimal sekitar $\approx 9,18$ J, lebih tinggi daripada GRA ($\approx 12,34$ J) dan GA ($\approx 10,76$ J), yang menunjukkan generalitas dan keandalan metode yang diusulkan dalam manajemen dan penjadwalan sumber daya.



Gambar 9.9 Hasil numerik rata-rata pada metode yang diusulkan dibandingkan dengan metode yang ada.

Tabel 9.2 Hasil Numerik Rata-Rata pada Metode yang Diusulkan dibandingkan dengan Metode yang Ada

Metrik	Diusulkan	GRA	GA
Waktu Penyelesaian Tugas (s)	$\cong 12.35$	$\cong 19.75$	$\cong 16.58$
Pemanfaatan Sumber Daya (%)	$\cong 94.52$	$\cong 80.34$	$\cong 85.29$
Latensi (ms)	$\cong 27.89$	$\cong 58.65$	$\cong 45.78$
Laju Pemrosesan (s)	$\cong 27.89$	$\cong 19.32$	$\cong 22.45$
Efisiensi Energi (J)	$\cong 9.18$	$\cong 12.34$	$\cong 10.76$

9.12 MODEL RPA CERDAS OPTIMASI SUMBER DAYA DAN SKALABILITAS

Bab ini menyediakan model manajemen operasional cerdas RPA untuk mengatasi tantangan yang menyertai pencapaian optimasi sumber daya, latensi rendah, dan skalabilitas otomatisasi proses bisnis. Kerangka kerja yang diuraikan didasarkan pada metode ML canggih seperti opti-filter XGBoost dan APSO, yang digunakan untuk pemilihan fitur dan akurasi prediksi. Lebih lanjut, pembelajaran penguatan, seperti SARSA-TSA, digunakan untuk alokasi dan penjadwalan sumber daya dinamis dalam lingkungan waktu nyata, dan ARIMA-WOA mengontrol kinerja. Indikator kinerja menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mengungguli strategi saat ini dalam hal pengurangan waktu penyelesaian tugas, penggunaan sumber daya dan energi yang efisien, pengurangan latensi, throughput yang lebih tinggi, dan efisiensi energi yang lebih baik. Karya ini menunjukkan dampak penggabungan prosedur

optimasi cerdas untuk meningkatkan skalabilitas, fleksibilitas, dan fungsionalitas sistem RPA. Meskipun ini digambarkan sebagai solusi fleksibel yang dapat diterapkan pada berbagai industri di luar sektor perbankan, ada satu alat lagi yang membantu perusahaan dalam mengoptimalkan proses, mengurangi biaya, dan meningkatkan kinerja mereka untuk mempersiapkan pengembangan lebih lanjut dalam otomatisasi cerdas.



BAB 10

NEURAL FORECASTING UNTUK MANAJEMEN BISNIS CERDAS

10.1 NEURO-FUZZY UNTUK PERAMALAN SDM CERDAS

Di dunia teknologi digital, organisasi harus menghadapi kompleksitas dan ketidakpastian yang semakin meningkat. Selalu menjadi proses vital, dalam tiga dekade terakhir, manajemen sumber daya manusia (SDM) telah mengalami evolusi yang signifikan baik dalam bentuk maupun fungsi. Para eksekutif bisnis dengan cepat mempersiapkan diri untuk era digital, dan kecerdasan buatan (AI) berbasis pembelajaran mesin (ML) menjanjikan perubahan pada departemen SDM di berbagai tingkatan. Peramalan yang andal sangat penting untuk pemanfaatan sumber daya dan pengambilan keputusan yang efisien. Pengembangan model berbasis sistem neural, bersamaan dengan AI, ML, dan *Internet of Things* (IoT), telah mengubah peramalan dalam manajemen bisnis cerdas. "Kecerdasan buatan dapat dengan cepat mengambil basis data, memperoleh informasi, menyelesaikan pertanyaan kita dengan benar, dan memberikan solusi terbaik dengan segera dan logis sambil meniru proses informasi pikiran dan penalaran manusia". Beberapa kompetensi membentuk manajemen tenaga kerja dan oleh karena itu evaluasinya bertujuan untuk membangun tenaga kerja yang cerdas. Namun, studi yang dilakukan dalam beberapa tahun terakhir telah menunjukkan sejumlah kekurangan penggunaan metode AI tunggal untuk menyelesaikan masalah dunia nyata. Besarnya dan ambiguitas dataset, kerumitan masalah dunia nyata, dan data yang tidak jelas atau tidak memadai adalah penyebab utama pembatasan. Oleh karena itu, penerapan teknik AI tunggal konvensional ini menurun menurut studi tentang aplikasi teknik AI. Sebagai gantinya, sistem hibrida yang dihasilkan dengan menggabungkan dua atau lebih teknik AI yang berbeda digunakan. Banyak sistem pendukung AI seperti jaringan saraf tiruan (ANN), himpunan fuzzy, dan sistem pengambilan keputusan cerdas digunakan dalam berbagai konteks.

Pendekatan hibrida yang menggabungkan keunggulan logika fuzzy dan jaringan saraf, sistem neuro-fuzzy, memberikan instrumen yang kuat untuk peramalan cerdas dalam manajemen bisnis yang cerdas. Pada bab ini, kita akan membahas bagaimana Jaringan Saraf Tiruan (ANN) yang dikombinasikan dengan himpunan fuzzy membentuk sistem neuro-fuzzy mampu menangani skenario bisnis dunia nyata yang seringkali melibatkan data yang rumit, tidak terduga, dan nonlinier, yang mana sistem ini sangat unggul dalam menanganinya. Dengan akurasi dan fleksibilitas yang belum pernah terdengar sebelumnya, sistem ini menggunakan kekuatan pemrosesan ANN yang sangat besar untuk memeriksa dan memprediksi pola.

10.2 SISTEM HIMPUNAN FUZZY

Pada tahun 1965, Zadeh menerbitkan makalah pertama tentang cara baru untuk mengkarakterisasi ketidakpastian non-probabilistik, yang ia sebut "himpunan fuzzy." Suatu kelas item dengan berbagai tingkat keanggotaan disebut himpunan fuzzy. Fungsi keanggotaan (karakteristik), yang memberikan setiap objek tingkat keanggotaan antara nol dan satu,



mendefinisikan koleksi tersebut. Dalam konteks himpunan fuzzy, beberapa sifat dari konsep inklusi, gabungan, irisan, komplemen, relasi, kekonveksian, dll., ditetapkan. Aplikasi teori ini dapat ditemukan di banyak disiplin ilmu, misalnya, dalam AI, ilmu komputer, kedokteran, teknik kendali, teori keputusan, sistem pakar, logika, ilmu manajemen, riset operasi, pengenalan pola, dan robotika. Logika fuzzy adalah algoritma berbasis aturan yang mempertimbangkan banyak faktor dan menangani ketidakpastian dan ketidaktepatan dalam proses evaluasi dengan memberikan derajat pada setiap faktor dan melakukan perhitungan gabungan berdasarkan seperangkat aturan untuk menentukan, misalnya, indeks kinerja karyawan, yang tidak mungkin dilakukan dengan metode penilaian tradisional.

10.3 SISTEM NEURO-FUZZY (NFS)

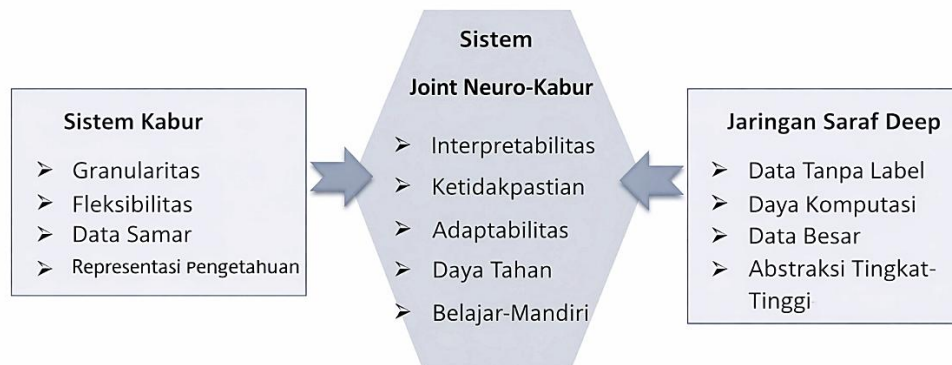
Menurut usulan Jang pada tahun 1993, sistem neuro-fuzzy adalah kombinasi ANN dan logika fuzzy di bidang AI. Terdapat tiga jenis NFS seperti yang dijelaskan oleh Nauck dkk. dan Vieira dkk. Dalam NFS kooperatif, komponen jaringan saraf awalnya digunakan untuk mengidentifikasi himpunan fuzzy dan/atau aturan fuzzy, dan kemudian sistem fuzzy yang dihasilkan digunakan untuk pengambilan keputusan.

Jaringan saraf konkuren (NFS) beroperasi bersamaan dengan sistem fuzzy, baik dengan memasok data ke sistem fuzzy atau dengan mengubah hasilnya. NFS hibrida menggunakan pemindaian pola untuk menyesuaikan parameter sistem fuzzy menggunakan metode pembelajaran yang dimodelkan setelah metodologi ANN. Di antara ketiganya, NFS hibrida berhasil digunakan untuk mengidentifikasi masalah pragmatis. Domain aplikasi utama NFS selama beberapa tahun ini adalah prediksi dan peramalan, pengendalian lalu lintas, manajemen sumber daya manusia dan sistem informasi, produksi dan operasi, keuangan, perencanaan bisnis, pemasaran dan distribusi, perawatan kesehatan, dll.

10.4 JARINGAN NEURAL BUATAN

Istilah “jaringan neural buatan” (ANN) didefinisikan sebagai berikut: “Diberikan kumpulan data yang mencerminkan pemetaan, sistem komputasi mampu memperoleh, mengkodekan, dan memvisualisasikan pemetaan dari domain data multimodal ke domain lainnya”. Menurut Haykin, ANN adalah susunan paralel dinamis dari unit pemrosesan sederhana yang dapat belajar dari lingkungannya dan menyimpan pengetahuan tersebut dalam koneksinya. ANN menggunakan algoritma yang bertujuan untuk melakukan tugas yang analog secara neurologis, seperti membaca dari pengalaman, mengekstrapolasi dari keadaan yang sebanding, dan mengevaluasi keadaan di mana hasil yang kurang memuaskan telah dicapai sebelumnya. ANN terbukti memiliki kemampuan deteksi pola dan pembelajaran yang lebih kuat. Organisasi menggunakan ANN untuk mengatasi tantangan mulai dari prediksi fungsional dan pemodelan sistem hingga mesin pengenalan pola dan pengklasifikasi yang kuat. ANN dapat melakukan generalisasi dan membuat kesimpulan berdasarkan data masukan yang samar dan longgar. Ukuran dan kompleksitas masalah tidak selalu terkait dengan seberapa baik ANN belajar dan mendekati korelasi antara masukan dan keluaran.





Gambar 10.1 Representasi DNFS dengan menggabungkan keunggulan sistem fuzzy dan DNN.

10.5 SISTEM NEURO-FUZZY DALAM (DNFS)

Sistem neuro-fuzzy dalam (DNFS) adalah ide hibridisasi canggih yang menggabungkan logika fuzzy dan teknik pembelajaran mendalam, seperti jaringan saraf dalam, untuk mengatasi berbagai masalah dunia nyata yang menantang yang membutuhkan data dengan dimensi besar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10.1. Signifikansi pendekatan pembelajaran mendalam meningkat pesat dibandingkan dengan metode kontemporer lainnya karena kinerja luar biasa mereka dalam berbagai aplikasi, termasuk data sosial, medis, audio, dan visual. Secara implisit, ia menangkap struktur data skala besar yang rumit dengan memungkinkan model kognitif multi-lapisan untuk mempelajari dan memahami data dengan berbagai tingkat abstraksi, meniru persepsi otak dan representasi pengetahuan.

10.6 NEURAL NETWORKS UNTUK PERAMALAN BISNIS CERDAS

Peramalan Keuangan

Rekayasa keuangan telah menjadi topik paling signifikan di kalangan akademisi dan industri keuangan setelah berkembang selama beberapa tahun terakhir dari analisis sinyal keuangan menjadi teknik prediksi keuangan. Selama dua dekade terakhir, sejumlah sistem peramalan makroekonomi cerdas hibrida yang menggabungkan logika fuzzy, jaringan neural, dan algoritma genetik telah diusulkan. Lee mengembangkan jaringan neuro-osilasi dalam fuzzy transien tipe-2 kacau (CT2TFDNN) dengan pensinyalan retrograde untuk mengantisipasi hasil keuangan global seperti yang ditunjukkan pada Tabel 10.1. Metode DNFS telah diterapkan pada platform e-commerce, prediksi indeks saham, dan prediksi harga Bitcoin oleh studi lain. Sebuah studi yang membandingkan efektivitas ANN dan ANFIS dalam memprediksi surplus laba tahunan dilakukan oleh Xiong dan Li pada tahun 2005. Menurut studi mereka, baik ANFIS maupun ANN tidak saling mengungguli dalam hal kapasitas proyeksi. Kedua strategi tersebut

mengungguli pendekatan statistik konvensional untuk perdagangan saham. Berikut adalah daftar sistem AI yang diterapkan dalam berbagai fungsi keuangan oleh Rajab dan Sharma.

Tabel 10.1 NFS dalam Keuangan

Penulis/Tanggal	Metodologi	Aplikasi
Fallahzadeh and Montaxeri	Interval tipe-2 neuro-fuzzy sistem	Perkiraan nilai tukar mata uang asing
Yang dkk. (2011)	ANFIS	Penilaian risiko kredit
Nan dkk. (2010)	Kutu keputusan ANFIS.	Prediksi pasar saham
Tan dkk. (2011)	ANFIS dan pembelajaran penguatan	Perdagangan saham
Liu dkk. (2012b)	Sistem fuzzy tipe-2	Perdagangan saham
Guresen dkk. (2011)	Sistem inferensi neuro-fuzzy (NFIS)	Prediksi indeks pasar saham
Meesad dan Srikhacha (2008)	Sistem panduan NFIS dan vektor pendukung	Perdagangan saham
Atsalakis dan Dimitrakakis (2011)	NFIS dan teori gelombang Elliot	Perdagangan saham
Radeerom dkk. (2012)	NFIS	Prediksi indeks saham
Chen dkk. (2013)	Analisis regresi logistik dan ANFIS	Perdagangan saham
Alizadeh dkk. (2010)	ANFIS	Analisis portofolio saham
Li dkk. (2011)	Sistem neuro-fuzzy yang mengatur diri sendiri dan PSO	Peramalan nilai tukar
Jin (2011)	ANFIS dan regresi linier berganda	Alokasi risiko yang efisien
Ching dkk. (2010)	Sistem neuro-fuzzy lima lapis	Peramalan dinamika pasar saham
Banik dan Khan (2012)	ANFIS, ARIMA dan ANN	Prediksi indeks pasar saham
Atsalakis dkk. (2007)	ANFIS	Peramalan nilai tukar
Khashei dkk. (2013)	NFIS	Analisis risiko kredit
Sreekantha dan Kulkarni (2012)	NFIS	Evaluasi risiko kredit
Boyacioglu dan Derya (2010)	ANFIS	Perdagangan saham
Yao dkk. (2009)	NFIS	Analisis risiko kredit
Ho dkk. (2010)	Mamdani-Takagi yang Berkembang Sugeno NFS	Perdagangan saham
Radeerom dan Kulthon (2013)	NFIS	Perdagangan saham
Xiong (2010)	PSO dan NFS	Perkiraan risiko kredit
Svalina dkk. (2013)	ANFIS	Perdagangan saham
Hajialiakwari dkk. (2013)	PCA dan ANFIS	Penilaian pinjaman buruk
Constantinescu dkk. (2010)	NFIS	Penilaian kredit
Sekar (2011)	NFIS	Perdagangan saham
Cuong dan Chien (2011)	ANFIS	Prediksi harga saham
Kalban (2009)	ANFIS	Perdagangan dan peramalan keuangan
Vella dan Ng (2014)	ANN, ANFIS dan DENFIS	Perdagangan intraday pasar saham

Peramalan Manajemen Sumber Daya Manusia

Seleksi karyawan, pelatihan dan pengembangan, penilaian kinerja, perancangan rencana tunjangan optimal, retensi karyawan, dan prediksi ketidakhadiran merupakan



berbagai fungsi HRM di mana NFS digunakan untuk peramalan cerdas. Doctor dkk. mengusulkan sistem informasi neuro-fuzzy untuk memberi peringkat resume pelamar guna merumuskan kebijakan peringkat resume yang adil dan konsisten. Untuk meramalkan keberhasilan calon kandidat, algoritma neuro-fuzzy dapat memeriksa data masa lalu tentang kinerja karyawan, kemampuan mereka, dan variabel relevan lainnya, dan ini disebut "pemodelan prediktif." Sistem cerdas berbasis jaringan saraf seperti ANFIS menggunakan faktor linguistik sebagai input sistem untuk menawarkan solusi bagi masalah manajemen staf guna memaksimalkan proses pengambilan keputusan penugasan kerja perusahaan: NFIS dalam retensi sumber daya manusia, ANFIS dalam prediksi ketidakhadiran karyawan, dan NFS dalam evaluasi kinerja.

10.7 PERAMALAN PRODUKSI DAN OPERASI

Untuk alokasi sumber daya yang efektif, pengendalian persediaan, dan kepuasan pelanggan, peramalan sangat penting dalam produksi dan operasi. Kompleksitas dan ketidakpastian aktivitas ini seringkali terlalu besar untuk ditangani oleh taktik konvensional.

Tabel 10.2 NFS dalam HRM

Penulis/Tanggal	Metodologi	Aplikasi
Macwan dan Men (2013)	NFIS	Retensi sumber daya manusia
Martiniano dkk. (2012)	ANFIS	Prediksi ketidakhadiran karyawan
Doctor dkk. (2009)	NFIS	Peringkat pelamar
Avasilcai dan Pislaru (2013)	Sistem neuro-fuzzy	Penugasan pekerjaan karyawan

Pembatasan ini diatasi oleh sistem neuro-fuzzy. Untuk memanfaatkan tren industri, fluktuasi musiman, dan variabel eksternal untuk memprediksi permintaan konsumen, model neuro-fuzzy meningkatkan akurasi dalam lingkungan dinamis dengan menangkap korelasi nonlinier antar variabel. Optimalisasi tingkat stok untuk mencegah kekurangan dan mengurangi biaya penyimpanan ditingkatkan dengan menggunakan pembelajaran neural untuk memprediksi kebutuhan inventaris.

Sistem berbasis neuro-fuzzy dan PSO dibuat oleh Chatterjee dkk. sebagai bagian dari sistem robot yang dikendalikan oleh instruksi suara di mana inputnya adalah perintah lisan pengguna dan outputnya adalah sinyal kontrol yang jelas dari sistem robot. Pengenal ucapan otomatis berbasis Model Markov Tersembunyi dikembangkan untuk mengekstrak instruksi kunci dari kalimat yang sedang berjalan. Teknologi ini digunakan untuk mengontrol gerakan dan navigasi robot bergerak dalam studi. Kerangka kerja neuro-fuzzy kemudian dibuat oleh Pallua dkk. untuk memantau sistem manufaktur fleksibel. Kerangka kerja tersebut terdiri dari alat deteksi ANN dinamis dan alat diagnosis neuro-fuzzy.

Sistem bantuan pemantauan disesuaikan dengan menggunakan kemampuan pembelajaran sistem. Karakterisasi fuzzy dari setiap penyebab disediakan oleh sistem untuk memperhitungkan ketidakpastian dalam pengetahuan pemeliharaan. Hsiao dkk. menggunakan metode langsung Lyapunov untuk membangun kriteria keseimbangan untuk sistem kopling penundaan waktu ganda nonlinier. Pengontrol fuzzy Takagi–Sugeno digunakan



dalam desain metodis penulis untuk menjamin stabilitas sistem penundaan waktu ganda nonlinier yang saling bergantung. Untuk mengurangi dampak kesalahan pemodelan antara model fuzzy Takagi–Sugeno dengan penundaan waktu ganda dan subsistem penundaan waktu ganda nonlinier, tata letak kontrol fuzzy yang kuat menggunakan pendekatan berbasis model dan metode langsung Lyapunov diusulkan. Berikut adalah tabel yang mencakup hampir semua bidang utama produksi dan operasi, dan studi ini menunjukkan bahwa NFS dapat digunakan secara efisien dalam menangani dan memecahkan berbagai masalah dalam produksi dan operasi.

10.8 NFS DALAM PERAMALAN RENCANA BISNIS

Administrator dapat merekonstruksi hasil di bawah berbagai variabel, termasuk perubahan kebijakan atau volatilitas pasar, menggunakan kemampuan NFS untuk memodelkan skenario "bagaimana jika". NFS memprediksi kemungkinan hasil untuk pengenalan produk baru atau ekspansi pasar atau prediksi penjualan menggunakan informasi perdagangan dan informasi sebelumnya. Di bidang ini, teknik AI telah diterapkan pada perencanaan bisnis untuk kesulitan pengambilan keputusan yang tegang dan real-time, menyederhanakan informasi saat ini, mengurangi kelebihan data, dan berbagai masalah lainnya. Mirip dengan metode AI lainnya, NFS digunakan untuk mengotomatisasi sejumlah masalah perencanaan bisnis, khususnya yang melibatkan pengambilan keputusan yang sangat tidak pasti. Beberapa studi, yang ditunjukkan pada Tabel 10.4, mengusulkan model neural yang berbeda untuk peramalan bisnis.

10.9 NEURO-FUZZY SYSTEM (NFS) UNTUK BISNIS CERDAS

Bab ini secara singkat membahas metodologi yang memperkuat penerapan pendekatan berbasis NFS yang cenderung berorientasi pada keahlian. NFS telah terbukti menjadi alat yang efektif di sejumlah bidang, seperti manajemen sumber daya manusia (SDM), perencanaan perusahaan, manufaktur dan operasi, serta keuangan, dan mampu menangani data yang rumit, tidak terduga, dan nonlinier dengan menggabungkan keunggulan logika fuzzy dengan jaringan saraf. Di bidang keuangan, model NFS telah digunakan secara efektif untuk peningkatan portofolio, penilaian risiko, dan peramalan harga saham. Model-model ini menawarkan wawasan penting untuk pengambilan keputusan yang tepat dengan mengidentifikasi pola dan tren kompleks dalam data keuangan untuk dianalisis. Model peramalan NFS dalam manufaktur dan operasi meningkatkan manajemen rantai pasokan, mengoptimalkan prosedur produksi, dan meningkatkan kontrol kualitas. Model-model ini membantu perusahaan membuat keputusan berbasis data dan meningkatkan produktivitas dengan mengevaluasi data historis dan terkini.

Tabel 10.3 NFS dalam Manufaktur dan Operasi

Penulis/Tanggal	Metodologi	Aplikasi
Gajate dkk. (2010)	NFIS	Pemantauan keausan alat proses
Xu dan Zhang (2011)	Neuro-fuzzy dinamis	Kontrol pendaratan cerdas pesawat terbang

Oguz dkk. (2012)	ANFIS	Sistem pembangkit listrik
Zarandi dan Ahmadpour (2009)	ANFIS	Proses pembuatan baja
GuNeri dkk. (2011)	ANFIS	Pemilihan pemasok
Dimitrov (2011)	NFIS	Diagnosis kesalahan industri
Rafik dkk. (2011)	TSK/Mamdani NFIS	Diagnosis kesalahan dan prognosis
Sadeghian dan Fatehi (2011)	Neuro-fuzzy linier lokal sistem (LOLIMOT)	Identifikasi kesalahan
Rigatos (2009)	NFIS	Pengendalian motor DC
Gajate dkk. (2012)	NFIS	Prediksi keausan alat
Samhouri dkk. (2009)	ANFIS	Sistem pemantauan mesin
Azmi dkk. (2013)	Regresi berganda, pemodelan neuro-fuzzy	Prediksi keausan alat
Liu et al. (2013)	Pencarian maju berurutan (SFS) dan ANFIS	Pemantauan proses penyadapan
Kayacan dkk. (2012)	ANFIS	Kontrol robot
Shi dkk. (2009)	Pendekatan NFIS dan Lyapunov	Kontrol proses batch
Akhlaghi (2018)>	ANFIS	Diagnosis kesalahan sistem
de Carvalho Alves dkk. (2009)	NFIS	Kinerja operasional mesin
Tran dan Yang (2010)	Pohon klasifikasi dan regres (CART) dan ANFIS	Prognosis kondisi mesin
Tarjoman dan Za (2009)	NFIS	Prediksi robot kacau
Zhu dkk. (2009)	NFIS	Kontrol navigasi robot
Chung dan Jun (2009)	NFIS	Kontrol robot seluler
Zheng dkk. (2010)	Jaringan saraf fuzzy dinamis umum (GDFNN)	Kontrol robot bawah air
Ferreira dkk. (2009)	TSK NFIS	Pengontrol robot
Abiyev dan Kaynak (2008)	Jaringan saraf wavelet fuzzy dan GA	Pengendalian tanaman
Nurmaini dan Norhayati (2009)	Interval tipe-2 NFIS	Pengontrol navigasi robot
Khuldoun dan A 1-Din (2009)	NFIS	Sistem navigasi robot
Demirli dan Khoshnejad (2009)	NFIS	Pengontrol robot berbasis sensor
Toledo-Morco dkk. (2010)	Sistem adaptif fuzzy dinamis seni	Prediksi Manuver Kendaraan Jalan Raya
Martin and Emami (2010)	NFIS	Kontrol robot
Arced dkk. (2010)	ANFIS	Kontrol motor induksi
Kurnaz dkk. (2010)	ANFIS	Kontrol penerbangan kendaraan udara
Dybkowski dan Szabat (2010)	NFIS	Kontrol motor induksi
Adhyaru dkk. (2010)	ANFIS	Kontrol manipulator robot
Wang dan Chiu (2010)	ANFIS	Pengontrol parkir robot
Kurnaz dkk. (2007)	ANFIS	Pengendalian kendaraan tanpa awak
SahIn dan Tinkir (2010)	ANFIS	Kontrol lintasan robot
Havangi dkk. (2010)	ANFIS dan anakan Kalman yang diperluas (EKF)	Lokalisasi robot
Budiharto et al. (2010)	FIS	Kontrol robot pelayan
Karunarathne dan Knowles (2010)	FIS	Manajemen daya kendaraan Ariel
Javadi-Moghaddan dan Bagheri (2010)	Algoritma genetika mode geser neuro-fuzzy adaptif (ANFSGA)	Sistem kendali kendaraan
Chen dkk. (2012)	ANFIS dan penyaringan partikel tingkat tinggi	Sisa masa manfaat mesin (RUL) prediksi
Obe dan Dumitrache (2012)	FIS	Kontrol robot seluler

Kharmandar dan Khayyat (2011)	NFIS	Kontrol manipulator robot
Jang (2011)	Teori Lyapunov dan NFS	Kontrol robot
Dimitrios dkk. (2011)	Jaringan neuro-fuzzy tiga lapis	Kontrol manipulator robot
Leia dkk. (2008)	FIS	Diagnosis kesalahan
Erdem (2011)	NFIS	Kontrol robot sumo
Sadighi dan Kim (2011)	FIS	Aktuator material cerdas
Behrouznia dkk. (2011)	FIS	Prediksi manufaktur kapur timbal
Mahdaoui dkk. (2011)	NFS sementara	Pemantauan sistem manufaktur
Toloie-FsbJaghy dkk. (2015)	FIS	Prediksi keandalan Lire Kendaraan
Sithu dan Tein (2011)	NFIS	Pengendalian mesin virtual
Sathiyasekar dkk. (2011j)	NFIS	Prediksi kualitas isolasi mesin
Douin dkk. (2018)	NFIS	Kontrol mesin induksi
Chen dkk. (2011)	FIS	Kontrol kondisi mesin
Cui (2011)	ANFJS dan PCA	Pemodelan kekasaran permukaan
Kumar dan Dhama (2012)	NFIS	Kontrol robot cerdas
Kumar dkk. (2012)	NFIS	Kontrol lengan robot
Lakshmi dan Mashuq-un-Nabi (2012)	ANFJS	Kontrol lengan robot
Mohanty dan Parhi (2014)	ANFJS	Pengontrol robot
Liu dkk. (2012)	NFIS dan algoritma generik	Sistem kontrol dan peringatan kendaraan
Kothandaraman dan Ponnusamy (2012)	PSG-ANFIS	Pengontrol sistem suspensi kendaraan
Pin dkk. (2012)	NFIS	Kontrol sistem manipulator kendaraan
Meling dkk. (2014)	NFIS	Pengontrol robot seluler
Zerfa dan Nouibat (2021)	NFIS	Navigasi robot
Lei dkk. (2007)	ANFJS dan GA	Diagnosis kesalahan
Braik dkk. (2013)	ANFJS	Otomatisasi proses manufaktur
Zahedia et al. (2012)	ANFJS	Estimasi kebutuhan listrik
Marwala dan Twala (2014)	ARIMA dan ANFIS	Perkiraan konsumsi listrik
Seter dkk. (2013)	NFIS	Perencanaan dan penjadwalan proses
Aksoy dkk. (2014)	ANFJS	Perkiraan permintaan
Cherroun dkk. (2014)	NFIS	Kontrol robot mobil
Abhaya dkk. (2014)	NFIS	Kontrol sistem robot industri

Tabel 10.4 NFS dalam Perencanaan Bisnis

Penulis/Tanggal	Metodologi	Aplikasi
Chakrabarti dan Basu (2010)	pengelompokan k-means, sistem neuro-fuzzy	Perencanaan bisnis
Akerkar dan Sajja (2010)	Sistem neuro-fuzzy	Sistem penasihat bisnis
Moayer and Bahri (2009)	ANFIS	Perencanaan strategis bisnis
Khatibi dkk. (2011)	Basis radial neuro-fuzzy	Perencanaan skenario bisnis
Setlak (2008)	NFS	Sistem pendukung keputusan

Dengan kemajuan AI, NFS telah membantu peramalan dan pengambilan keputusan HRM dalam berbagai fungsi SDM seperti seleksi karyawan, pelatihan dan pengembangan, penilaian kinerja, perancangan rencana manfaat optimal, retensi karyawan, dan manajemen talenta.



Perencanaan bisnis dapat difasilitasi secara efektif dengan memprediksi skenario masa depan secara akurat, dan bisnis dapat mengembangkan strategi yang efektif dan mengalokasikan sumber daya secara efisien. Seiring berkembangnya model fuzzy seperti ANFIS, DNFS, dan ANN, diharapkan akan membawa kemajuan lebih lanjut, yang mengarah pada aplikasi yang lebih inovatif dan efektif. Akibatnya, studi di masa mendatang dapat berfokus pada perancangan sistem neuro-fuzzy yang dapat diinterpretasikan yang menyeimbangkan antara akurasi dan interpretasi. Sistem ini sangat penting untuk banyak aplikasi komersial yang berorientasi pada pengambilan keputusan di mana transparansi dan interpretasi model sangat penting.



BAB 11

PREDIKSI CHURN PELANGGAN DENGAN MACHINE LEARNING

11.1 CRM, CHURN, DAN RETENSI PELANGGAN DI PERBANKAN

Pendekatan holistik untuk menciptakan, memelihara, dan meningkatkan hubungan yang berkelanjutan dan setia dengan konsumen disebut Manajemen Hubungan Pelanggan, atau CRM. Pendekatan ini diterima secara luas dan banyak digunakan di berbagai industri, termasuk industri ritel, telekomunikasi, asuransi, dan perbankan. Pasar jasa mengalami persaingan yang agresif dengan berbagai penyedia yang menawarkan penawaran menarik. Pelanggan memiliki kebebasan untuk memilih lembaga dengan penawaran yang relatif lebih baik, yang menyebabkan kerugian pendapatan secara langsung.

Bisnis berupaya keras menggunakan berbagai taktik untuk berkembang di lingkungan yang sangat kompetitif ini. Untuk meningkatkan pendapatan, sektor perbankan menggunakan pendekatan utama seperti memperoleh pelanggan baru yang juga disebut akuisisi pelanggan, meningkatkan penjualan kepada pelanggan yang ada, dan memperpanjang retensi pelanggan yang populer dikenal sebagai pengurangan pelanggan. Ketika membandingkan masing-masing metode ini dan memperhitungkan keuntungan yang diperoleh dari investasi (*return on investment*) dari setiap pendekatan, terungkap bahwa pendekatan terakhir, yaitu mempertahankan pelanggan yang sudah ada, adalah yang paling menguntungkan. Ini menunjukkan bahwa mempertahankan pelanggan yang sudah ada jauh lebih murah daripada mendapatkan pelanggan baru. Hal ini juga dianggap jauh lebih sederhana daripada strategi upselling.

Mempertahankan konsumen saat ini adalah salah satu aspek terpenting dari ekspansi produk berbasis langganan. Pasar perbankan dan asuransi sangat kompetitif karena banyaknya penyedia layanan yang diatur pemerintah dan juga swasta yang menyediakan layanan serupa. Hanya dibutuhkan satu pengalaman buruk untuk kehilangan konsumen secara permanen. Selain itu, perusahaan akan mengalami kerugian finansial dan kerusakan reputasi yang signifikan jika sejumlah besar pelanggan yang tidak puas tiba-tiba meninggalkan perusahaan. Sebuah survei baru-baru ini oleh Invesp menemukan bahwa biaya akuisisi pelanggan bisa lima hingga enam kali lebih tinggi daripada biaya retensi pelanggan.

Churn, yang umumnya dikenal sebagai "pengurangan pelanggan," adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan fenomena di mana pelanggan yang dulunya loyal terhadap suatu bank berhenti membeli produknya. Tingkat di mana lembaga keuangan kehilangan pelanggan selama periode tertentu disebut tingkat churn, kadang-kadang disebut dengan istilah tingkat kehilangan pelanggan. Salah satu metode untuk menentukan tingkat churn adalah dengan menghitung persentase pelanggan yang hilang selama periode tertentu terhadap total populasi klien baru yang diperoleh selama periode yang sama. Ini memberikan tingkat churn pelanggan. Sebagai contoh, jika sebuah bank pada bulan tertentu memperoleh 50 klien baru sementara 2 pelanggan meninggalkan bank, tingkat kehilangan pelanggan akan menjadi 4%.



Tingkat churn merupakan metrik penting untuk menilai profitabilitas suatu perusahaan. Kita harus berhati-hati agar tidak meremehkan dampak dari churn sekecil apa pun. Dalam organisasi keuangan, hanya sebagian kecil dari churn triwulanan atau bulanan dapat menumpuk seiring waktu. Tingkat churn tahunan sekitar 6% tercapai dengan tingkat churn minimum hanya 0,5% setiap bulan. Tingkat churn yang tinggi, pendapatan yang rendah, dan biaya akuisisi klien yang tinggi saling berkaitan. Di bank, biaya iklan mengacu pada biaya akuisisi dan retensi. Biaya akuisisi adalah jumlah yang dialokasikan perusahaan untuk memperoleh pelanggan baru. Biaya retensi, sebaliknya, adalah biaya untuk mempertahankan pelanggan yang sudah ada. Karena keterbatasan manusia, sangat sulit untuk memprediksi pelanggan mana yang akan pergi dan mana yang akan tetap bertahan. Akibatnya, distribusi dana mungkin salah, menyebabkan peningkatan jumlah uang tunai yang dikeluarkan.

Dengan meningkatnya persaingan di industri jasa, ancaman kehilangan pelanggan meningkat pesat. Alasan utama kehilangan pelanggan adalah ketidakpuasan terhadap sistem dukungan dan layanan pelanggan. Penyebab utama kehilangan pelanggan di industri perbankan meliputi kurangnya perhatian yang dipersonalisasi, kurangnya keamanan data, pengurangan biaya yang tidak dapat dijelaskan dari rekening pelanggan, dan suku bunga serta imbalan yang tidak memuaskan, di antara banyak lainnya. Beberapa alasan yang lebih sederhana dapat berupa pelanggan yang pindah lokasi atau mengubah tujuan keuangan mereka, penurunan ekonomi, atau platform digital yang kurang ramah pengguna.

Salah satu dari beberapa cara yang dapat membuat bisnis berkinerja buruk adalah melalui akses pelanggan yang tidak sempurna. Dalam situasi ini, pelanggan tidak diberikan instruksi terperinci mengenai penggunaan pembelian mereka dan tujuan yang dapat dipenuhinya. Selain itu, komunikasi yang buruk dapat menyebabkan pelanggan tidak dapat memberikan ulasan atau menerima jawaban atas pertanyaan mereka secara langsung. Hasil onboarding yang buruk terjadi ketika pelanggan tidak diberikan panduan yang jelas tentang bagaimana produk harus digunakan dan apa kemampuannya. Pelanggan setia yang tidak mendapatkan banyak insentif seperti pelanggan baru mungkin berpendapat bahwa mereka tidak dihargai setinggi pelanggan baru. Khususnya di industri perbankan, sebagian besar pelanggan sangat bergantung pada nama merek daripada layanan yang diberikan.

Dalam situasi seperti itu, pelanggan mungkin akan menarik diri dari bank pada pengalaman buruk pertama. Di dunia digital yang serba cepat, orang-orang memiliki akses mudah ke platform media sosial, jejaring, dan situs web ulasan. Hal ini menyulitkan organisasi mana pun untuk menyembunyikan berita skandal. Berita publik negatif atau ulasan buruk dari klien yang tidak puas akan mengakibatkan tingkat churn yang tinggi dan akuisisi pelanggan yang lebih rendah. Sebuah survei baru-baru ini melaporkan bahwa sekitar 65% skeptis terhadap siaran pers ritel, 71% tidak menerima pengumuman media sosial yang didanai, 55% konsumen telah berhenti mempercayai outlet, dan 69% menolak iklan TV.

Kunci untuk memecahkan masalah ini adalah memperkirakan konsumen mana yang kemungkinan akan melakukan churn. Tujuan utamanya adalah untuk memprediksi konsumen yang dapat di-churn dan menentukan alasan mereka berhenti. Hal ini akan membantu membangun strategi untuk mempertahankan klien. Tujuan dasar dari riset churn adalah untuk



mengenali dan memprediksi pelanggan yang berpotensi berhenti menggunakan layanan bank sedini mungkin. Ini akan membantu dalam menyelesaikan masalah pelanggan. Hal ini akan membantu memenuhi kebutuhan pelanggan dan mereka akan terus menggunakan layanan bank.

Van den Poel dan Burez telah menunjukkan bahwa dua prosedur digunakan untuk mengelola pergantian pelanggan: proaktif dan reaktif. Ketika sebuah perusahaan mengadopsi strategi reaktif, perusahaan tersebut menunggu hingga konsumen meminta perusahaan untuk mengakhiri perjanjian paket mereka. Dalam keadaan ini, perusahaan akan memberikan insentif kepada konsumen untuk menunda. Ketika organisasi mengambil strategi pencegahan, organisasi tersebut mencoba untuk mengidentifikasi konsumen yang rentan untuk berhenti berlangganan sejak dini. Perusahaan kemudian memberikan insentif tambahan untuk mencegah klien-klien ini pergi. Mampu memprediksi apakah klien tertentu cenderung berhenti berlangganan merupakan sumber pendapatan tambahan yang signifikan bagi perusahaan mana pun.

Untuk mempertahankan klien yang ada, industri keuangan harus mengidentifikasi penyebab pergantian pelanggan, yang dapat ditentukan menggunakan wawasan yang diperoleh dengan mempertimbangkan data yang didapatkan. Studi ekstensif menunjukkan bahwa inovasi ML sangat efektif dalam memprediksi situasi ini. Pendekatan ini diterapkan dengan belajar dari data masa lalu. ML adalah teknik untuk analisis data yang menggunakan pemrograman untuk menghasilkan prototipe analitis. Pembelajaran mesin (ML), yang melibatkan serangkaian aturan yang terus-menerus memperoleh pengetahuan menggunakan data, memungkinkan sistem untuk menemukan tren yang tidak terdeteksi tanpa perlu diberi tahu secara spesifik di mana harus mencari. Tiga kelompok utama pendekatan ML adalah supervised, semi-supervised, dan unsupervised.

Pembelajaran supervised adalah masalah ML dalam mengidentifikasi susunan yang tidak diketahui dalam dataset dengan label. Pembelajaran unsupervised adalah aktivitas ML yang mengidentifikasi pola tersembunyi dalam data yang tidak memiliki label. Pembelajaran semi-supervised berada di antara pembelajaran supervised dan unsupervised. Ia menggunakan kedua jenis data di mana sejumlah kecil data berlabel digunakan untuk pelatihan dan sejumlah data tidak berlabel untuk prediksi. Prediksi churn adalah model klasifikasi biner, yang mengidentifikasi pelanggan yang akan berhenti berlangganan dari pelanggan yang tidak akan berhenti berlangganan.

Mempertahankan pelanggan yang ada jauh lebih murah daripada menambahkan pelanggan baru ke jaringan. Kehilangan pelanggan merupakan kerugian langsung bagi perusahaan. Jika informasi tentang pergantian pelanggan tersedia lebih awal, upaya yang tepat dapat dilakukan untuk memberikan layanan yang lebih baik kepada pelanggan tersebut. Pelanggan jangka panjang menghasilkan lebih banyak uang bagi perusahaan karena mereka kurang reaktif terhadap perubahan kecil. Penanganan pelanggan yang beralih ke pesaing merupakan salah satu tantangan paling sulit dan signifikan yang dihadapi sektor perbankan saat ini. Menurut studi terbaru, tujuan utamanya adalah menemukan pelanggan yang beralih



ke pesaing yang menguntungkan dengan menganalisis sejumlah besar data dari lembaga keuangan.

Dalam praktiknya, terdapat banyak keterbatasan dalam menerapkan pendekatan yang ada, yang menghadapi banyak tantangan dan hambatan dalam mengatasi masalah pelanggan yang beralih ke pesaing saat ini. Selama pengembangan model, banyak fitur dengan informasi penting diabaikan pada fase pemilihan fitur. Sebagian besar pendekatan statistik digunakan dalam berbagai domain, yang menyebabkan hasil yang kurang memuaskan dari model prediksi saat ini. Masalah utama lainnya dengan teknik yang ada adalah pemilihan serangkaian fitur. Setiap pelanggan, baik individu maupun kolektif, dapat beralih karena berbagai alasan. Seorang konsumen dapat diklasifikasikan sebagai pelanggan yang berhenti menggunakan layanan bank (*churn*) terlepas dari penyebab dan faktor yang menyebabkan mereka meninggalkan bank.

Selama proses berhenti menggunakan layanan bank, berbagai pola perilaku muncul, dan pola tersebut tidak boleh diperlakukan secara seragam. Beberapa konsumen mungkin tidak pergi secepat yang lain. Kebutuhan saat ini adalah kerangka prediksi yang lebih komprehensif yang mampu memprediksi tingkat berhenti menggunakan layanan bank (*churn*) di muka. Hal ini akan sangat membantu dalam menyediakan rencana yang kuat untuk mempertahankan berbagai kelompok pelanggan yang berhenti menggunakan layanan bank, seperti berbagai penawaran berdasarkan variabel berhenti menggunakan layanan bank untuk setiap kelompok. Termotivasi oleh fakta dan pengamatan yang disajikan di atas, studi ini mengusulkan model untuk memprediksi pelanggan yang berhenti menggunakan layanan bank menggunakan berbagai algoritma ML.

Studi ini bertujuan untuk membangun prototipe prediksi yang kuat untuk pelanggan yang berhenti menggunakan layanan bank dengan memanfaatkan teknik ML canggih untuk membantu bisnis dalam mengidentifikasi pelanggan yang berisiko tinggi dan menerapkan strategi retensi secara proaktif. Tujuan utama dari studi ini adalah untuk membangun model prediksi pelanggan yang berhenti menggunakan layanan bank yang sempurna dan terukur. Model ini akan menganalisis data pelanggan historis untuk memprediksi pelanggan yang berhenti berlangganan (*churn*) dan memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti yang akan memungkinkan bisnis untuk menerapkan strategi retensi yang efektif dan meningkatkan kepuasan pelanggan. Model prediksi churn pelanggan akan:

- Menjelajahi data pelanggan masa lalu untuk menemukan model dan aspek yang membantu terjadinya churn pelanggan.
- Memprediksi kemungkinan churn untuk pelanggan yang sudah ada.
- Memberikan wawasan yang dapat ditindaklanjuti untuk membantu perusahaan perbankan mengembangkan strategi retensi yang tepat sasaran.

11.2 INDUSTRI PERBANKAN UNTUK PREDIKSI CHURN TANPA ML

Citibank adalah bank swasta populer di India. Pendekatannya dalam mengendalikan churn klien menggambarkan pentingnya ML dalam mengelola pengurangan pelanggan secara efektif. Awalnya, bank tersebut bergantung pada pendekatan analisis data standar untuk



mendapatkan wawasan dasar tentang tren churn. Namun, metodologi ini memiliki kapasitas yang sangat terbatas untuk mengantisipasi konsumen mana yang paling mungkin beralih ke bank lain dan penyebabnya. Kapasitas prediksi Citibank meningkat drastis dengan menggunakan algoritma ML seperti pohon keputusan dan regresi logistik. Model ML membantu bank mengenali klien berisiko dengan menganalisis tren kompleks dalam pemanfaatan layanan dan riwayat transaksi. Terjadi penurunan cepat sekitar 15% dalam tingkat pengurangan pelanggan. Ini menunjukkan bagaimana model prediksi dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam dan praktis daripada metode konvensional.

Lembaga keuangan populer lainnya di Amerika Serikat, Bank of America, menekankan pentingnya menerapkan pendekatan ML untuk mengidentifikasi calon pelanggan yang akan berhenti berlangganan. Pada tahap awal, Bank of America juga menggunakan metode tradisional seperti membuat segmentasi pelanggan berdasarkan penggunaan layanan dan aktivitas akun. Meskipun metode ini memberikan beberapa wawasan, akurasi prediksinya tidak terlalu memuaskan. Bank tersebut kemudian menerapkan berbagai model ML seperti pengelompokan (*clustering*). Hal ini meningkatkan kemampuannya untuk memprediksi calon pelanggan yang tidak puas dan merancang kebijakan retensi yang disesuaikan. Metode yang berorientasi ML ini mengkonfirmasi strategi yang lebih eksplisit dan kuat serta penurunan tingkat churn sekitar 12%. Model ML telah memperkuat kemampuan untuk memprediksi kemungkinan churn, memungkinkan mereka untuk merancang rencana retensi yang lebih efektif daripada segmentasi tradisional lama.

DBS Bank adalah bank Singapura yang juga menerapkan konsep ML yang banyak digunakan dalam prediksi churn, sehingga fleksibel untuk merencanakan kebijakan yang efektif untuk mempertahankan pelanggan. Bank tersebut mampu mengatasi kekhawatiran akan pendapatan yang rendah dengan mengadopsi teknik ML dibandingkan metode konvensional. DBS Bank menggunakan algoritma seperti jaringan saraf dan gradient boosting untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi churn. Teknologi ini membantu dalam memeriksa data klien yang rumit dan memprediksi churn dengan sangat tepat, menghasilkan pengurangan tingkat churn sebesar 18%. Contoh ini menggarisbawahi kebutuhan ML untuk memproses data dalam dimensi besar dan mendeteksi pola rumit yang mungkin terlewatkan oleh teknik yang sudah ada, sehingga menghasilkan upaya retensi yang lebih efektif dan tepat waktu.

FinSecure Bank, lembaga keuangan India populer lainnya, menggunakan metode konvensional untuk menganalisis data klien. Organisasi tersebut beralih dari analisis data reguler ke model ML dengan diperkenalkannya konsep ML. FinSecure Bank menggunakan model seperti gradient boosting dan RF untuk memprediksi churn. Bank tersebut kini mampu menguraikan perilaku pelanggan yang kompleks dan menerapkan strategi retensi proaktif, terutama yang berorientasi pada data. Bank tersebut secara signifikan mampu mengurangi tingkat churn sekitar 20%.

Studi kasus ini menekankan ketepatan dan efisiensi model ML di pasar keuangan untuk memprediksi klien berisiko tinggi. Meskipun metode klasik memberikan ide-ide dasar, model ML membantu mengumpulkan kemampuan peramalan yang lebih baik dan rekomendasi



praktis yang sangat meningkatkan upaya mempertahankan klien. Kapasitas ML untuk menilai tren data yang menantang dan menghasilkan prediksi instan menunjukkan efektivitasnya yang luar biasa dalam mengatur churn pelanggan secara efektif.

11.3 MODEL HIBRIDA UNTUK PREDIKSI CHURN PELANGGAN

Jaringan saraf hibrida dikembangkan oleh Chih-Fong Tsai. Data CRM yang dikumpulkan dari perusahaan telekomunikasi di Amerika Serikat digunakan untuk proyek ini. Dua model gabungan dirancang untuk prediksi churn dengan menggabungkan peta pengorganisasian diri (SOM) dan jaringan saraf tiruan back-propagation (ANN). Model hibrida tersebut adalah ANN + ANN dan SOM + ANN. Pada fase pertama, data dikurangi. Langkah awal dalam dua model fusi, khususnya, adalah mencapai pengurangan data dengan menghilangkan data pelatihan yang tidak efektif. Hasil dari tahap ini digunakan untuk membangun algoritma prediksi. Model-model tersebut dievaluasi pada satu set data standar dan dua set data yang tidak akurat. Hasil temuan menunjukkan bahwa model gabungan berkinerja lebih baik daripada teknik jaringan saraf standar. Model ANN + ANN mencapai akurasi kinerja yang lebih baik daripada model SOM + ANN.

Teknik baru yang menggunakan algoritma boosting diusulkan oleh Ning Lu. Klien dibagi menjadi dua bagian berdasarkan tingkat yang diberikan oleh algoritma boosting yang dapat secara efisien memprediksi kelompok pelanggan yang memiliki peluang lebih tinggi untuk keluar dari perusahaan. Regresi logistik diterapkan sebagai pembelajar utama, dan model untuk memprediksi churn dirancang untuk setiap segmen. Temuan menunjukkan bahwa metode boosting membuat prediksi lebih baik daripada regresi logistik.

Ssu-Han Chen mengusulkan teknik baru yang dibangun di atas grafik gamma *Cumulative SUM* (CUSUM), yang melacak waktu antar kedatangan (IAT) setiap klien melalui penggunaan model fusi terbatas untuk mendesain referensi grafik visualisasi dan skala keputusan serta struktur Bayesian terurut yang mencatat keragaman pelanggan.

Recency adalah variabel lain yang termasuk dalam IAT yang mengukur interval waktu. Variabel ini dimasukkan ke dalam kerangka kerja untuk memantau status terbaru dari aktivitas otentikasi. Selain itu, penjelasan yang diajukan mencakup GUI untuk setiap klien. Temuan menunjukkan bahwa grafik gamma CUSUM memiliki akurasi (ACC) 5% lebih tinggi daripada exponential CUSUM dan waktu rata-rata untuk memberi sinyal (ATS) yang kira-kira dua hari lebih lama daripada exponential CUSUM.

Lee dkk. menggunakan pendekatan berbasis *partial least squares* (PLS) pada titik data yang berkorelasi kuat untuk merancang model prediksi yang akurat dan jelas untuk peramalan churn. Selain membangun model prediksi untuk memperkirakan pengurangan klien secara akurat, strategi periklanan churn yang mendasar namun menguntungkan juga dibangun. Pendekatan yang direkomendasikan memungkinkan para eksekutif di bidang pemasaran untuk secara efektif dan lancar mempertahankan jumlah pelanggan tetap yang sesuai dalam kampanye promosi.

Koen W. De Bock juga mengusulkan pengklasifikasi ensemble yang memanfaatkan konsep model aditif umum (GAM), yang dievaluasi berdasarkan akurasi dan aksesibilitas secara



bersamaan. Model ini menggunakan metode subruang acak, bagging, dan GAM semi-parametrik sebagai pengklasifikasi fundamental. Model-model tersebut dievaluasi menggunakan dataset yang dikumpulkan dari 6 situasi kehidupan nyata utama dan disimpulkan bahwa model yang diusulkan menunjukkan presisi yang lebih baik daripada GAM standar dan regresi logistik.

M.A.H. Farquad mengembangkan strategi kombinasi untuk mengurangi kekurangan model SVM standar. Teknik ini mencakup tiga fase: eliminasi fitur rekursif SVM (SVM-RFE) dilakukan pada tahap pertama untuk meminimalkan pengumpulan fitur. Fase selanjutnya menggunakan lebih sedikit fitur untuk menghasilkan kerangka kerja SVM. Pada fase terakhir, kombinasi Naïve Bayes dan pohon keputusan dirancang (disebut NBTtree). Dataset yang tidak seimbang digunakan, yang memiliki 7% pelanggan yang hilang dan 93% klien setia.

Verbraken dkk. menyajikan indikator kinerja inovatif, kriteria keuntungan maksimum yang diharapkan, yang berkorelasi dengan tujuan utama klien. Struktur yang disarankan membantu perusahaan memilih teknik klasifikasi yang meningkatkan pendapatan dan memberikan data mengenai segmen pelanggan yang akan ditargetkan untuk strategi retensi.

Pendekatan berdasarkan algoritma SVM diimplementasikan oleh Benlan He untuk memprediksi pelanggan yang berhenti berlangganan. Mereka menggunakan pemilihan sampel secara acak karena data yang tidak seimbang dan meningkatkan akurasi sistem. SVM membangun hyperplane dalam ruang fitur berdimensi tinggi atau tak terbatas untuk klasifikasi. Pendekatan pengambilan sampel acak digunakan untuk mengatur distribusi data dan meminimalkan ketidakseimbangan data yang biasanya disebabkan oleh persentase pelanggan yang berhenti berlangganan lebih rendah daripada pelanggan yang tidak berhenti berlangganan.

Koen W. De Bock mengusulkan dua pengklasifikasi ensemble bernama *Rotation Forest* (Rotforest) dan *Rotation Boosting* (RotBoost) dengan konsep rotasi untuk memprediksi pelanggan yang berhenti berlangganan. Pengklasifikasi ensemble mengintegrasikan beberapa pengklasifikasi ke dalam satu model gabungan yang menggabungkan aturan penggabungan untuk mengintegrasikan hasil setiap pengklasifikasi. Rotforest menggunakan ekstraksi fitur dengan atribut spesifik yang digunakan untuk melatih pengklasifikasi dasar individual, sedangkan RotBoost menggabungkan Rotforest dan Ada-Boost. Dataset realistik dari empat sektor berbeda digunakan. Rotforest berkinerja lebih baik daripada RotBoost dalam AUC dan RotBoost memiliki presisi yang lebih baik daripada Rotforest.

11.4 DESKRIPSI DATASET

Gambar 11.1 mewakili langkah dasar pengembangan sistem prediksi. Pada tahap pertama, dataset dikumpulkan dari bank yang bersangkutan. Dataset ini terdiri dari data mentah dari klien yang akan digunakan untuk melatih model. Tahap kedua mencakup pra-pemrosesan data di mana data yang bising seperti nilai yang hilang, outlier, dll., dihilangkan. Pemilihan fitur adalah tahap ketiga di mana fitur yang paling efektif dalam menentukan variabel target dipertimbangkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.2. Model yang tepat dipilih untuk prediksi pada tahap keempat.



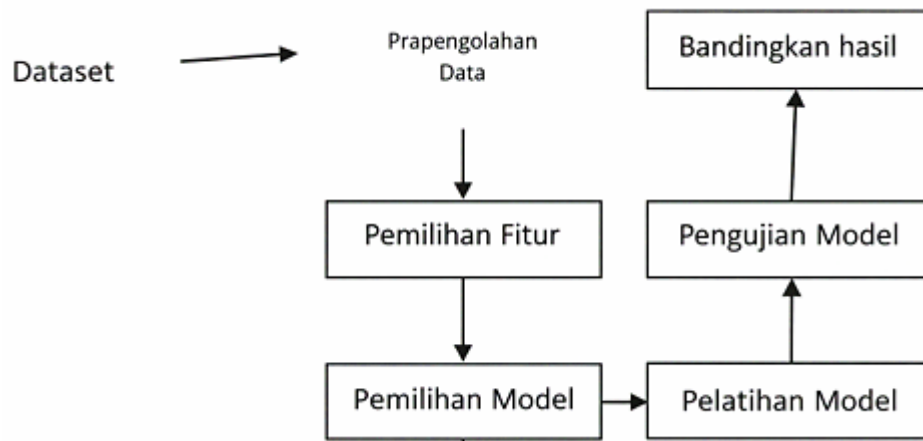
Model yang dipilih kemudian dilatih menggunakan subset dari dataset pada tahap keenam dan pada tahap ketujuh, bagian dataset yang tersisa digunakan untuk menguji model yang dipilih. Rasio pelatihan dan pengujian yang umum digunakan adalah 7:3. Model yang sempurna diharapkan dapat memprediksi sampel baru dalam kategori yang tepat. Klasifikasi ini didasarkan pada data yang digunakan untuk melatih model. Terakhir, pada tahap terakhir, hasil model dibandingkan dengan beberapa kriteria atau prediksi sebelumnya untuk mengukur efisiensinya.

Dataset yang dikumpulkan dari sebuah bank di Amerika Serikat berisi catatan sekitar 10.000 klien dengan 13 atribut berbeda yang mengumpulkan berbagai informasi yang seharusnya penting dalam memprediksi apakah pelanggan tertentu akan meninggalkan bank atau tidak. Deskripsi dataset diberikan pada Tabel 11.1. Pemrosesan awal menunjukkan bahwa dataset tidak mengandung nilai null. Namun, dataset tersebut berisi catatan dengan usia pelanggan yang cenderung lebih tinggi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.3. Untuk presisi, kolom RowNumber, CustomerId, dan Surname dikecualikan. Pada analisis lebih lanjut, lokasi pelanggan ditemukan terbatas pada "Prancis," Jerman, dan Spanyol. Oleh karena itu, kami mengkodekan geografi ke dalam kode numerik. Kolom jenis kelamin juga dikonversi menjadi nilai biner, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.2.

Pada fase pemilihan fitur, kami menganalisis bagaimana berbagai fitur seperti lokasi pelanggan, jenis kelamin mereka, apakah pelanggan menggunakan kartu kredit, jumlah produk yang telah dibeli pelanggan, dan apakah pelanggan mengoperasikan rekening bank atau rekening mereka tetap tidak aktif akan memengaruhi perilaku pelanggan yang berhenti menggunakan layanan (*churn*). Seperti yang terlihat pada Gambar 11.4, dapat ditekankan bahwa pelanggan yang tinggal di Jerman lebih cenderung untuk berhenti menggunakan layanan. Ini mungkin disebabkan oleh suku bunga rendah di negara tertentu.

Selain itu, tingkat berhenti menggunakan layanan sangat tinggi di kalangan pria, seperti yang terlihat pada Gambar 11.5. Gambar 11.6 menunjukkan bahwa pelanggan yang menggunakan kartu kredit cenderung berhenti menggunakan layanan, yang dapat dikaitkan dengan suku bunga tinggi dan biaya tersembunyi lainnya. Grafik yang ditunjukkan pada Gambar 11.7 membantu bisnis memahami apakah pelanggan dengan lebih sedikit atau lebih banyak produk lebih cenderung berhenti menggunakan layanan. Dapat disimpulkan dari Gambar 11.8 bahwa pelanggan yang rekeningnya tetap tidak aktif selama periode tertentu akhirnya meninggalkan bank.





Gambar 11.1 Diagram alir model prediksi pelanggan yang berhenti berlangganan.

ID Pelanggan	Nama belakang	Skor Kredit	Geografi	Jenis kelamin	Usia	Masa jabatan	Keseimbangan	Jumlah Produk	HasCrCard	IsActive Member	Perkiraan Gaji	Keluar
15634602	Hargrave	619	Perancis	Perempuan	42	2	0.00	1	1	1	101348.88	1
15647311	Bukit	608	Spanyol	Perempuan	41	1	83807.86	1	0	1	112542.58	0
15619304	Oni	502	Perancis	Perempuan	42	8	159660.80	3	1	0	113931.57	1
15701354	Boni	699	Perancis	Perempuan	39	1	0.00	2	0	0	93826.63	0
15737888	Mitchell	850	Spanyol	Perempuan	43	2	125510.82	1	1	1	79084.10	0

Gambar 11.2 Tangkapan layar dataset.

Skor Kredit	Geografi	Jenis kelamin	Usia	Masa jabatan	Keseimbangan	Jumlah Produk	HasCrCard	IsActive Member	Perkiraan Gaji	Keluar
619	0	0	42	2	0.00	1	1	1	101348.88	1
608	2	0	41	1	83807.86	1	0	1	112542.58	0
502	0	0	42	8	159660.80	3	1	0	113931.57	1
699	0	0	39	1	0.00	2	0	0	93826.63	0
850	2	0	43	2	125510.82	1	1	1	79084.10	0

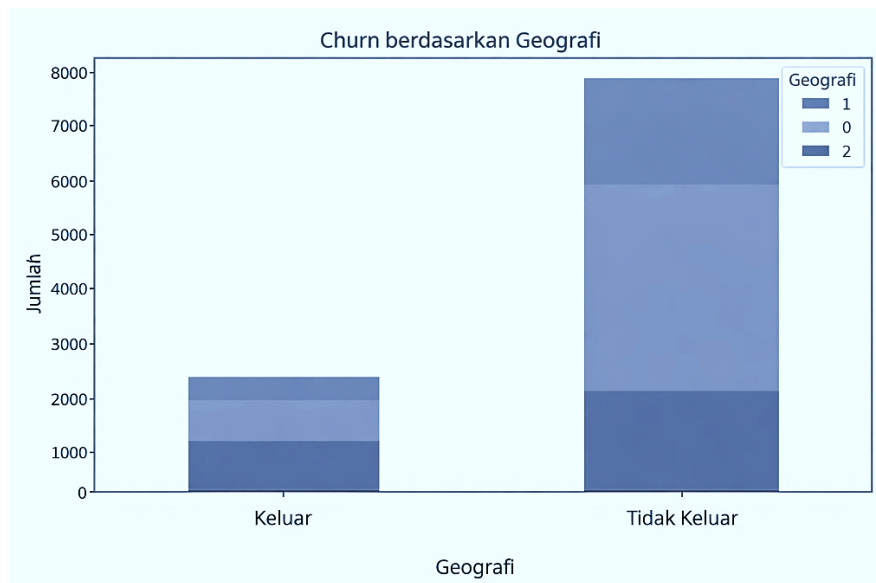
Gambar 11.3 Tangkapan layar dataset setelah pengkodean geografi dan jenis kelamin.

Tabel 11.1 Deskripsi Dataset Prediksi Churn

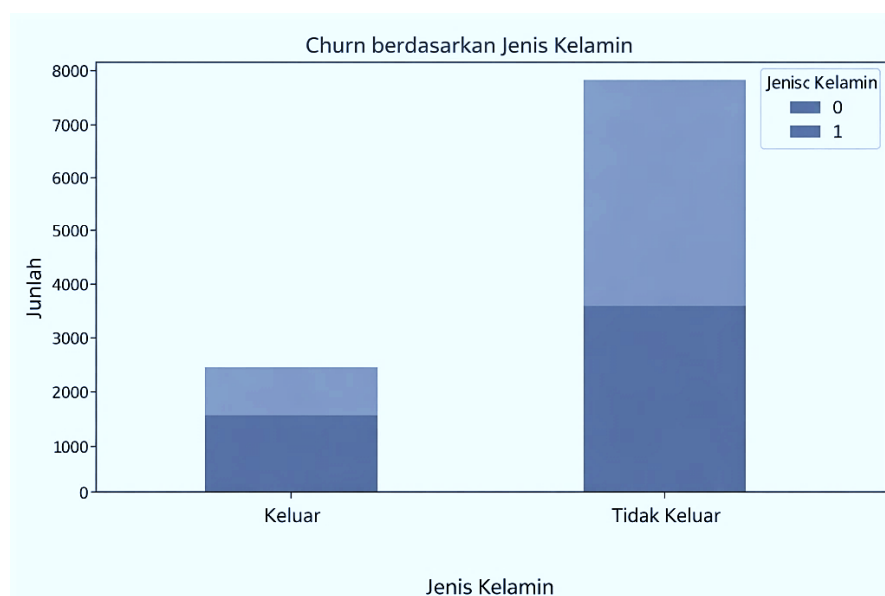
Nama Fitur	Keterangan	Tipe Data
ID Pelanggan	ID Pelanggan	Numerik
Nama belakang	Nama pelanggan	Teks
Skor Kredit	Skor kredit pelanggan	Numerik
Geografi	Lokasi pelanggan	Teks
Jenis kelamin	Laki laki atau perempuan	Teks (pria atau wanita)
Usia	Usia pelanggan	Numerik
Masa jabatan	Jangka waktu hubungan nasabah dengan bank	Numerik
Keseimbangan	Saldo rekening nasabah di bank	Mengambang
Jumlah Produk	Jumlah produk yang dimiliki konsumen di bank (Kartu kredit, Kartu debit, dll.)	Numerik
HasCrCard	Jika konsumen memiliki kartu kredit	Biner (0 untuk Tidak, 1 untuk Ya)
IsActiveMember	Jika pelanggan aktif	Biner (0 untuk Tidak, 1 untuk Ya)
Perkiraan Gaji	Perkiraan gaji konsumen	Mengambang
Keluar	Jika konsumen telah berhenti berlangganan	Biner (0 untuk Tidak, 1 untuk Ya)

Tabel 11.2 Atribut yang Dikodekan

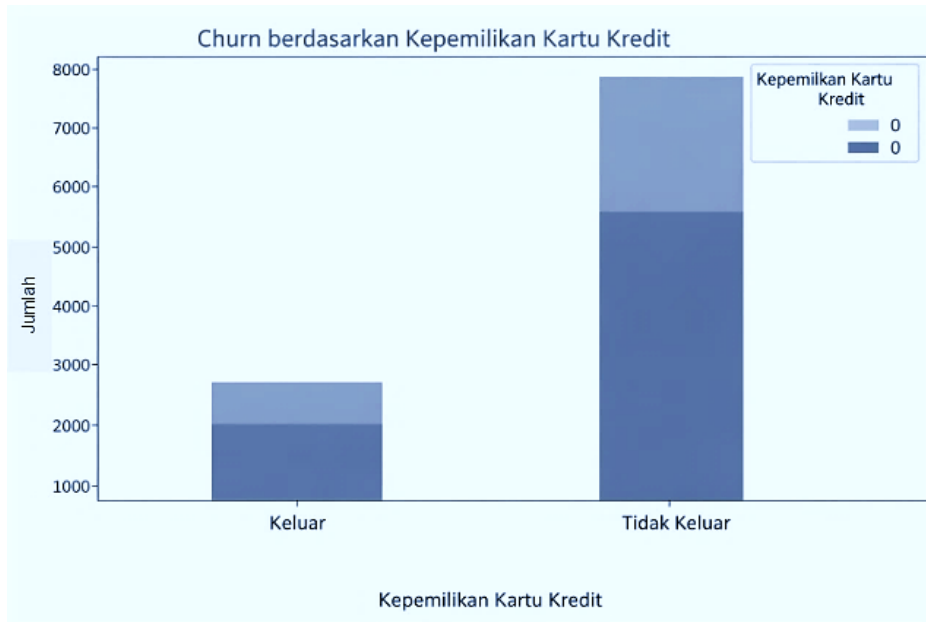
Nilai Sebenarnya	Nilai yang Dikodekan
Geografi	
Prancis	0
Spanyol	1
Jerman	2
Jenis Kelamin	
Laki-laki	0
Perempuan	1



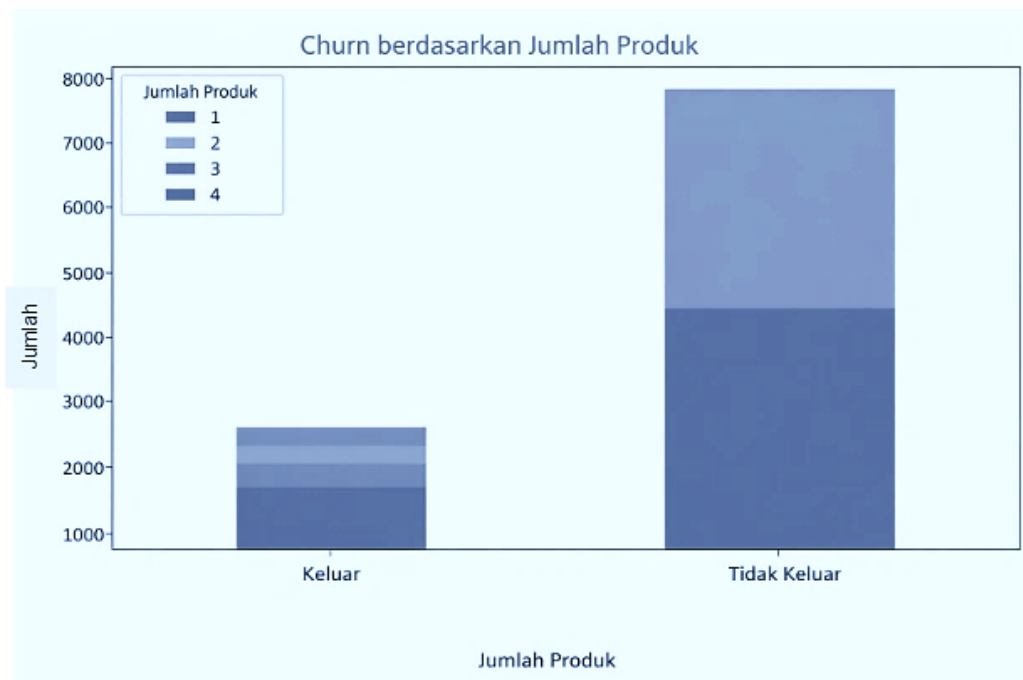
Gambar 11.4 Pelanggan yang berhenti berlangganan vs pelanggan yang tidak berhenti berlangganan berdasarkan lokasi.



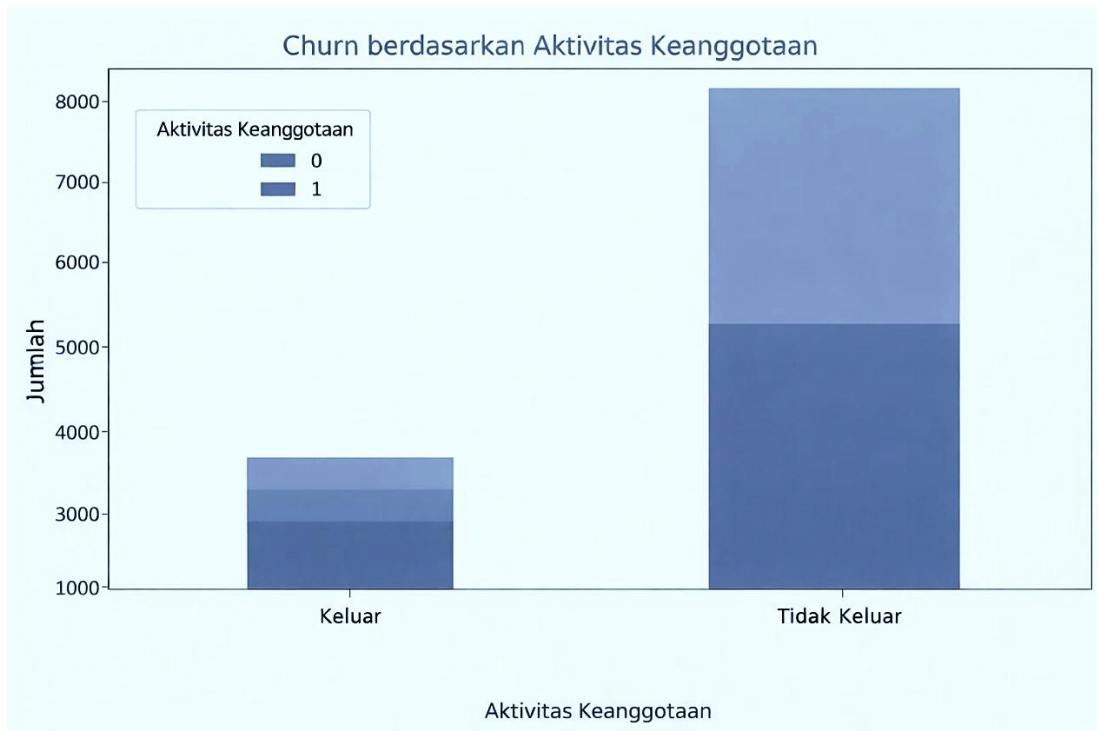
Gambar 11.5 Pelanggan yang berhenti berlangganan vs pelanggan yang tidak berhenti berlangganan berdasarkan jenis kelamin.



Gambar 11.6 Pelanggan yang berhenti berlangganan vs pelanggan yang tidak berhenti berlangganan berdasarkan kartu kredit.



Gambar 11.7 Pelanggan yang berhenti berlangganan vs pelanggan yang tidak berhenti berlangganan berdasarkan jumlah produk.



Gambar 11.8 Pelanggan yang akan berhenti berlangganan vs pelanggan yang tidak akan berhenti berlangganan berdasarkan status akun (aktif atau tidak aktif).

11.5 PENERAPAN KNN, SVM, DAN RANDOM FOREST UNTUK PREDIKSI CHURN

Menurut studi kami, algoritma ML yang paling banyak digunakan untuk prediksi pelanggan yang akan berhenti berlangganan adalah regresi logistik, pengklasifikasi Naïve Bayes, RF, dan SVM. Dalam studi ini, kami menggunakan tiga algoritma ML, yaitu KNN, SVM, dan RF seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.9.

SVM

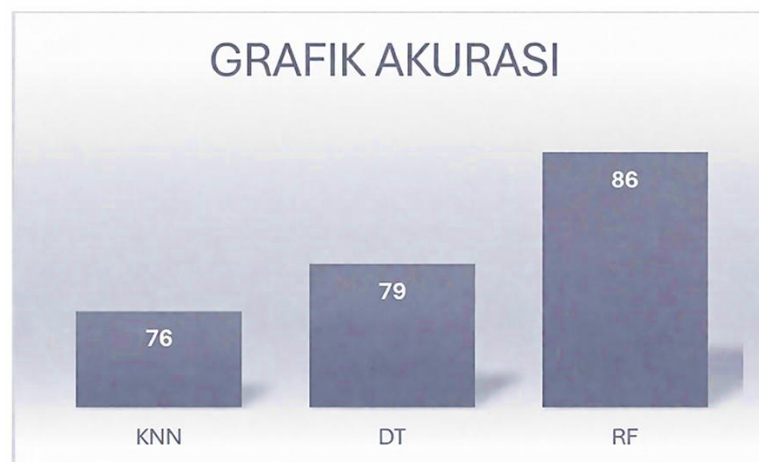
Konsep pembelajaran terawasi yang populer yang disebut SVM sering digunakan untuk menyelesaikan masalah regresi dan klasifikasi. SVM memisahkan titik data dari kelompok yang berbeda bahkan dengan margin kesalahan terbesar dengan menghitung bidang hiper yang paling sesuai. Metode ini sangat mengurangi kemungkinan kesalahan identifikasi pada data pengujian. Dalam ruang 2D, bidang pemisah disebut batas keputusan dan dalam dimensi yang lebih tinggi, disebut sebagai bidang. Hyperplane ini membantu mengidentifikasi kategori entri baru. Titik-titik fitur yang dekat dengan hyperplane disebut vektor pendukung, dan mereka menentukan penempatan dan penyesuaian hyperplane. SVM berfokus pada konsep memaksimalkan celah antara bidang pemisah dan titik data terdekat. Kelompok terbaik untuk data baru dapat diidentifikasi dalam model dengan margin maksimum.

Algoritma ini menunjukkan akurasi tinggi ketika data dapat dipisahkan secara linier karena batas keputusan yang terdefinisi dengan baik dapat dibuat. Kernel dalam SVM mengubah data yang tidak dapat dipisahkan ke ruang yang berbeda di mana data dapat dikategorikan secara efektif. Pemetaan ke ruang koordinat yang berbeda dapat diselesaikan secara komputasi dengan memilih parameter kernel yang sesuai. Fungsi kernel yang terutama digunakan adalah kernel linier, polinomial, RBF, dan sigmoid. Kernel linier membantu

mengklasifikasikan data yang dapat dipisahkan secara linier, dan kernel RBF bekerja untuk data nonlinier karena mampu mengubah sekumpulan fitur input ke ruang berdimensi tak terbatas yang menciptakan batas keputusan yang rumit.

Parameter kedua yang menjadikan SVM sebagai teknik yang ampuh adalah nilai C. Parameter ini terutama digunakan untuk data yang bising dan memiliki banyak outlier. Dalam skenario di mana beberapa klasifikasi yang buruk mungkin dapat diterima, SVM digunakan. Untuk data yang bising, nilai C yang kecil dipilih. Ini akan membangun batas dengan margin yang lebih lebar, sehingga mengurangi kesalahan klasifikasi. Sebaliknya, nilai C yang tinggi mengurangi margin dan meningkatkan persentase kesalahan klasifikasi yang hanya berguna setelah pembersihan data.

Manfaat utama SVM adalah efisien dalam dimensi tinggi dan menggunakan sebagian kecil data pelatihan untuk membangun batas keputusan. SVM paling cocok untuk masalah di mana jumlah record kurang dari jumlah atribut. Namun, SVM juga memiliki beberapa kekurangan. Hasilnya dapat dipengaruhi oleh pemilihan kernel dan kalibrasi variabel terkait lainnya. Selain itu, SVM juga terbukti rentan terhadap outlier. SVM populer digunakan dalam beberapa aplikasi. Metode ini banyak digunakan dalam kategorisasi teks seperti klasifikasi spam, klasifikasi gambar seperti mengidentifikasi objek dalam gambar, dan dalam bioinformatika seperti dalam mengidentifikasi gen dan protein.



Gambar 11.9 Bagan akurasi.

Random Forest

RF dianggap sebagai konsep pembelajaran ensemble populer yang tersedia dalam ML untuk tugas regresi dan klasifikasi. Ia membangun beberapa pohon keputusan selama fase pelatihan. Kategori akhir dalam tugas klasifikasi ditentukan setelah menghitung modus dari output setiap pohon. Untuk regresi, ini dilakukan dengan menghitung rata-rata prediksi individu. Ide RF didasarkan pada konsep algoritma bagging. Menurut algoritma ini, sejumlah algoritma (pohon keputusan dalam RF) dapat dilatih menggunakan fraksi dataset yang berbeda, yang dibuat menggunakan pengambilan sampel dengan penggantian yang membangun variasi antar pohon. Hal ini membuat RF lebih kuat dan kurang rentan terhadap

overfitting daripada pohon tunggal. Ketidakpastian dalam forest muncul dari titik data yang diacak dan pemilihan fitur. Sekumpulan atribut acak dipilih di setiap node dalam pohon dan kemudian pembagian terbaik dihitung. Keacakan ini membuat ide ensemble relatif efektif dengan mengurangi ketergantungan antar pohon.

Keunggulan signifikan RF adalah kemampuannya untuk mengawasi dataset besar dengan atribut yang lebih tinggi tanpa seleksi fitur. Ia dapat menangkap interaksi yang rumit antar fitur dan sangat fleksibel dalam menangani data numerik dan kategorikal. Selain itu, RF tahan terhadap overfitting, terutama pada dataset besar, karena ia merata-ratakan output dari beberapa pohon, sehingga menghaluskan noise dan mencegah model belajar dari noise dalam data. Hal ini menjadikannya pilihan yang sangat baik untuk berbagai aplikasi dunia nyata di mana data mungkin bising atau hubungan antara fitur dan variabel target mungkin rumit dan tidak mudah ditangkap oleh satu pohon keputusan.

RF juga menghitung faktor kepentingan fitur untuk memahami data. Parameter ini membantu memposisikan fitur sesuai dengan signifikansinya dan mengurangi ketidakmurnian setiap pohon. Ukuran ini berkontribusi untuk menghilangkan fitur yang kurang penting, dan metrik kepentingan fitur sering digunakan untuk seleksi fitur, di mana fitur yang kurang penting dihilangkan untuk merampingkan model, meningkatkan akurasi, dan mengurangi waktu pelatihan, dengan hanya mempertimbangkan atribut yang paling penting. RF juga mampu menangani data yang hilang dengan membagi menggunakan fitur alternatif jika nilai untuk atribut tertentu hilang.

Algoritma ini memiliki banyak kekurangan. Kekurangan terpenting dari algoritma ini adalah biaya pemrogramannya yang tinggi dan konsumsi penyimpanan yang besar, terutama untuk dataset yang besar dan jumlah pohon yang banyak. Kedua, sistem ini dapat sulit dipahami seiring bertambahnya jumlah pohon. Berbeda dengan pohon keputusan tunggal, yang dapat divisualisasikan dan dipahami tanpa usaha, hutan pohon keputusan sulit diinterpretasikan sehingga menyulitkan pengambilan keputusan.

RF adalah salah satu algoritma yang paling banyak diterima dan dieksploitasi di bidang ML karena memberikan kemampuan adaptasi, kekuatan, dan kemahiran dalam menangani berbagai data dan kepadatan. Algoritma ini digunakan di berbagai bidang, seperti keuangan untuk menghitung skor kredit, perawatan kesehatan untuk memprediksi berbagai penyakit, dan pemasaran untuk segmentasi pelanggan. Singkatnya, RF adalah prosedur pembelajaran kumpulan yang sangat efektif yang memanfaatkan potensi banyak pohon keputusan untuk menghasilkan model dengan akurasi dan generalisasi tinggi, menjadikannya konsep paling populer bagi para peneliti di bidang ML.

KNN

KNN adalah algoritma yang mudah diimplementasikan dan efisien yang digunakan dalam regresi dan klasifikasi. Ini adalah algoritma pembelajaran terawasi yang digunakan dalam ML. Algoritma ini didasarkan pada kerangka kerja bahwa titik data yang serupa diharapkan memiliki hasil yang terkait, memanfaatkan kedekatan di area fitur untuk membuat prediksi. Algoritma KNN bekerja berdasarkan aturan pemungutan suara mayoritas untuk klasifikasi. Algoritma ini menggunakan rata-rata untuk regresi. Untuk fitur data terbaru, KNN



mengenali "k" tetangga terdekat dari dataset pelatihan. "k" adalah variabel yang digunakan untuk menentukan jumlah tetangga yang akan dipertimbangkan dan kemudian memprediksi kategori titik baru dengan menghitung kelas dengan pemungutan suara maksimum di antara tetangga atau rata-rata nilai. Jarak dihitung dengan jarak Euclidean, Minkowski, atau Manhattan tergantung pada masalah tertentu atau jenis data.

Keuntungan utama KNN adalah kesederhanaan dan kemudahan pengoperasiannya. Model ini tidak memiliki fase pelatihan tetapi menyimpan semua data pelatihan dan hanya menjalankan komputasi untuk klasifikasi. KNN disebut sebagai "pembelajar malas" atau metode pembelajaran berbasis instance, di mana seluruh dataset diterapkan sebagai pola. Algoritma ini tidak membuat tebakan apa pun karena bersifat non-parametrik. Hal ini membuat KNN sangat akomodatif, dan dapat digunakan untuk menyelesaikan sejumlah besar masalah. Fleksibilitas ini membuat KNN sangat efisien dalam kondisi di mana batas keputusan tidak simetris atau di mana hubungan antara atribut dan label rumit dan nonlinier.

Fleksibilitas KNN juga memiliki banyak kekurangan. Kekurangan terbesar adalah ketidakefektifannya secara programatik, terutama dengan dataset yang besar. Karena model ini melibatkan estimasi ruang di antara fitur data terbaru dan semua instance lain dalam dataset pelatihan, fase prediksi dapat menjadi panjang seiring bertambahnya ukuran dataset. Masalah ini diperparah di ruang berdimensi tinggi. Dengan meningkatnya jumlah fitur, jarak antara titik data menjadi kurang pasti yang menyulitkan model untuk menemukan tetangga terdekat dengan benar. Penskalaan fitur penting untuk memastikan bahwa semua atribut berpartisipasi secara merata dalam proses estimasi jarak. Masalah ini dapat dikurangi dengan menerapkan normalisasi terlebih dahulu.

Kelemahan lain dari KNN adalah pemilihan nilai terbaik untuk "k," yaitu jumlah tetangga yang dihitung. Nilai "k" yang kecil membuat model rentan terhadap noise, yang mengarah ke overfitting, dan nilai "k" yang besar dapat menyebabkan underfitting. Masalah ini dapat diatasi dengan validasi silang yang digunakan untuk menemukan nilai "k" terbaik untuk masalah apa pun yang diketahui. Selain itu, KNN responsif terhadap preferensi parameter jarak dan akurasi algoritma dapat berfluktuasi secara signifikan tergantung pada metode yang digunakan. Terlepas dari kelemahan ini, fleksibilitas dan kesederhanaan KNN menjadikannya model standar yang cocok dalam banyak tugas ML. Ini terutama efektif dalam kasus di mana datasetnya sederhana, mudah dipahami, dan terstruktur dengan baik.

KNN diterapkan di berbagai bidang seperti pengenalan pola, pengolahan gambar, dan penambahan data. Misalnya, biasanya digunakan dalam deteksi anomali, sistem rekomendasi, dan diagnosis medis. Dalam sistem rekomendasi, KNN digunakan untuk menyarankan artikel yang mirip dengan artikel yang sebelumnya disukai klien, yang berpusat pada preferensi klien yang serupa. Deteksi anomali menggunakan KNN untuk mengenali outlier dengan menghubungkan jarak antara titik data yang bersangkutan dan tetangga terdekatnya. KNN juga digunakan dalam diagnosis medis untuk mengkategorikan penyakit berdasarkan indikasi pasien dengan mengaitkannya dengan riwayat sebelumnya.



11.6 KINERJA KLASIFIKASI KNN, DT, DAN RF PADA PREDIKSI CHURN NASABAH

Setelah tahap awal pra-pemrosesan dan analisis fitur, kami melakukan serangkaian eksperimen untuk tiga pengklasifikasi yang berbeda. Pada bab ini, kami menggunakan tiga algoritma ML seperti KNN, pohon keputusan, dan RF. Dataset dipisahkan menjadi dataset pelatihan dan dataset pengujian dengan proporsi 7:3. Kinerja model dievaluasi berdasarkan metrik presisi, akurasi, skor F1, dan recall. Keempat metrik ini terutama bergantung pada empat faktor, yaitu True Positive, True Negative, False Positive, dan False Negative. Keempat faktor ini dalam konteks prediksi churn dijelaskan pada Tabel 11.3.

Ukuran-ukuran ini ketika direpresentasikan dalam matriks 4 x 4 disebut matriks kebingungan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 11.4. Untuk prediksi churn, jumlah FN harus kurang dari jumlah FP. Alasan di balik hal ini adalah jika pelanggan yang tidak puas tidak diidentifikasi tepat waktu, layanan perbankan tidak akan dapat mengambil tindakan pencegahan. Selain itu, pelanggan yang beralih tidak hanya akan menyebabkan defisit pendapatan yang substansial tetapi juga memengaruhi akuisisi pelanggan di masa depan karena layanan perbankan sangat bergantung pada ulasan rekan sejawat. Pada saat yang sama, jumlah FP akan menimbulkan biaya yang tidak perlu bagi perusahaan untuk merencanakan strategi retensi bagi pelanggan yang tidak membutuhkannya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.5.

Jumlah TP dan TN mewakili jumlah klien yang diidentifikasi dengan benar dan jumlah FN dan FP menggambarkan jumlah klien yang diidentifikasi secara salah. Metrik untuk mengevaluasi pencapaian model ML dapat dihitung menggunakan matriks kebingungan dan persamaan.

Akurasi: Digunakan untuk menghitung jumlah total prediksi yang benar. Model RF mencapai akurasi tertinggi sekitar 86%. KNN dan pohon keputusan mencapai akurasi masing-masing sekitar 76% dan 79%.

$$Accuracy = (T_i + T_j) / (T_i + F_j + T_j + F_i) \quad (11.1)$$

Presisi: Ini adalah persentase dari TP.

$$Precision = T_i / (T_i + F_j) \quad (11.2)$$

Tabel 11.3 Deskripsi Positif Sejati, Negatif Sejati, Positif Palsu, dan Salah

Notasi	Arti
Positif Sejati (TP)	Jumlah pelanggan yang diprediksi akan berhenti berlangganan dengan benar
Negatif Sejati (TN)	Jumlah pelanggan yang diprediksi tidak akan berhenti berlangganan dengan benar
Positif Palsu (FP)	Jumlah pelanggan yang diprediksi akan berhenti berlangganan secara salah
Negatif Palsu (FN)	Jumlah pelanggan yang diprediksi tidak akan berhenti berlangganan secara salah

Tabel 11.4 Matriks Kebingungan

	Diprediksi	
	Benar Positif	Negatif Palsu
Sebenarnya		

Negatif Palsu

Benar Positif

Tabel 11.5 Metrik Kinerja

Pengklasifikasi	Akurasi	Presisi	F1
KNN	0.76	0.80	0.86
Pohon Keputusan	0.79	0.87	0.87
Hutan Acak	0.86	0.88	0.92

Ingat kembali: Ini menggambarkan jumlah TP yang diprediksi dengan benar.

$$\text{Recall} = T_i / (T_i + F_i) \quad (11.3)$$

Skor F1 (F1): Ini adalah rata-rata harmonik dari recall dan precision yang khususnya digunakan untuk distribusi yang tidak seimbang dalam kelas.

$$\text{F1-score} = 2T_i / (2T_i + F_j + F_i) \quad (11.4)$$

11.7 PREDIKSI CHURN PERBANKAN DENGAN RANDOM FOREST

Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan pembangunan telah menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Inovasi teknologi membawa perluasan layanan, dan sulit bagi perusahaan mana pun untuk membayangkan pembeli yang cenderung meninggalkan perusahaan. Konsumen dapat diyakinkan untuk tetap setia dan dicegah beralih ke perusahaan pesaing jika mereka ditawarkan prototipe yang andal tentang bagaimana perusahaan berencana untuk menghasilkan pendapatan dan memperluas operasinya di masa depan. Prediksi churn di sektor keuangan telah menarik perhatian banyak cendekiawan di era teknologi saat ini. Dalam studi ini, kami mengusulkan analisis relatif kategorisasi churn pelanggan dalam bisnis perbankan dengan memanfaatkan teknik ML populer seperti RF, pohon keputusan, dan KNN. Temuan eksperimental menunjukkan bahwa RF, teknik pembelajaran ensemble, mencapai presisi maksimum di antara ketiga algoritma, mencatat skor 86%. RF mengungguli algoritma pohon keputusan dan KNN dalam semua metrik kinerja seperti presisi, recall, dan skor F1. Dalam studi yang ada, kami juga menemukan bahwa banyak metode pembelajaran ensemble telah berhasil melampaui algoritma ML tradisional. Memprediksi pelanggan mana yang kemungkinan akan beralih ke perusahaan lain di pasar yang sama untuk mendapatkan penawaran yang lebih baik terbukti sangat membosankan. Tren peningkatan jumlah perusahaan rintisan telah membuat pasar menjadi sangat kompetitif baik untuk bisnis yang sudah ada maupun yang akan datang. Diperlukan banyak studi dan analisis untuk memprediksi klien yang berencana beralih ke perusahaan induk dan menghasilkan strategi serta penawaran inovatif untuk mempertahankan pelanggan ini tanpa merugikan para pemangku kepentingan. Oleh karena itu, perusahaan bertujuan untuk mempertimbangkan pelanggan yang paling berisiko tinggi dan menawarkan penawaran yang lebih baik daripada yang diiklankan oleh perusahaan pesaing mereka. Sangat sulit untuk memprediksi pembeli layanan yang sebenarnya. Di masa mendatang, dengan kemajuan dalam konsep dan struktur di bidang

pembelajaran mendalam dan pembelajaran penguatan, ML terbukti menjadi salah satu pendekatan yang paling kompeten untuk menangani masalah seperti prediksi churn dengan presisi dan akurasi yang lebih baik. Dalam studi kami, kami berencana untuk membangun sistem yang lebih kuat dan fleksibel dengan memanfaatkan kerangka kerja pembelajaran mendalam yang canggih. Kemungkinan besar di masa mendatang statistik ini akan berguna untuk menghitung churn, yang dapat sangat membantu. Penting untuk sering meningkatkan model prediksi agar para eksekutif dapat merancang strategi yang bermanfaat, efisien, dan fleksibel untuk menarik pelanggan baru dan mempertahankan pelanggan yang sudah ada.



BAB 12

TEKNIK CERDAS LOGIKA FUZZY DAN TEKNIK KOMPUTASI

12.1 ALGORITMA EVOLUSI FUZZY (FAGA)

Jaringan saraf tiruan (ANN), logika fuzzy, dan algoritma genetik (GA) adalah contoh pendekatan kecerdasan komputasi yang menjadi topik studi penting karena dapat menangani masalah rekayasa yang rumit yang sulit diatasi oleh metode tradisional. Terdapat banyak minat pada teknik hibrida di bidang kecerdasan komputasi. Salah satu strategi yang paling banyak digunakan adalah hibridisasi logika fuzzy dan GA, yang menghasilkan algoritma evolusi fuzzy dan sistem fuzzy genetik (GFS). Keduanya merupakan contoh yang terkenal tentang bagaimana pendekatan komputasi lunak dapat bekerja sama secara konstruktif.

Pada intinya, GFS adalah sistem berbasis aturan fuzzy (FRBS) yang ditingkatkan oleh proses pembelajaran berbasis komputasi evolusioner yang menggabungkan beberapa algoritma evolusioner (EA), seperti pemrograman genetik, GA, dan strategi evolusi. Hanya dengan indikator kinerja, GA metode pencarian global yang populer dan umum dapat menyisir ruang pencarian yang luas untuk menemukan jawaban yang tepat. Pengembangan komputer FRBS dapat dianggap sebagai masalah identifikasi atau efisiensi. Mengingat struktur kode generiknya, fitur kinerja yang berbeda, dan kemampuan untuk menemukan solusi yang hampir optimal dalam lingkungan pencarian yang menantang, GA merupakan pilihan yang sangat baik untuk informasi sebelumnya.

Dalam konteks FRBS, pengetahuan sebelumnya ini dapat direpresentasikan sebagai variabel linguistik, aturan fuzzy, fungsi fuzzy dari parameter keanggotaan, dll. Selama beberapa tahun terakhir, karakteristik ini telah memperluas penggunaan GA dalam pembuatan berbagai metode untuk mendesain FRBS. Kemudian pada tahun 1988, sebuah editorial tamu ditulis oleh Goldberg dan Holland yang menjelaskan pemanfaatan GA dan pembelajaran mesin (ML). Dalam editorial yang sama, mereka juga menjelaskan GA dan sistem pengklasifikasi dengan serangkaian referensi yang signifikan. FRBS menawarkan alat yang dapat mengubah pendekatan kontrol bahasa berbasis pengetahuan ahli menjadi strategi kontrol otomatis. FRBS bekerja sangat baik untuk mensimulasikan korelasi antar variabel dalam pengaturan yang tidak jelas atau sangat rumit. Salah satu masalah rumit yang dapat memanfaatkan penerapan FRBS adalah adaptasi parameter GA, yang menghasilkan apa yang dikenal sebagai algoritma genetik adaptif fuzzy (FAGA). Istilah EA fuzzy dapat diterapkan pada semua jenis EA yang dapat ditingkatkan menggunakan metode berbasis logika fuzzy. Bab ini memberikan tinjauan singkat tentang keadaan subjek, menyajikan GFS dan EA fuzzy, dan menyoroti beberapa perkembangan terkini yang lebih menarik dan arah potensial.

12.2 SISTEM BERBASIS ATURAN FUZZY

Membangun FRBS (Sistem Berbasis Aturan Fuzzy) adalah salah satu pencapaian utama logika fuzzy. Sistem ini didasarkan pada konsep dasar aturan IF-THEN fuzzy dan parameter bahasa. Contoh umum aturan IF-THEN fuzzy adalah “Jika iklim di luar tinggi, maka kecepatan



kipas harus tinggi.” Dengan mensimulasikan pemikiran manusia, FRBS mampu menangani aturan fuzzy ini dan menggambarkan sistem dinamis dan kompleks, banyak di antaranya pada dasarnya tidak pasti daripada tepat. Karena itu, FRBS dapat menunjukkan tingkat ketahanan yang tinggi terhadap guncangan, perubahan parameter sistem, dan variabel lainnya. Dengan menggunakan teknik induksi aturan, aturan fuzzy untuk FRBS dapat dihasilkan menggunakan data atau pengetahuan ahli. Pada bagian ini, kita akan membahas komponen-komponen utama FRBS dan memberikan pengantar singkat tentang berbagai ide fundamental, seperti himpunan fuzzy dan variabel linguistik.

Langkah Awal: Variabel Linguistik dan Himpunan Fuzzy

Tidak seperti himpunan tajam, himpunan ambigu memungkinkan konstituennya memiliki berbagai derajat keanggotaan. Fungsi keanggotaan, garis atau kurva yang menggambarkan hubungan antara apa yang termasuk dalam cakupan himpunan dan tingkat afiliasinya, adalah bagian penting dari himpunan fuzzy. Keanggotaan suatu elemen x pada himpunan fuzzy A , yang direpresentasikan sebagai $\mu_A(x)$ atau hanya $A(x)$, dapat berkisar dari 0 (menunjukkan ketidakanggotaan lengkap) hingga 1 (menunjukkan keanggotaan penuh), artinya dapat mengambil nilai apa pun dalam interval sesuai dengan konsep asli Zadeh. Perluasan konsep himpunan di mana fungsi keanggotaan hanya dapat menerima nilai antara 0 dan 1 adalah himpunan fuzzy. Jumlah yang dihasilkan x dalam menghasilkan A ditunjukkan oleh metrik $A(x)$.

Variabel linguistik adalah frasa atau ungkapan dalam bahasa otomatis atau terkomputerisasi, bukan nilai numerik. Jelas bahwa ide ini diciptakan sebagai analogi dari ide variabel dengan angka, khususnya, variabel dalam bahasa. Menurut Ref, L adalah sebuah kuintupel: X adalah domain (dunia wacana) dari variabel dasar, $A = \{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ adalah himpunan istilah linguistik dari L (disebut sebagai himpunan istilah), g adalah aturan sintaksis untuk menghasilkan istilah linguistik, dan m adalah aturan semantik yang menetapkan himpunan fuzzy di X untuk setiap istilah linguistik. Tiga ekspresi linguistik, “Rendah, Sedang, dan Tinggi,” digunakan pada Gambar 12.1 untuk menggambarkan situasi yang melibatkan variabel linguistik Suhu. Suhu, yang disampaikan melalui satuan fisik yang tepat, adalah variabel fundamental.

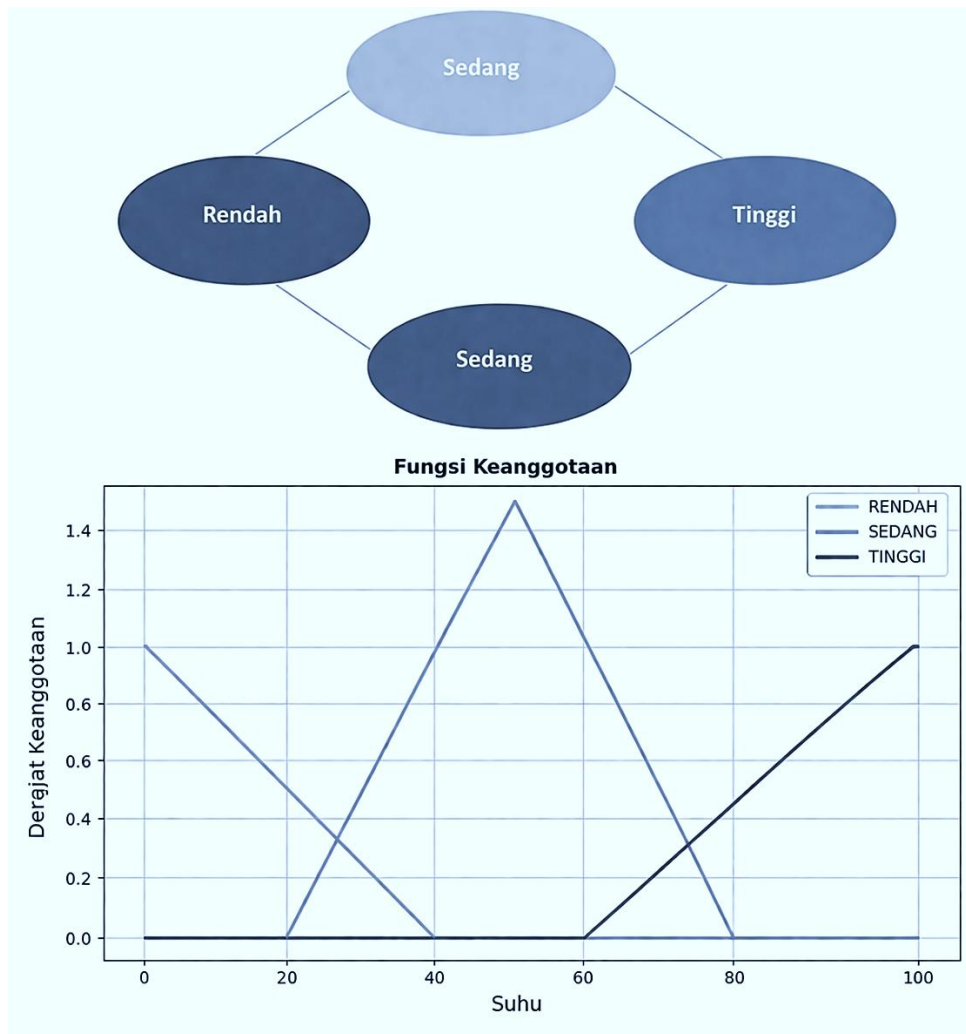
Komponen Fundamental FRBS

Blok bangunan utama dari FRBS fuzzy adalah kumpulan aturan IF-THEN, dengan pernyataan fuzzy yang berfungsi sebagai data awal dan konsekuen yang dihubungkan oleh aturan komposisi deduktif dan inferensi fuzzy. Basis pengetahuan (KB) dari FRBS menampilkan informasi sebagai aturan yang fuzzy dengan kondisi IF-THEN.

JIKA, persyaratan tertentu terpenuhi;

MAKA, serangkaian kesimpulan dapat ditarik.





Gambar 12.1 Tiga pernyataan linguistik dan contoh variabel linguistik Suhu.

Modul untuk mesin inferensi terdiri dari hal-hal berikut:

- Antarmuka pengguna untuk fuzzing, yang menciptakan pengelompokan fuzzy dari data yang jelas.

- Sistem inferensi yang menggunakan teknik penalaran untuk menarik kesimpulan dengan menggunakannya bersamaan dengan KB.

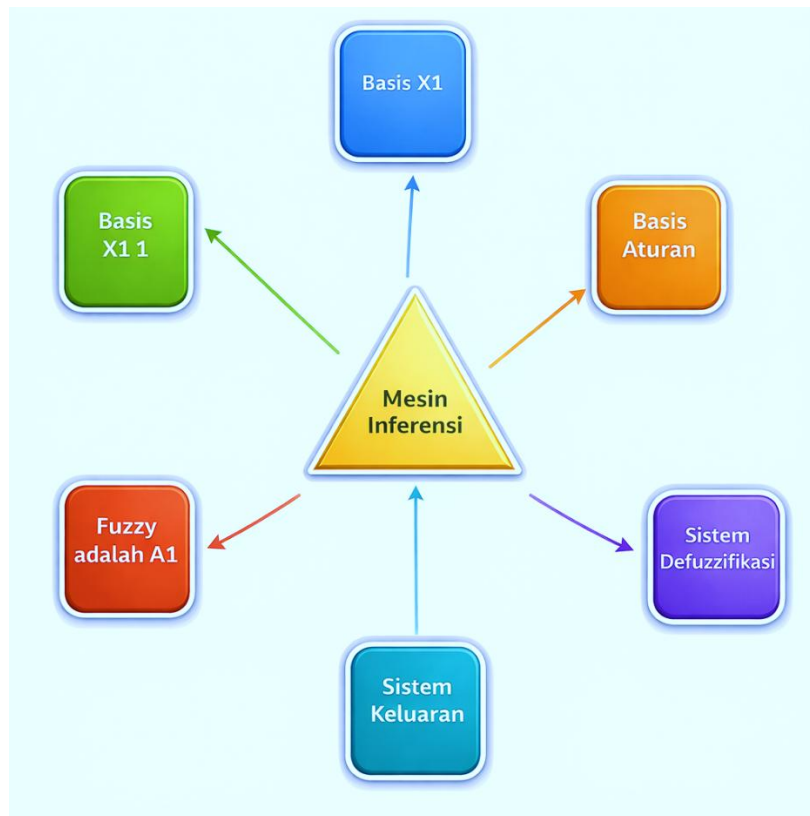
- Antarmuka defuzzifikasi yang menggunakan teknik defuzzifikasi untuk mengubah aksi aturan fuzzy yang dihasilkan menjadi aksi nyata.

Secara umum, FRBS termasuk dalam salah satu dari banyak kelompok:

- Yang pertama adalah pemodelan bahasa menggunakan kelompok aturan IF-THEN dengan nilai linguistik sebagai anteseden. Perilaku sistem dapat dijelaskan menggunakan bahasa alami.

Struktur aturan yang dicirikan oleh konsekuen fungsi dan anteseden fuzzy membentuk dasar kategori kedua, yang terutama berfokus pada pembagian atau aproksimasi penyebaran. Berbeda dengan model linguistik konvensional, FRBS adalah jenis model fuzzy lain yang secara langsung menggunakan variabel fuzzy. Dalam FRBS linguistik, basis data (DB) dan basis aturan (RB) membentuk basis pengetahuan (KB). DB berisi kumpulan istilah linguistik yang

dipertimbangkan dalam aturan linguistik dan prosedur keanggotaan yang mendefinisikan fungsi label linguistik. Penghubung aturan (atau operator "juga") menggabungkan sekelompok aturan linguistik untuk membentuk RB. Dengan kata lain, beberapa aturan dapat dieksekusi untuk input yang sama persis pada waktu yang bersamaan. Gambar 12.2 menampilkan struktur generik dari FRBS.



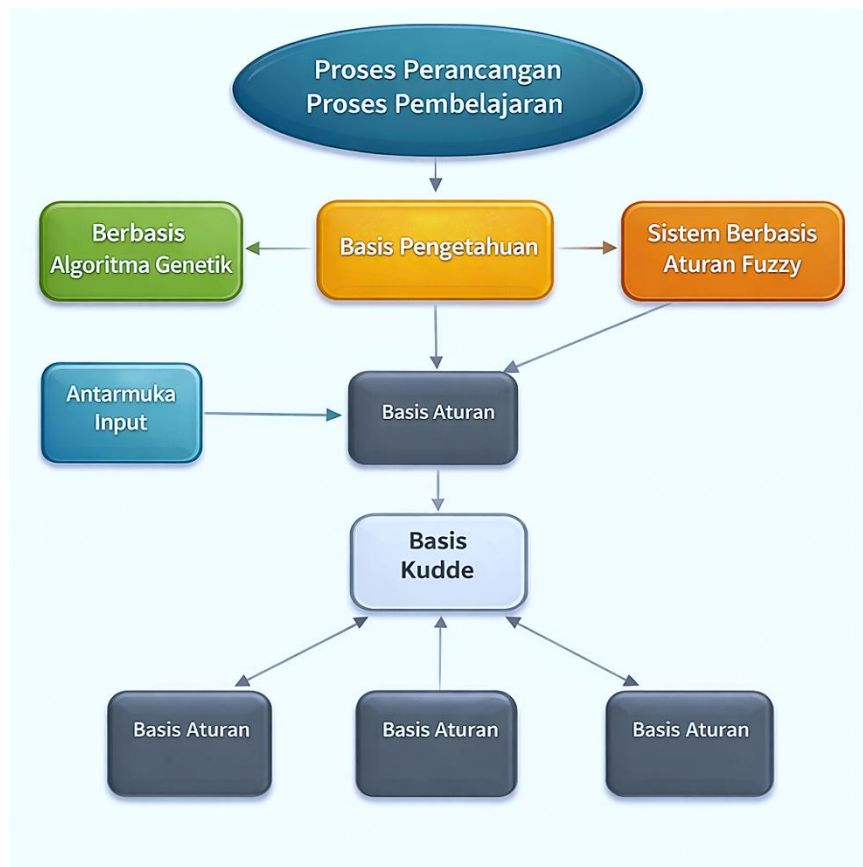
Gambar 12.2 Struktur FRBS.

12.3 SISTEM FUZZY GENETIK

Dengan menggunakan aturan “JIKA-MAKA”, yang menentukan anteseden dan konsekuen menggunakan pernyataan logika fuzzy daripada yang klasik, FRBS memperluas sistem berbasis aturan konvensional. Banyak aplikasi seperti masalah kontrol, pemodelan, klasifikasi, dan penambahan data telah menunjukkan efektivitasnya.

Pada intinya, GFS adalah sistem fuzzy yang ditingkatkan oleh proses pembelajaran berbasis komputasi evolusioner yang menggabungkan, antara lain, EA, GA, bahasa pemrograman, dan strategi evolusi. Konsep ini ditunjukkan pada Gambar 12.3, di mana berbagai komponen FRBS dipelajari atau disesuaikan oleh proses genetik. Kemampuan untuk membingkai desain KB sebagai masalah optimasi sangat penting untuk menggunakan GA untuk pembelajaran mandiri FRBS. Menemukan basis pengetahuan (KB) yang tepat dapat dibandingkan dengan membingkainya sebagai serangkaian parameter dan mencari tahu nilai parameter mana yang menghasilkan kinerja optimal berdasarkan fungsi kebugaran dari perspektif optimasi. Ruang pencarian disediakan oleh parameter KB dan diubah sesuai dengan representasi genetik. Oleh karena itu, menentukan komponen KB tertentu yang dapat

dioptimalkan oleh GA adalah langkah pertama dalam menciptakan GFS (*Global Fitness System*).



Gambar 12.3 Sistem fuzzy genetik.

12.4 TAKSONOMI SISTEM FUZZY GENETIK

Dengan menempatkan studi kasus dalam kromosom, proses desain dapat dilihat sebagai masalah pencarian di dalam kerangka desain, yang merupakan kumpulan aturan. Ini adalah ide dasar yang mendasari pembelajaran FRBS secara otonom dengan menggunakan GA. Dua tahap pendekatan GFS adalah pembelajaran dan penyetelan. Namun, sulit untuk membuat perbedaan yang jelas antara kedua proses ini, karena menarik garis yang jelas di antara keduanya menjadi sama sulitnya dengan mendefinisikan konsep pembelajaran itu sendiri.

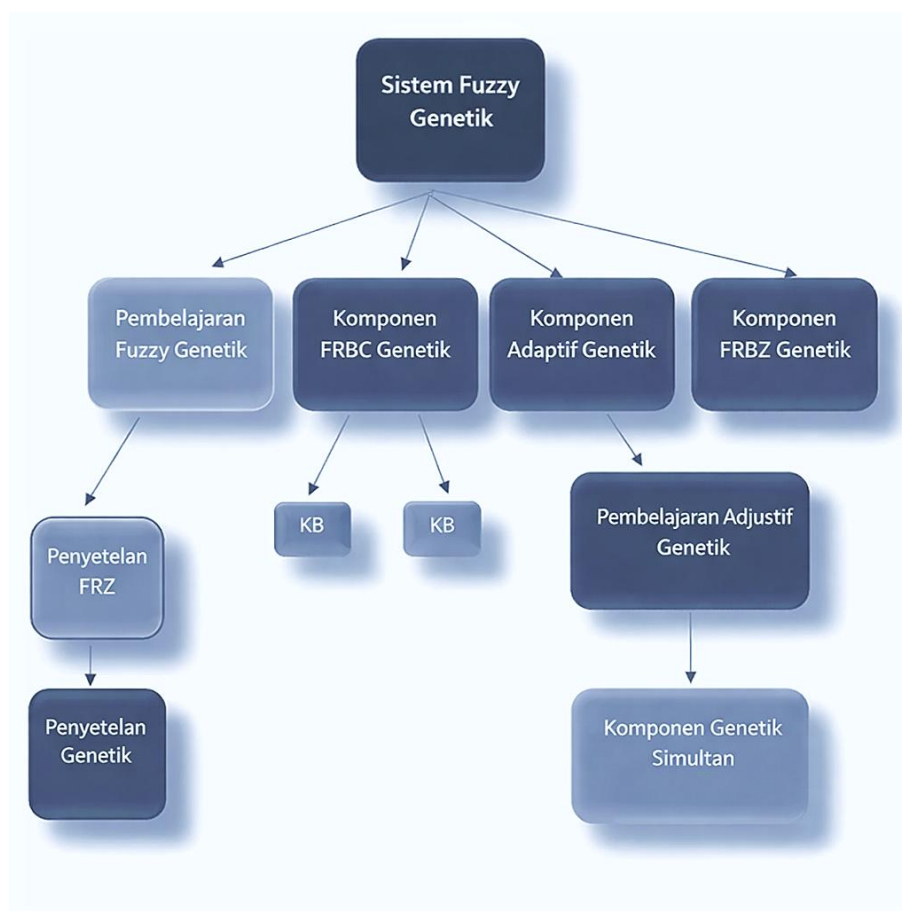
- **Penyetelan genetik:** Kami menggunakan proses penyetelan genetik untuk meningkatkan kinerja FRBS dengan adanya KB tanpa mengubah RB yang ada. Dengan kata lain, untuk meningkatkan kinerja dengan mengubah pengaturan FRBS sambil mempertahankan RB yang sama.
- **Pembelajaran genetik:** Teknik kedua adalah mempelajari komponen KB, di mana algoritma fleksibel untuk inferensi bahkan dapat digunakan. Mengenai pemeriksaan komponen KB bersama dengan komponen FRBS lainnya, kami mengelompokkan saran berdasarkan dua prosedur ini dan elemen FRBS yang masuk ke dalam proses

pembelajaran genetik. Oleh karena itu, kita memeriksa taksonomi yang digambarkan pada Gambar 12.3.

12.5 TREN PENELITIAN GFS SAAT INI

Pada bagian ini, kita berkonsentrasi pada enam tren kontemporer, yang sangat menarik saat ini dan memiliki banyak harapan untuk masa depan, yang diambil dari sejumlah besar penelitian GFS yang telah dipublikasikan.

Pembelajaran multiobjektif evolusioner dari FRBS: Ini membahas pertukaran antara presisi dan interpretasi. Algoritma evolusioner multiobjektif (MOEA) termasuk di antara subjek yang paling banyak diteliti dalam biologi komputasional karena kemampuannya untuk mengidentifikasi serangkaian solusi non-dominasi berdasarkan metode populasi dalam satu kali proses. NSGA-II dan SPEA2 adalah dua algoritma populer dan banyak digunakan di antara beberapa MOEA yang telah diusulkan dalam literatur. Saat membuat algoritma pembelajaran genetik untuk GFS multiobjektif seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12.4, sangat penting untuk mencapai kompromi antara interpretasi dan akurasi mekanisme pembelajaran. Dalam prosedur ini, tujuan akurasi dan kompleksitas/interpretasi harus dipertimbangkan.



Gambar 12.4 Taksonomi GFS.

- ❖ **Teknik berbasis GA untuk teknik penambangan data baru dan penambangan aturan asosiasi fuzzy:** Di bidang seperti penambangan data (DM)/penemuan pengetahuan

(KD), di mana informasi harus diekstrak dari sistem dan disajikan dengan cara yang mudah dipahami, atau dalam sistem untuk dukungan pengambilan keputusan, di mana logika harus jelas, pemahaman pengetahuan sangat penting. Banyak penelitian telah mengkaji bagaimana bahasa dan terminologi digunakan selama proses penemuan. Secara keseluruhan, variabel dan frasa bahasa dapat sangat mempercepat perumusan aturan untuk asosiasi dan penyelidikan data, sehingga memudahkan untuk melihat pola dan membangun koneksi. Namun, dalam tugas DM/KD, penggunaan GA dan EA untuk asosiasi pola dinamis dan ekstraksi aturan adalah hal yang umum. Dengan keunggulan yang jelas dibandingkan metode sebelumnya, pemahamannya dalam hal aturan IF-THEN fuzzy kombinasi di sektor GFS menawarkan alat yang segar dan praktis untuk analisis pola dan untuk mengekstrak jenis informasi relevan yang baru. Dalam Referensi, kita menemukan studi kontemporer yang menarik yang dikhususkan untuk ekstrak genetik dari aturan asosiasi fuzzy. Kontribusi di masa mendatang tentang penerapan GFS untuk analisis asosiasi akan menarik, dengan berkonsentrasi pada berbagai masalah penelitian yang muncul di bidang penambangan pola frekuensi.

- ❖ **Pembelajaran model genetik berdasarkan data berkualitas rendah (data bising dan data samar):** Ada banyak masalah dunia nyata di mana pembelajaran model dari data ambigu diperlukan. Para peneliti tidak secara aktif memeriksa desain eksperimental GFS yang belajar dari data yang diamati secara tidak tepat. Namun, dari perspektif statistik fuzzy, himpunan fuzzy terutama digunakan untuk menangani data ambigu dalam masalah klasifikasi dan pemodelan. Kita dapat memeriksa seberapa baik pengklasifikasi ini bekerja pada jenis tugas di mana sistem fuzzy diharapkan berkinerja lebih baik dengan menggunakan data ambigu untuk melatih dan menguji GFS. Temuan awal di bidang ini mencakup analisis fungsi kebugaran (dengan nilai fuzzy) yang dikembangkan dalam konteks GFS dan pengembangan beberapa formalisasi untuk definisi pengklasifikasi fuzzy berdasarkan interaksi antara himpunan acak dan himpunan fuzzy. Akan bermanfaat untuk menyelidiki bidang baru ini dalam waktu dekat karena dapat menghasilkan temuan yang menarik.
- ❖ **Adaptasi konteks dan pembelajaran genetik partisi fuzzy:** Pembelajaran DB mencakup mendefinisikan fungsi keanggotaan fuzzy yang terkait dengan setiap label, mendefinisikan jumlah total label untuk setiap faktor linguistik dan menentukan semesta wacana. Efek granularitas partisi fuzzy pada kinerja FRBS diperiksa dalam Ref. Membuktikan bahwa menggunakan jumlah frasa yang sesuai untuk setiap parameter bahasa dapat secara substansial meningkatkan keandalan FRBS tanpa memerlukan mekanisme pembelajaran RB yang kompleks. Sebaliknya, gagasan menambahkan konteks ke sistem fuzzy muncul dari kesadaran bahwa, pada kenyataannya, ide fundamental yang sama mungkin diinterpretasikan secara berbeda tergantung pada keadaan. Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengatasi situasi nonlinier dengan menggunakan GA, granularitas, pembelajaran fungsi keanggotaan, dll.
- ❖ **Komponen mesin inferensi yang telah mengalami modifikasi genetik:** Kami menyadari bahwa operator agregasi parametrik dapat digunakan untuk mencoba menemukan



konfigurasi parameter terbaik untuk aplikasi apa pun dengan mendesain sistem inferensi dan teknik defuzzifikasi. Untuk mendapatkan model fuzzy yang lebih tepat, penyesuaian komponen-komponen ini dapat dipertimbangkan. Untuk menentukan pengaturan terbaik, kami telah menemukan banyak metodologi GFS. Ini adalah bidang penelitian yang menarik yang dapat memberi kita kesempatan untuk menyesuaikan pengaturan inferensi agar sesuai dengan FRBS dan mengembangkan jaringan saraf yang dapat berevolusi bersama konstanta mesin inferensi dan komponen KB.

- ❖ **Meninjau kembali GFS gaya Michigan:** Dalam Ref, GFS gaya Michigan pertama dijelaskan. Konsep "kekuatan aturan" membentuk dasar dari semua metode awal di bidang ini. Suatu aturan (pengklasifikasi) memperoleh "kekuatan" melalui interaksi dengan lingkungannya dan diberi penghargaan atau hukuman sesuai dengan seberapa baik kinerjanya. Kekuatan ini membantu menyelesaikan perselisihan ketika banyak aturan cocok pada saat yang sama dan membantu dalam evaluasi kebugaran GA selama episode pembelajaran. Metode alternatif adalah mengevaluasi kesesuaian suatu aturan berdasarkan "akurasinya," bukan kekuatannya. Casillas dkk. menyajikan metode baru untuk memperoleh GFS gaya Michigan berbasis akurasi dalam karya mereka. Dikembangkan dari XCS dan secara khusus dirancang untuk sistem fuzzy, kerangka kerja Fuzzy-XCS menunjukkan potensi dalam masalah pembelajaran online yang terkait dengan aproksimasi fungsi dan simulasi robot. Algoritma UCS juga diperluas menggunakan pendekatan pembelajaran genetik gaya Michigan yang baru untuk kategorisasi. Metode-metode ini menciptakan hubungan antara model sistem fuzzy dan penelitian pembelajaran genetik gaya Michigan. Ini adalah bidang studi yang menarik yang mungkin akan segera menghasilkan temuan yang menarik.

12.6 ALGORITMA EVOLUSIONER FUZZY

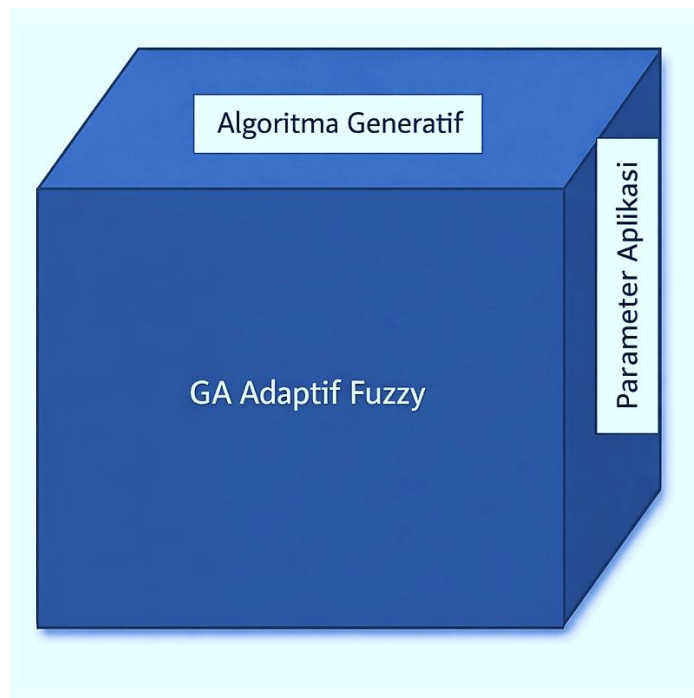
Untuk meningkatkan kinerja algoritma pencarian ini, saat ini terdapat minat yang semakin besar dalam memodelkan berbagai komponen EA atau menyesuaikan parameter kontrol EA menggunakan alat fuzzy dan metodologi berbasis logika fuzzy. EA yang dihasilkan oleh integrasi ini biasanya disebut sebagai EA fuzzy.

GA Adaptif Fuzzy

Jenis FRBS spesifik yang disebut pengontrol logika fuzzy (FLC) menawarkan alat yang dapat mengubah strategi kontrol linguistik berdasarkan pengetahuan ahli menjadi strategi kontrol otomatis. FLC bekerja sangat baik untuk mensimulasikan interaksi antar variabel dalam situasi yang sangat rumit atau kurang terdefinisi dengan baik. Salah satu masalah rumit yang dapat dibantu oleh FLC adalah adaptasi parameter GA, yang menghasilkan apa yang dikenal sebagai GA adaptif fuzzy (FAGA). Berbagai macam strategi adaptif untuk GA dapat ditangkap dan direpresentasikan lebih mudah oleh basis aturan FLC (misalnya, FLC dapat membantu pembelajaran otomatis strategi tersebut). Konsep fundamental di balik FAGA adalah penggunaan FLC dengan parameter kontrol GA sebagai outputnya dan kombinasi pengukuran kinerja GA atau parameter kontrol saat ini sebagai inputnya. FLC menerima metrik kinerja GA



saat ini dan menggunakannya untuk menghitung nilai parameter kontrol baru yang akan digunakan GA. Gambar 12.5 mengilustrasikan prosedur ini.



Gambar 12.5 Model FAGA.

12.7 MERANCANG FAGA

Bagian ini memberikan gambaran tentang kesulitan dalam merancang FLC yang digunakan oleh algoritma genetik adaptif fuzzy (FAGA). Memilih input dan output yang tepat, membangun basis data terkait, dan membuat basis aturan adalah beberapa kesulitan tersebut.

- **Input:** Input harus berupa metrik yang andal yang menjelaskan perilaku GA dan dampak operator genetik serta faktor konfigurasi genetik. Pengukuran keragaman, kebugaran maksimum, rata-rata, dan minimum, antara lain, adalah contoh input potensial. Kita juga dapat menganggap parameter kontrol yang ada sebagai input.
- **Output:** Output menunjukkan nilai parameter kontrol atau evolusi nilai-nilai tersebut. Beberapa output telah dijelaskan, termasuk ukuran populasi, probabilitas crossover, probabilitas mutasi, tekanan selektif, jumlah waktu pengontrol harus tetap berada dalam keadaan target agar proses dianggap berhasil, dan sejauh mana jawaban yang paling efektif telah tercapai.
- **Basis data:** Setiap input dan hasil harus diberi serangkaian label bahasa. Pembagian kabur dalam basis data, yang dapat diekspresikan oleh susunan keanggotaan kabur, mendefinisikan makna literal dari label-label ini. Setiap input dan output harus memiliki rentang terbatas untuk membangun fungsi keanggotaan ini di atas rentang nilai yang ditentukan.
- **Basis Aturan:** Setelah memilih input dan membuat basis data, peraturan ambigu yang menjelaskan koneksi yang ada harus didefinisikan. Hal ini mempermudah pencatatan dan penggambaran berbagai teknik adaptasi GA. Meskipun basis aturan dapat

diturunkan dari keahlian dan pengalaman spesialis GA, banyak penulis telah menghadapi tantangan dalam proses ini.

12.8 REPRESENTASI FUZZY

Teknik fuzzy diusulkan untuk menyelesaikan masalah optimasi parameter dengan variabel pada domain kontinu. Rentang $[0,1]$ berisi beberapa (m) alternatif fuzzy untuk setiap parameter masalah. Nilai variabel yang dipilih untuk setiap parameter kemudian digabungkan untuk membentuk kromosom. Dalam proses decoding, setiap parameter diadaptasi secara linier dari interval yang diminati $[0,1]$ ke bidang karakteristik yang sesuai dan operator $g: [0,1] m \rightarrow 0$ dan $1 g: [0,1] m \rightarrow [0,1]$. Ilustrasi fungsi tersebut, seperti yang diberikan oleh penulis, ditunjukkan di bawah ini:

$$\forall d = (d_1, \dots, d_m) \in [0,1]^m, g(d) = 2m - 1 - m \lfloor j \rfloor = 1 \sum_{j=1}^m d_j - 1 \quad (12.1)$$

Jenis pengkodean ini bertentangan dengan premis inti dari algoritma evolusi klasik (EA) bahwa genotipe dan fenotipe cocok satu per satu ketika $m > 1$, karena dua genotipe yang berbeda dapat menghasilkan fenotipe yang sama. Akibatnya, pemetaan antara genotipe dan fenotipe tidak isomorfik, artinya fenotipe tidak dapat disimpulkan begitu saja dari genotipe. Sejumlah eksperimen menggunakan $m = 1$ dan $m = 2$ dilakukan pada tahun 2014 untuk menunjukkan bahwa penggunaan representasi fuzzy dapat menghasilkan perilaku yang tangguh. Algoritma ini mengungguli Breeder GA dalam beberapa kasus. Temuan signifikan lainnya adalah bahwa, untuk ukuran populasi kecil, $m = 2$ berkinerja sedikit lebih baik daripada $m = 1$, tetapi untuk ukuran populasi yang lebih besar, kebalikannya yang terjadi.

Secara spesifik, persamaan berikut menentukan setiap parameter pencarian:

$$ps = (pg \cdot 2^l - 1) \cdot R + O \quad (12.2)$$

di mana R mewakili rentang parameter tertentu, O mewakili offset, l mewakili jumlah bit dalam parameter genetik, ps mewakili parameter pencarian, dan pg mewakili parameter genetik. Untuk mendapatkan jawaban yang lebih akurat, jumlah bit biner yang sama dapat digunakan dengan mengubah offset dan rentang.

12.9 PENELITIAN MENDATANG TENTANG FUZZY EAS

Pertimbangan berikut mungkin perlu diperhatikan dalam studi mendatang untuk menciptakan FAGA yang sukses.

- 🔗 **Data Penting untuk FLC:** Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengidentifikasi variabel input yang relevan untuk FLC yang mengatur perilaku GA. Faktor-faktor ini harus mencirikan kondisi populasi atau karakteristik kromosom sehingga pengaturan kontrol dapat dimodifikasi sesuai untuk menghasilkan peningkatan kinerja yang nyata. Dengan demikian, Boulif dan Karim baru-baru ini menyatakan bahwa studi sebelumnya tentang FAGA memungkinkan untuk menciptakan sistem FAGA yang berkinerja jauh

lebih baik daripada GA biasa. Meskipun menarik, publikasi-publikasi ini berfokus pada konsekuensi daripada penyebab yang mendorong upaya GA untuk mencari jawaban yang tepat. Padahal, keragaman populasi, kebugaran rata-rata, dan kecepatan konvergensi adalah input yang digunakan oleh model fuzzy.

✚ **Adaptasi Berbasis Koevolusi dengan Perilaku Fuzzy:** Dua fitur signifikan menjadikan modifikasi pengaturan GA bekerja sama dengan perilaku fuzzy (FB) sebagai pendekatan yang layak untuk penelitian FAGA lebih lanjut: (1) Belum banyak fokus pada penggunaan metode pembelajaran online untuk menciptakan basis aturan FAGA dan (2) adaptasi EA berbasis koevolusi saat ini merupakan bidang studi yang populer. Meskipun aturan fuzzy yang tepat yang menghubungkan fitur-fitur ini dengan tindakan kontrol operator masih belum jelas, sistem fleksibel yang berevolusi bersama dengan FB juga dapat digunakan untuk menyelesaikan situasi di mana fitur induk tertentu dapat meningkatkan efektivitas operator crossover. Metode ini memungkinkan peningkatan kinerja EA dengan menggabungkan pengetahuan spesifik situasi.

12.10 APLIKASI DAN PERLUASAN EA FUZZY

Dimungkinkan untuk merancang EA fuzzy untuk mengatasi masalah spesifik, termasuk tantangan optimasi multimodal. Logika fuzzy juga dapat membantu metaheuristik hibrida kontemporer dalam meningkatkan kinerjanya, yang mengarah pada metaheuristik hibrida fuzzy.

Masalah Optimasi Multimodal

Algoritma evolusi (EA) dasar biasanya akan konvergen ke satu solusi tunggal ketika dihadapkan pada masalah yang memiliki beberapa solusi. Untuk memungkinkan EA secara konsisten menemukan beberapa optima, sejumlah teknik telah diajukan untuk mempertahankan populasi yang beragam selama pencarian. Banyak dari teknik ini mendorong penciptaan ceruk buatan melalui crowding dan sharing, namun, teknik ini juga menambahkan satu atau lebih faktor yang memengaruhi kinerja algoritma, seperti kepadatan crowding atau radius transfer dalam transfer efisiensi. Dalam banyak kasus, solusi dengan lokasi dan jangkauan yang berbeda tidak dapat ditangkap oleh spesifikasi ukuran ceruk yang seragam tanpa juga mendorong ukuran populasi melebihi batas yang dapat diterima.

Oleh karena itu, masih perlu untuk menciptakan teknik ceruk yang secara konsisten dan menguntungkan mengidentifikasi ceruk terbesar, terlepas dari ukuran dan jaraknya. FLC dapat membantu dalam menyesuaikan parameter yang terkait dengan teknik crowding dan sharing. Contoh masukan yang mungkin termasuk metrik keanekaragaman, jumlah habitat yang ada di populasi secara keseluruhan, dll.

Penerapan Alat Fuzzy untuk Meningkatkan Metaheuristik Hibrida

Banyak algoritma pencarian yang tidak sepenuhnya mengikuti prinsip-prinsip metaheuristik klasik tunggal telah dilaporkan dalam beberapa tahun terakhir. Sebaliknya, mereka berupaya memaksimalkan output dari serangkaian metaheuristik (dan bahkan teknik optimasi lainnya) yang saling melengkapi dan memperkuat satu sama lain untuk menciptakan sinergi yang menguntungkan. Metode-metode ini sering disebut metaheuristik hibrida. Mesin



memetik (MA) adalah contoh terkenal dari jenis mesin ini. Untuk menemukan pengaturan yang menguntungkan keduanya, mereka menciptakan pendekatan hibrida di mana LS digunakan dalam konteks algoritma pencarian global seperti EA. Teknik MA tradisional menggunakan operasi pencarian mendalam pada respons yang diperoleh EA untuk meningkatkan akurasi anggota populasi. Komponen penting dari MA adalah jumlah penilaian kebugaran fisik yang dibutuhkan oleh algoritma LS saat berjalan (intensitas LS). Intensitas LS yang terlalu pendek mungkin tidak kompeten untuk menyelidiki wilayah di sekitar jawaban dan, akibatnya, menghambat efektivitas pencarian, sehingga sangat penting untuk memilih intensitas LS yang ideal. Namun, intensitas LS yang terlalu panjang dapat gagal dengan mengonsumsi uji kebugaran tambahan secara tidak perlu. Sebagian besar informasi yang ditemukan tentang penerapan logika fuzzy untuk meningkatkan EA dapat diterapkan kembali untuk meningkatkan fungsionalitas mesin pencari tercanggih yang tersedia saat ini.

12.11 PRINSIP, TAKSONOMI, DAN TANTANGAN MASA DEPAN EA FUZZY DAN GFS

Dalam bab ini, kami memberikan tinjauan komprehensif tentang EA fuzzy dan GFS. Secara khusus, kami meninjau prinsip-prinsip desain utama untuk algoritma ini, merujuk pada penelitian sebelumnya bila sesuai, menawarkan taksonomi untuk masing-masing, dan membahas tentang kemungkinan masa depan dan beberapa kesulitan untuk kedua jalur penelitian ini. Studi ini terutama menunjukkan bahwa EA fuzzy dan GFS telah menggabungkan basis pengetahuan, menjadikannya dua contoh luar biasa dari kerja sama konstruktif di antara teknologi komputasi lunak. Ini juga menunjukkan bahwa masih banyak pertanyaan penelitian menarik yang terkait dengan kedua subjek ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S., Umirzakova, S., Mujtaba, G., Amin, M. S., & Whangbo, T. (2023). Education 5.0: requirements, enabling technologies, and future directions. *arXiv preprint arXiv:2307.15846*.
- Alarabi, K., Alabidi, S., Tairab, H., Pagani, L. S., AlSadrani, B., & Abu Khurma, O. (2025, May). AI's impact on science education: a study of ant and bee mindsets in UAE science classrooms. In *Frontiers in Education* (Vol. 10, p. 1577285). Frontiers Media SA.
- Almulla, M. A. (2023). Constructivism learning theory: A paradigm for students' critical thinking, creativity, and problem solving to affect academic performance in higher education. *Cogent education*, 10(1), 2172929.
- Anselmo, C. T., Foronda, M. S., & Dumelod, D. A. (2025). SMART TOOLS, SMARTER MINDS: AI IN THE SCIENCE CLASSROOM FOR CRITICAL THINKING AND PROBLEM SOLVING. *The completion of AI Innovations in Education: Transforming Teaching and Learning*.
- Asrifan, A., Widyaningrum, A., Ramli, R. B., Riyanti, R., & Sultan, S. (2025). Navigating the AI Era: Enhancing Critical Thinking Skills for Global Challenges. In *Enhancing Classroom Instruction and Student Skills with AI* (pp. 449-480). IGI Global Scientific Publishing.
- Barsoum, S. S., Elnagar, M. S., & Awad, B. M. (2022). The effectiveness of using a cognitive style-based chatbot in developing science concepts and critical thinking skills among preparatory school pupils. *European Scientific Journal, ESJ*, 18(22), 432-448.
- Bowen, J. A., & Watson, C. E. (2025). *Teaching with AI: A practical guide to a new era of human learning*. JHU Press.
- Calma, A., & Davies, M. (2026). Assessing students' critical thinking abilities via a systematic evaluation of essays. *Studies in Higher Education*, 51(2), 422-437.
- Chan, C. K. Y., & Lee, K. K. (2023). The AI generation gap: Are Gen Z students more interested in adopting generative AI such as ChatGPT in teaching and learning than their Gen X and millennial generation teachers? *Smart learning environments*, 10(1), 60.
- Chang, M. (2025). *Critical Thinking and Creative Analogies in Statistics, Science, and Technology: Essential Skills for the AI Era*. CRC Press.
- Chiu, T. K. (2024). The impact of Generative AI (GenAI) on practices, policies and research direction in education: A case of ChatGPT and Midjourney. *Interactive learning environments*, 32(10), 6187-6203.

- Cotič, M., Doz, D., Jenko, M., & Žakelj, A. (2024). Mathematics education: What was it, what is it, and what will it be? *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 19(3), em0783.
- Dawani, S. (2023). Integrating artificial intelligence into creativity education: Developing a creative problem-solving course for higher education.
- Flores-Viva, J. M., & García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflections on the ethics, potential, and challenges of artificial intelligence in the framework of quality education (SDG4). *Comunicar: Media Education Research Journal*, 31(74), 35-44.
- Fütterer, T., Fischer, C., Alekseeva, A., Chen, X., Tate, T., Warschauer, M., & Gerjets, P. (2023). ChatGPT in education: global reactions to AI innovations. *Scientific reports*, 13(1), 15310.
- Garbuio, M., & Lin, N. (2021). Innovative idea generation in problem finding: Abductive reasoning, cognitive impediments, and the promise of artificial intelligence. *Journal of Product Innovation Management*, 38(6), 701-725.
- Ghamrawi, N., Shal, T., & Ghamrawi, N. A. (2024). Exploring the impact of AI on teacher leadership: regressing or expanding? *Education and Information Technologies*, 29(7), 8415-8433.
- Hebebcı, M. T., & Usta, E. (2022). The effects of integrated STEM education practices on problem solving skills, scientific creativity, and critical thinking dispositions. *Participatory Educational Research*, 9(6), 358-379.
- Hutson, J. (2024). Rethinking plagiarism in the era of generative AI. *Journal of Intelligent Communication*, 4(1).
- Ilgun Dibek, M., Sahin Kursad, M., & Erdogan, T. (2025). Influence of artificial intelligence tools on higher order thinking skills: A meta-analysis. *Interactive Learning Environments*, 33(3), 2216-2238.
- Jaiswal, A., Arun, C. J., & Varma, A. (2023). Rebooting employees: Upskilling for artificial intelligence in multinational corporations. In *Artificial intelligence and international HRM* (pp. 114-143). Routledge.
- Karataş, F., Abedi, F. Y., Ozek Gunyel, F., Karadeniz, D., & Kuzgun, Y. (2024). Incorporating AI in foreign language education: An investigation into ChatGPT's effect on foreign language learners. *Education and Information Technologies*, 29(15), 19343-19366.

- Khalifa, M., & Albadawy, M. (2024). Using artificial intelligence in academic writing and research: An essential productivity tool. *Computer methods and programs in biomedicine update*, 5, 100145.
- Khang, A., Shah, V., & Rani, S. (Eds.). (2023). *Handbook of Research on AI-Based Technologies and Applications in the Era of the Metaverse*. IGI Global.
- Kim, J. (2024). Leading teachers' perspective on teacher-AI collaboration in education. *Education and information technologies*, 29(7), 8693-8724.
- Kostka, I., & Toncelli, R. (2023). Exploring applications of ChatGPT to English language teaching: Opportunities, challenges, and recommendations. *Tesl-ej*, 27(3), n3.
- Lee, D., & Palmer, E. (2025). Prompt engineering in higher education: a systematic review to help inform curricula. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22(1), 7.
- Li, Z., Cai, X., Kuznetsova, M., & Kurilova, A. (2022). Assessment of scientific thinking and creativity in an electronic educational environment. *International Journal of Science Education*, 44(3), 463-486.
- Lin, H., & Chen, Q. (2024). Artificial intelligence (AI)-integrated educational applications and college students' creativity and academic emotions: students and teachers' perceptions and attitudes. *BMC psychology*, 12(1), 487.
- Mafarja, N., Zulnaidi, H., & Mohamad, M. M. (2025). Developing Critical Thinking Skills Through AI-Enhanced Science Education for Sustainability. In *Rethinking the Pedagogy of Sustainable Development in the AI Era* (pp. 173-196). IGI Global Scientific Publishing.
- Martinez, C. M., Roger-Monzo, V., & Sirvent, F. C. (2025). Generative AI and critical thinking in online higher education: challenges and opportunities. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 28(2), 233-273.
- Michel-Villarreal, R., Vilalta-Perdomo, E., Salinas-Navarro, D. E., Thierry-Aguilera, R., & Gerardou, F. S. (2023). Challenges and opportunities of generative AI for higher education as explained by ChatGPT. *Education sciences*, 13(9), 856.
- Mogavi, R. H., Deng, C., Kim, J. J., Zhou, P., Kwon, Y. D., Metwally, A. H. S., ... & Hui, P. (2023). Exploring user perspectives on chatgpt: Applications, perceptions, and implications for ai-integrated education. *arXiv preprint arXiv:2305.13114*.
- Musazade, N., Mezei, J., & Wang, X. (2025). Exploring the impact of AI tools on cognitive skills: A comparative analysis. *Algorithms*, 18(10), 631.

- Papaneophytou, C., & Nicolaou, S. A. (2025). Promoting critical thinking in biological sciences in the era of artificial intelligence: The role of higher education. *Trends in Higher Education*, 4(2), 24.
- Relmasira, S. C., Lai, Y. C., & Donaldson, J. P. (2023). Fostering AI literacy in elementary science, technology, engineering, art, and mathematics (STEAM) education in the age of generative AI. *Sustainability*, 15(18), 13595.
- Ruiz-Rojas, L. I., Salvador-Ullauri, L., & Acosta-Vargas, P. (2024). Collaborative working and critical thinking: Adoption of generative artificial intelligence tools in higher education. *Sustainability*, 16(13), 5367.
- Saddhono, K., Suhita, R., Rakhmawati, A., Rohmadi, M., & Sukmono, I. K. (2024, November). AI and literacy: Developing critical thinking and analytical skills in the digital era. In *2024 International Conference on IoT, Communication and Automation Technology (ICICAT)* (pp. 360-365). IEEE.
- Sallam, M., Salim, N. A., Barakat, M., & Al-Tammemi, A. A. B. (2023). ChatGPT applications in medical, dental, pharmacy, and public health education: A descriptive study highlighting the advantages and limitations. *Narra j*, 3(1), e103.
- Shah, S. S., & Asad, M. M. (2024). Impact of critical thinking approach on learners' dependence on innovative transformation through artificial intelligence.
- Shahzad, S. A., Raza, M. M., Malhi, S. D., ul Ain, Q., & Malhi, D. K. (2025). Integrating Artificial Intelligence to Foster Critical Thinking and Problem-Solving In 21st-Century Classrooms. *Research Journal for Social Affairs*, 3(5), 635-648.
- Singh, A. (2026). Beyond Content Creation: Emphasizing Critical Thinking and Problem-Solving with Artificial Intelligence. In *Leveraging AI for Future-Ready Writing Education* (pp. 391-410). IGI Global Scientific Publishing.
- Somia, T., & Vecchiarini, M. (2024). Navigating the new frontier: the impact of artificial intelligence on students' entrepreneurial competencies. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 30(11), 236-260.
- Suryanto, A. F., Wajdi, M., Sahoo, P. K., Wu, Q., Yusof, N. M., & Chan, Y. F. (2025). The impact of artificial intelligence on logic skills, critical thinking, and student creativity. *Journal of Language, Literature, Social and Cultural Studies*, 3(3), 283-299.
- Taani, O., & Alabidi, S. (2025). ChatGPT in education: Benefits and challenges of ChatGPT for mathematics and science teaching practices. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 56(9), 1748-1777.

- Vilakati, S., Dlamini, T., & Shongwe, S. (2025). Exploratory Learning in Statistics Education Through Generative AI: A Constructivist Approach with Case Studies.
- Wang, J. Q., Liu, G., & Lei, Y. (2025). Reaffirming the importance of traditional humanities in the era of AI-enhanced translation and transcultural communication: JQ Wang et al. *International Communication of Chinese Culture*, 12(2), 277-311.
- Whig, P., Sharma, P., Elngar, A. A., & Silva, N. (Eds.). (2026). *Quantum learning: Bridging artificial intelligence, quantum computing, and data science in education*. CRC Press.
- Wingström, R., Hautala, J., & Lundman, R. (2024). Redefining creativity in the era of AI? Perspectives of computer scientists and new media artists. *Creativity Research Journal*, 36(2), 177-193.
- Zhang, K., Zhang, X., Wu, W., Wu, S., Cai, S., & Shen, H. (2025). Redefining design competence: A framework for equipping product designers in the generative AI era. *The Design Journal*, 28(3), 452-474.
- Zouhaier, S. (2023). The impact of artificial intelligence on higher education: An empirical study. *European Journal of Educational Sciences*, 10(1), 17-33.

BISNIS CERDAS

berbasis

AI, ML dan IoT

Dr. Ir. 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, ilmu sosiologi dan ilmu hukum. 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), Ilmu Perpajakan.

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

ISBN 978-634-7695-07-9 (PDF)



9

786347

695079