REVOLUSI PENDIDIKAN
BERBASIS
TEKNOLOGI AI

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

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

REVOLUSI PENDIDIKAN BERBASIS TEKNOLOGI AI

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

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

ISBN 978-634-7695-33-8 (PDF)
9 786347 695338

REVOLUSI PENDIDIKAN BERBASIS TEKNOLOGI AI

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

ISBN : 978-634-7695-33-8 (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 Yunianto, S.Ds., M.Kom

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

Anggota IKAPI No: 279 / ALB / JTE / 2023

Redaksi :
Jl. Majapahit no 605 Semarang
Telp. 08122925000
Fax. 024-6710144
Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

Distributor Tunggal :
Universitas STEKOM
Jl. Majapahit no 605 Semarang
Telp. 08122925000
Fax. 024-6710144
Email : info@stekom.ac.id

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin dari penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya buku ajar ini dapat disusun dan disajikan kepada para pendidik, peneliti, dan pemangku kepentingan pendidikan. Judul buku ini, REVOLUSI PENDIDIKAN BERBASIS TEKNOLOGI AI, lahir dari kebutuhan mendesak untuk memahami dan mengarahkan transformasi pendidikan yang dipacu oleh kemajuan kecerdasan buatan (AI), edge computing, IoT, dan konvergensi teknologi komunikasi modern seperti 5G. Buku ini ditujukan untuk dosen, pengembang kurikulum, pengambil kebijakan, dan praktisi pendidikan yang ingin mengintegrasikan AI secara bertanggung jawab, efektif, dan etis ke dalam proses pembelajaran, infrastruktur sekolah, serta tata kelola pendidikan.

Buku ini disusun secara sistematis dalam 16 bab untuk memberikan landasan teoritis, analisis kebijakan, studi kasus praktis, serta panduan teknis bagi implementasi AI dalam konteks pendidikan kontemporer. Setiap bab dilengkapi dengan kajian konsep, tinjauan literatur, tantangan implementasi, serta rekomendasi untuk praktik dan kebijakan. Di bawah ini disajikan ringkasan dan penjabaran tiap bab untuk membantu pembaca memahami kontribusi masing-masing bagian terhadap gambaran besar transformasi pendidikan berbasis AI.

Bab 1 — FASILITAS CERDAS AI UNTUK SEKOLAH MODERN, Bab pembuka menjelaskan urgensi modernisasi fasilitas pendidikan melalui adopsi solusi AI. Dimulai dengan pendahuluan yang memetakan perubahan kebutuhan sekolah modern, bab ini membahas konsep modernisasi pendidikan AI, jenis fasilitas cerdas (seperti ruang kelas adaptif, sistem manajemen energi, keamanan pintar, perpustakaan digital), dan kategori infrastruktur yang perlu dimodernisasi (jaringan, sensor, perangkat edge, platform manajemen). Di akhir dibahas prospek masa depan pendidikan di tangan AI dan refleksi tentang transformasi infrastruktur sekolah yang berkelanjutan.

Bab 2 — PEMANTAUAN SISTEMATIS AI DALAM INDUSTRI PENDIDIKAN, Bab ini menyoroti pentingnya integrasi AI pada skala industri pendidikan. Termasuk urgensi dan manfaat integrasi, tinjauan literatur penerapan AI dalam pendidikan, kaitan dengan evolusi Industri 4.0 dan ekosistem digital global, serta contoh kasus implementasi praktis. Fokusnya pada mekanisme pemantauan dan evaluasi sistem AI untuk memastikan efektivitas, akuntabilitas, dan skalabilitas solusi edutech.

Bab 3 — KECERDASAN MESIN DALAM PENDIDIKAN BERKELANJUTAN, Bab ini menguraikan pergeseran paradigma menuju kecerdasan mesin (machine intelligence) dalam konteks pendidikan berkelanjutan. Disajikan landasan konseptual, dimensi kecerdasan mesin yang mempengaruhi proses belajar, teknologi pendukung (machine learning, deep learning, knowledge graphs), serta pembahasan pentingnya etika, kebijakan, privasi, tata kelola dan standardisasi. Bab juga menampilkan model implementasi sistem pembelajaran cerdas dan menutup dengan prospek serta kesenjangan pembelajaran yang perlu ditindaklanjuti.

Bab 4 — PERKEMBANGAN BARU AI DALAM TEKNOLOGI PENDIDIKAN, Bab ini memetakan teknologi AI fundamental yang mendorong inovasi di bidang pendidikan, seperti NLP, computer vision, recommender systems, dan automated assessment. Diuraikan aplikasi inovatif (tutor virtual, analitik prediktif, content generation), peran AI dalam pembuatan dan manajemen konten, tren terkini, hambatan integrasi di lapangan, dan tantangan adopsi. Bab ditutup dengan prospek masa depan dan arahan praktik terbaik.

Bab 5 — MASA DEPAN APLIKASI AI DALAM PENDIDIKAN, Bab yang bersifat futuristik sekaligus praktis ini mengeksplorasi peluang, tantangan, dan peta jalan panggunaan AI dalam pendidikan. Dimulai dari kondisi saat ini, disajikan inventaris aplikasi yang sedang digunakan, tren inovasi, isu implementasi, ruang lingkup peluang masa depan, serta rekomendasi kebijakan dan roadmap strategis untuk lembaga pendidikan dan pembuat kebijakan dalam mempersiapkan transisi.

Bab 6 — KECERDASAN BUATAN DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF, Bab ini fokus pada peran AI untuk mendukung pembelajaran kolaboratif. Diperinci teknik AI yang relevan (analitik sosial, agent-based support, collaborative filtering), implementasi pada pembelajaran tatap muka dan online, mekanisme personalisasi pembelajaran kolaboratif, serta pertimbangan etika. Juga dibahas potensi integrasi AI dengan metaverse untuk menciptakan ruang kolaborasi imersif.

Bab 7 — PEMBELAJARAN KOLABORATIF BERBASIS AI PADA PENDIDIKAN HIBRIDA, Bab lanjutan yang membahas desain dan penerapan kolaborasi berbasis AI dalam model hibrida (gabungan tatap muka dan daring). Mengulas era baru kolaborasi pendidikan, perbandingan peran AI di lingkungan tatap muka versus daring, tantangan etis, dan strategi merancang ruang kolaborasi yang adil dan inklusif dengan dukungan AI.

Bab 8 — MASA DEPAN PENDIDIKAN DI ERA AI DAN CHATGPT, Bab ini mengkaji dampak luas AI generatif (termasuk model bahasa besar seperti ChatGPT) terhadap pedagogi, integritas akademik, dan etika. Menyediakan sintesis akademis dan sisi disruptif AI, kerangka teoritis dan pedagogis, pendekatan metodologis untuk integrasi, pembelajaran adaptif, isu keaslian akademik, serta strategi implementasi dan kebijakan penggunaan AI secara bertanggung jawab di institusi pendidikan.

Bab 9 — TEKNOLOGI AI EDGE DAN IOT DI SEKOLAH PINTAR, Bab teknis yang membahas implementasi Edge AI dan IoT di lingkungan sekolah cerdas: area aplikasi (monitoring lingkungan, keamanan, pembelajaran berbasis sensor), arsitektur edge-to-cloud, hambatan adopsi, peran edge AI untuk IoT dalam pedagogi, kelebihan dan kekurangan, serta pertimbangan desain saat menciptakan lingkungan pembelajaran adaptif yang real-time dan hemat sumber daya.

Bab 10 — DESAIN SISTEM REKOMENDASI PENILAIAN CERDAS ADAPTIF, Bab ini menyajikan paradigma pengembangan materi dan asesmen adaptif berbasis AI. Termasuk fondasi teori pembelajaran adaptif, survei sistem multi-agen AI, rekayasa konten dan strategi pembelajaran cerdas, arsitektur agen, model kognitif yang mengacu taksonomi Bloom, implementasi pada sistem tertanam, perbandingan arsitektur LLM tunggal versus multi-LLM/agen, serta tantangan dan solusi untuk skala dan akurasi penilaian adaptif.

Bab 11 — PERAN AI DAN SENSOR DALAM PEMBELAJARAN KONTEMPORER, Bab ini menghubungkan pedagogi berbasis AI dengan teknologi sensor. Dibahas penggunaan sensor cerdas (mis. IoT, wearable) dan teknik analitik terkait untuk mengukur keterlibatan, emosi, dan kondisi fisik siswa; metode analisis data; mekanisme umpan balik instruksional; serta prospek dan hambatan integrasi sensor-AI dalam praktik pembelajaran sehari-hari.

Bab 12 — TRANSFORMASI PENDIDIKAN AI DI EKOSISTEM 5G, Bab ini memaparkan pengaruh 5G terhadap penerapan AI di pendidikan: konteks perkembangan, langkah implementasi, sinergi AI-5G untuk pembelajaran jarak jauh berkecepatan tinggi dan layanan real-time, batu sandungan ekosistem digital, serta arah kebijakan dan solusi untuk mendukung konvergensi teknologi tersebut secara inklusif.

Bab 13 — KEMAJUAN DAN INOVASI AI PENDIDIKAN, Bab yang merangkum evolusi, perkembangan baru, dan praktik inovatif AI dalam pendidikan. Memuat studi kasus

implementasi praktis, pendekatan inovatif dalam desain kurikulum dan pembelajaran, tren masa depan, serta peran AI sebagai katalisator transformasi pendidikan modern dan adaptasi lingkungan pembelajaran campuran.

Bab 14 — PERAN AI DAN TEKNOLOGI 5G DALAM PENDIDIKAN, Bab ini memperdalam hubungan sinergis antara AI dan 5G dalam konteks pendidikan: motivasi pengembangan, dasar-dasar teknis, contoh penggunaan saat ini, manfaat sinergi AI-5G, tantangan implementasi, serta cara meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa melalui platform pembelajaran berbasis AI yang didukung jaringan cepat dan andal.

Bab 15 — AI GENERATIF PADA KURIKULUM DAN DESAIN PEMBELAJARAN, Bab khusus tentang integrasi AI generatif ke dalam kurikulum dan desain pembelajaran. Menguraikan metode integrasi, teknik embedding AI generatif ke materi ajar, penyesuaian kurikulum, serta strategi peningkatan berkelanjutan untuk memastikan relevansi, kualitas, dan etika penggunaan model generatif dalam proses pendidikan dan penilaian.

Bab 16 — TINJAUAN KOMPREHENSIF SISTEM PEMBELAJARAN OTOMATIS, Bab penutup yang memberikan pengantar komprehensif pada sistem pembelajaran otomatis (automated learning systems), topik terkait (termasuk gangguan muskuloskeletal berbasis kelas sebagai studi kasus ergonomi dan kesehatan lingkungan belajar), interpretasi sistem, dan kesimpulan praktis untuk pengembangan lebih lanjut serta arah penelitian mendatang.

Buku ajar ini disusun untuk menjadi panduan praktis sekaligus reflektif yang membantu institusi pendidikan mengelola transformasi digital yang dipimpin AI. Kami menyadari bahwa integrasi teknologi bukan sekadar adopsi teknis, tetapi juga perubahan budaya, kebijakan, dan kompetensi yang harus dikembangkan secara bersama. Oleh karena itu, setiap bab menyajikan kombinasi teori, studi kasus, dan rekomendasi kebijakan agar pengambil keputusan, dosen, dan praktisi dapat merancang implementasi yang efektif, inklusif, dan etis.

Terima kasih kepada rekan-rekan penulis, reviewer, institusi mitra, mahasiswa yang telah memberikan masukan, serta tim teknis yang membantu pengumpulan referensi dan ilustrasi. Kehadiran buku ini diharapkan mendorong diskusi, penelitian, dan aksi nyata dalam merevolusi pendidikan melalui teknologi AI.

Semarang, Juli 2026
Penulis

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

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **ii**
DAFTAR ISI ..... **v**
BAB 1 FASILITAS CERDAS AI UNTUK SEKOLAH MODERN **1**
1.1 Pendahuluan 1
1.2 Modernisasi Dalam Pendidikan AI 3
1.3 Fasilitas Cerdas Berbasis AI Untuk Sekolah Modern 5
1.4 Kategori Fasilitas Yang Dimodernisasi 10
1.5 Masa Depan Pendidikan Di Tangan Kecerdasan Buatan 16
1.6 Refleksi Transformasi Infrastruktur AI Sekolah 19
BAB 2 PEMANTAUAN SISTEMATIS AI DALAM INDUSTRI PENDIDIKAN **20**
2.1 Urgensi Integrasi AI Pendidikan 20
2.2 Kajian Literatur Penerapan AI Di Bidang Pendidikan 22
2.3 Evolusi Industri 4.0 Dan Ekosistem Digital Global 25
2.4 Evolusi Sistem Pendidikan Modern 26
2.5 Peran Kecerdasan Buatan 27
2.6 Manfaat Integrasi AI Dalam Pendidikan 28
2.7 Kasus Dan Implementasi Praktis 29
BAB 3 KECERDASAN MESIN DALAM PENDIDIKAN BERKELANJUTAN **32**
3.1 Pergeseran Paradigma Menuju Kecerdasan Mesin 32
3.2 Landasan Konseptual Kecerdasan Mesin Dalam Pendidikan 34
3.3 Dimensi Kecerdasan Mesin Yang Mempengaruhi Pendidikan 37
3.4 Pendukung Teknologi Kecerdasan Mesin Dalam Pendidikan 40
3.5 Pertimbangan Etika, Kebijakan, Dan Privasi 42
3.6 Kebijakan, Tata Kelola, Dan Standardisasi 43
3.7 Implementasi Sistem Pembelajaran Cerdas 46
3.8 Prospek Masa Depan Dan Kesenjangan Pembelajaran 47
3.9 Intisari Integrasi Kecerdasan Mesin 49
BAB 4 PERKEMBANGAN BARU AI DALAM TEKNOLOGI PENDIDIKAN **50**
4.1 AI Dalam Teknologi Pendidikan 50
4.2 Teknologi AI Fundamental Yang Mendorong Pendidikan Modern 51
4.3 Aplikasi AI Inovatif Dalam Pendidikan 55
4.4 AI Dalam Pembuatan Dan Manajemen Konten Pendidikan 60
4.5 Tren Terkini Dan Perkembangan Baru 62
4.6 Praktik Lapangan Dan Hambatan Integrasi AI 64
4.7 Tantangan Dalam Mengadopsi AI Di Bidang Pendidikan 67
4.8 Prospek Masa Depan Dan Arah Pembelajaran 69
4.9 Penutup 70

BAB 5 MASA DEPAN APLIKASI AI DALAM PENDIDIKAN 72
5.1 Eksplorasi Peluang, Tantangan, Dan Masa Depan AI 72
5.2 AI Dalam Pendidikan Saat Ini: Di Mana Kita Sekarang? 73
5.3 Aplikasi AI Saat Ini Dalam Pendidikan 74
5.4 Tren Dan Inovasi Yang Muncul Dalam AI Untuk Pendidikan 77
5.5 Tantangan Dalam Menerapkan AI Di Bidang Pendidikan 79
5.6 Ruang Lingkup Dan Peluang Masa Depan AI Di Bidang Pendidikan 83
5.7 Rekomendasi Kebijakan Dan Peta Jalan Strategis 87
5.8 Menatap Masa Depan Pendidikan Berbasis Kecerdasan Buatan 89
BAB 6 KECERDASAN BUATAN DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF 91
6.1 Pengantar AI Dalam Pembelajaran Kolaboratif 91
6.2 Teknik AI Untuk Pembelajaran Kolaboratif 96
6.3 AI Dalam Pembelajaran Kolaboratif Tatap Muka 103
6.4 AI Dalam Pembelajaran Kolaboratif Online 106
6.5 Personalisasi Pembelajaran Berbasis AI 108
6.6 Pertimbangan Dan Tantangan Etika 109
6.7 AI Dan Metaverse Dalam Pembelajaran Kolaboratif 111
BAB 7 PEMBELAJARAN KOLABORATIF BERBASIS AI PADA PENDIDIKAN HIBRIDA 113
7.1 Pendahuluan 113
7.2 Era Baru Kolaborasi Pendidikan Berbasis AI 113
7.3 Peran AI Dalam Pembelajaran Kolaboratif 114
7.4 AI Dalam Kolaborasi Tatap Muka Vs Daring 122
7.5 Tantangan Dan Pertimbangan Etis 125
7.6 Evolusi Kolaborasi Pembelajaran Berbasis AI 126
7.7 Merancang Ruang Kolaborasi Yang Adil Dan Inklusif Berbantuan AI 127
BAB 8 MASA DEPAN PENDIDIKAN DI ERA AI DAN CHATGPT 129
8.1 Lanskap Global Implementasi Ai Dalam Aspek Pedagogi Dan Etika 129
8.2 Sintesis Akademis Dan Sisi Disruptif Kecerdasan Buatan 130
8.3 Kerangka Teoretis Dan Landasan Pedagogi 134
8.4 Pendekatan Metodologis Untuk Integrasi Ai 136
8.5 Pembelajaran Yang Disesuaikan Dan Pembelajaran Adaptif 138
8.6 Isu Integritas Dan Keaslian Akademik 140
8.7 Strategi Implementasi Dan Praktik Terbaik 144
8.8 Arah Masa Depan Dan Implikasi Pembelajaran 147
8.9 Arahan Strategis Dan Kebijakan Penggunaan Ai 149
8.10 Menyongsong Transformasi Ai Dalam Pembelajaran Kontemporer 150
BAB 9 TEKNOLOGI AI EDGE DAN IOT DI SEKOLAH PINTAR 152
9.1 Pengantar Implementasi Edge AI Iot Di Lingkungan Pendidikan 152
9.2 Beragam Area Aplikasi Edge AI Di Lingkungan Cerdas 153
9.3 Ai Edge Untuk Iot Dalam Pendidikan 154
9.4 Hambatan Dalam Edge Ai Untuk Adaptasi Iot Di Lingkungan Pendidikan 157

9.5 Peran Edge Ai Untuk Iot Dalam Sistem Pendidikan Cerdas 159
9.6 Edge Ai Untuk Aplikasi Iot Dalam Pedagogi Pengajaran-Pembelajaran 160
9.7 Kelebihan Dan Kekurangan Edge Ai Untuk Iot Di Bidang Pendidikan..... 164
9.8 Pertimbangan Saat Menciptakan Lingkungan Pendidikan Cerdas 165
9.9 Sintesis Akhir Dan Prospek Lingkungan Pembelajaran Cerdas Adaptif 165
BAB 10 DESAIN SISTEM REKOMENDASI PENILAIAN CERDAS ADAPTIF 167
10.1 Paradigma Baru Pengembangan Materi Dan Asesmen Cerdas..... 167
10.2 Fondasi Sejarah Dan Teori Pembelajaran Adaptif 168
10.3 Survei Tentang Sistem AI Multi-Agen 169
10.4 Rekayasa Konten Dan Strategi Pembelajaran Cerdas..... 170
10.5 Pendekatan Komprehensif Dalam Evaluasi Edukasi AI..... 170
10.6 Tantangan Dan Kesenjangan Dalam AI Pendidikan Multi-Agen 171
10.7 Problematika Konten Dan Kognitif AI Pendidikan 172
10.8 Arsitektur Agen Berbasis Kru..... 175
10.9 Model Kognitif Dan Taksonomi Bloom Dalam Pendidikan 181
10.10 Implementasi Sistem Untuk Pembelajaran Sistem Tertanam 184
10.11 Keterbatasan Platform Pendidikan AI Yang Ada 187
10.12 Peningkatan Kuantitatif 189
10.13 Komparatif AI Agentik Dan Sistem LLM Tunggal 191
10.14 Perbandingan LLM Tunggal Versus Beberapa LLM Untuk AI Agen..... 195
BAB 11 PERAN AI DAN SENSOR DALAM PEMBELAJARAN KONTEMPORER 199
11.1 Pedagogi Berbasis Ai & Sensor 199
11.2 Penggunaan Sensor Cerdas Dan Teknik Terkait..... 202
11.3 Menganalisis Dan Memahami Data 212
11.4 Umpan Balik Dari Mahasiswa Dan Evaluasi Instruksi Di Kelas 215
10.5 Prospek Dan Hambatan Integrasi Sensor Ai Dalam Pendidikan..... 216
BAB 12 TRANSFORMASI PENDIDIKAN AI DI EKOSISTEM 5G 218
12.1 Pendidikan Cerdas Berbasis Ai Dan 5g 218
12.2 Konteks Dan Perkembangan..... 218
12.3 Langkah Implementasi Ai Di Ekosistem 5g 220
12.4 Ai Dan 5g Dalam Pendidikan 224
12.5 Batu Sandungan Ekosistem Digital 226
12.6 Arah Kebijakan Dan Solusi 227
12.7 Implementasi Global Konvergensi Ai Dan 5g Dalam Pendidikan 228
12.8 Masa Depan Teknologi Dan Tata Kelola Ai 229
BAB 13 KEMAJUAN DAN INOVASI AI PENDIDIKAN..... 231
13.1 Pengantar AI Dalam Pendidikan 231
13.2 Evolusi AI Dalam Pendidikan 234
13.3 Perkembangan Baru Dalam AI Untuk Pendidikan 237
13.4 Praktik Inovatif Dalam Pendidikan Berbasis AI..... 242
13.5. Implementasi Praktis AI Dalam Pendidikan..... 248

13.6 Tren Dan Tantangan Masa Depan AI Dalam Pendidikan 250
13.7 Lingkungan Pembelajaran Campuran..... 252
13.8 Ai Sebagai Katalis Transformasi Pendidikan Modern 255
BAB 14 PERAN AI DAN TEKNOLOGI 5G DALAM PENDIDIKAN 257
14.1 Pendahuluan..... 257
14.2 Motovasi Dalam Pengembangan Ai Dalam Dunia Pendidikan 258
14.3 Dasar-Dasar AI Dan 5G Dalam Pendidikan 262
14.4 Penggunaan AI Dalam Pendidikan Saat Ini..... 266
14.5 Peran Sinergis AI Dalam Ekosistem Pendidikan Yang Didukung 5G 270
14.6 Tantangan Implementasi AI Dalam Pendidikan..... 274
14.7 Peningkatan Keterlibatan Dan Motivasi Siswa 278
14.8 Platform Pembelajaran Berbasis AI 284
14.9 Kesimpulan 286
BAB 15 AI GENERATIF PADA KURIKULUM DAN DESAIN PEMBELAJARAN..... 287
15.1 Pendahuluan..... 287
15.2 Integrasi Ai Generatif Pada Kurikulum Dan Desain Pembelajaran 287
15.3 Metode Mengintegrasikan Ai Generatif..... 289
15.4 Penyesuaian Dan Penyematan Kurikulum Dan Desain Pembelajaran 299
15.5 Peningkatan Berkelanjutan..... 301
BAB 16 TINJAUAN KOMPREHENSIF SISTEM PEMBELAJARAN OTOMATIS 302
16.1 Pengenalan Pembelajaran Otomatis 302
16.2 Gangguan Muskuloskeletal Berbasis Kelas..... 306
16.3 Interpretasi Sistem Pembelajaran Otomatis 311
16.4 Kesimpulan 311
DAFTAR PUSTAKA 313

BAB 1
FASILITAS CERDAS AI UNTUK SEKOLAH MODERN

1.1 PENDAHULUAN

Operasi sekolah, pembelajaran mahasiswa, dan prestasi akademik semuanya sedang diubah oleh integrasi kecerdasan buatan (AI) ke dalam sistem pendidikan. Mengingat kemajuan teknologi yang luar biasa dalam 10 tahun terakhir, fasilitas cerdas yang digerakkan oleh AI telah menjadi kekuatan yang mengubah permainan dalam pendidikan kontemporer. Efisiensi, keamanan, dan pendidikan individual semuanya dibawa ke tingkat yang lebih tinggi oleh lembaga-lembaga ini. Dengan menggabungkan analitik yang digerakkan oleh AI, otomatisasi, dan Internet of Things (IoT), sistem cerdas ini bertujuan untuk membuat sekolah berjalan lebih lancar, membuat mahasiswa lebih terlibat, dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih aman dan mudah beradaptasi. Seiring dengan kesadaran para pendidik dan pembuat undang-undang akan kebutuhan untuk memperbarui lingkungan pendidikan, solusi berbasis AI semakin berperan penting dalam membentuk sekolah masa depan. Gagasan bahwa sekolah perlu diperbarui semakin mendapat dukungan.

Aplikasi AI dalam Lingkungan Akademik

Dari awal yang sederhana sebagai alat bantu dalam bidang pendidikan, AI telah berkembang pesat menjadi bagian penting dari cara lembaga beroperasi. Salah satu aplikasi AI pertama adalah dalam sistem pembelajaran adaptif, yang menyesuaikan pelajaran dengan kebutuhan unik setiap mahasiswa. Sebaliknya, AI sekarang berfungsi sebagai pengelola seluruh fasilitas, mengawasi segala hal mulai dari sistem keamanan cerdas hingga alur kerja administratif otomatis dan desain bangunan hemat energi. Di seluruh dunia, sekolah-sekolah menerapkan sistem AI untuk menyederhanakan tugas-tugas rutin mereka, yang pada gilirannya memungkinkan penggunaan sumber daya yang lebih baik dan lingkungan belajar yang lebih mudah bagi semua pihak yang terlibat.

Pemanfaatan teknologi berbasis AI di lembaga pendidikan bukan hanya menandakan perkembangan teknologi baru, tetapi juga perubahan besar. Semakin banyak lembaga pendidikan modern yang beralih dari metode administrasi kuno dan kemewahan menuju lingkungan cerdas yang dapat secara dinamis menyesuaikan diri dengan kebutuhan mahasiswa dan pengajar. Pergeseran ini memungkinkan sekolah untuk meninggalkan model satu ukuran untuk semua dan sebagai gantinya menciptakan ekosistem di mana AI meningkatkan setiap bagian pendidikan, mulai dari mempersonalisasi pelajaran untuk setiap mahasiswa hingga memprediksi kapan gedung sekolah membutuhkan perbaikan.

Bangunan Cerdas yang Didorong oleh AI: Keunggulan dan Karakteristik Esensialnya

Kemampuan fasilitas cerdas yang didorong oleh AI untuk meningkatkan keamanan lembaga pendidikan adalah salah satu fitur yang paling menonjol. Sistem pengawasan bertenaga AI dapat mendeteksi potensi bahaya, melacak keberadaan mahasiswa, dan memverifikasi kepatuhan mereka terhadap peraturan sekolah secara real-time. Perangkat lunak pengenalan wajah, kontrol akses biometrik, dan deteksi anomali bertenaga AI dapat

bekerja sama untuk menjadikan sekolah tempat belajar yang lebih aman. Kini dimungkinkan untuk mendeteksi akses tidak sah dan menghilangkan ancaman dengan menggunakan teknologi ini.

Sangat penting juga untuk memikirkan otomatisasi tugas administratif. Dengan menggunakan chatbot dan asisten virtual bertenaga AI, administrator sekolah dapat menyederhanakan komunikasi dengan orang tua dan mahasiswa, serta menangani pertanyaan dan menjadwalkan pertemuan. Pengurangan beban administratif ini memungkinkan fakultas dan staf untuk lebih fokus pada komponen pembelajaran dan pertumbuhan dalam pendidikan. Selain itu, pilihan berbasis data, termasuk alokasi sumber daya, evaluasi kinerja mahasiswa, dan penjadwalan pemeliharaan, dapat dibantu oleh analitik prediktif dalam administrasi sekolah. Cara lain di mana AI merevolusi pendidikan adalah melalui lingkungan pembelajaran cerdas. Munculnya papan tulis interaktif bertenaga AI, pengajar AI yang dipersonalisasi, dan teknologi penerjemahan bahasa waktu nyata telah menghasilkan sesi pembelajaran yang lebih inklusif dan menarik. Dengan mengpemeriksaan tanggapan mahasiswa, menyesuaikan materi pendidikan dengan tanggapan tersebut, dan memberikan umpan balik tepat waktu, teknologi ini memastikan bahwa tidak ada mahasiswa yang tertinggal karena perbedaan gaya atau kecepatan belajar.

Keberlanjutan dalam Konsumsi Energi dan Praktik Sekolah Hijau

Pengembangan lingkungan sekolah yang hemat energi merupakan komponen kunci dari fokus infrastruktur pendidikan modern yang semakin meningkat pada keberlanjutan, yang pada gilirannya sangat bergantung pada AI. Sistem manajemen energi cerdas berbasis AI meningkatkan pemanasan, pendinginan, dan penerangan di lembaga pendidikan dengan mengpemeriksaan tren konsumsi energi. Dengan memangkas biaya operasional dan emisi karbon semaksimal mungkin, hal ini membantu lembaga pendidikan dalam mencapai tujuan keberlanjutan global mereka. Kondisi optimal fasilitas pendidikan juga dipastikan oleh pemeliharaan prediktif yang dimungkinkan oleh AI. Pembelajaran mesin memiliki potensi untuk memprediksi potensi masalah pada mesin dengan terus-menerus memindai jaringan listrik, perpipaan, dan pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC). Baik waktu henti maupun biaya pemeliharaan menurun sebagai akibatnya. Peningkatan di bidang ini tidak hanya membuat bangunan sekolah bertahan lebih lama, tetapi juga membantu menciptakan sistem pendidikan yang lebih berkelanjutan dan terjangkau.

Memikirkan Pertimbangan yang Sulit dan Etis

Ada banyak keuntungan dari bangunan pintar yang didorong oleh AI, tetapi ada juga beberapa tantangan dalam memasang fasilitas ini. Sekolah semakin banyak menggunakan teknologi pemantauan berbasis pembelajaran mesin dan pengenalan biometrik, yang telah menimbulkan kekhawatiran tentang privasi dan keamanan data. Mencapai dan mempertahankan kepercayaan dalam lingkungan pembelajaran yang didorong oleh AI bergantung pada perlindungan dan penggunaan data mahasiswa secara etis. Tidak semua sekolah, terutama yang berada di wilayah yang kurang mampu secara ekonomi, memiliki sarana keuangan atau teknologi untuk berhasil menerapkan solusi yang didorong oleh AI, yang merupakan hambatan utama karena kesenjangan digital. Ada juga pertimbangan etis tentang

apakah AI memiliki bias yang mungkin secara tidak sengaja merugikan beberapa kelompok mahasiswa. Perlakuan tidak adil terhadap mahasiswa atau penggambaran yang tidak akurat tentang kemampuan mereka dapat muncul ketika model pembelajaran mesin dilatih pada kumpulan data yang bias, yang dapat memperburuk ketidaksetaraan yang sudah ada sebelumnya. Untuk mengatasi kekhawatiran ini, kita perlu menetapkan kerangka kerja tata kelola AI yang ketat, membuat algoritma AI tersedia untuk umum, dan memeriksa kinerjanya secara teratur untuk memastikan bahwa solusi pendidikan berbasis AI adil dan inklusif.

Dengan kemampuannya untuk mengoptimalkan operasi administratif, meningkatkan efisiensi energi, mempersonalisasi pengalaman pendidikan, dan meningkatkan keamanan, fasilitas cerdas yang digerakkan oleh AI tidak dapat disangkal sedang mentransformasi pendidikan modern. Terlepas dari kendala yang terus berlanjut seperti kekhawatiran privasi data, dilema etika, dan ketidakadilan sumber daya, potensi manfaat AI dalam pendidikan jauh lebih besar daripada masalah-masalah ini. Pengembangan kerangka kerja AI yang inklusif dan etis membutuhkan kolaborasi erat antara pembuat undang-undang, pendidik, dan pengembang. Kemajuan dalam AI akan terus menguntungkan banyak orang, tetapi ini akan memastikan bahwa semua anak dapat menikmatinya. Untuk menyediakan lingkungan belajar yang lebih efisien, aman, dan adaptif, lembaga pendidikan sedang mempertimbangkan penggunaan fasilitas cerdas yang digerakkan oleh AI. Ini mungkin membantu mahasiswa siap menghadapi masa depan ketika teknologi dan pendidikan terhubung erat.

1.2 MODERNISASI DALAM PENDIDIKAN AI

Pendidikan AI saat ini membuat AI lebih mudah diakses, partisipatif, dan bermanfaat bagi mahasiswa dan profesional. Untuk mempersiapkan mahasiswa menghadapi masa depan yang digerakkan oleh AI, sekolah-sekolah menggunakan teknologi canggih, pembelajaran yang disesuaikan, dan aplikasi dunia nyata. Literasi dan kompetensi AI berkembang dengan teknologi mutakhir, pengalaman langsung, dan metode multidisiplin. Pergeseran dari pendidikan AI teoretis ke praktis sangat signifikan. Pendidikan AI tradisional menggunakan teks dan ceramah dengan sedikit praktik langsung. Platform daring, lingkungan pengkodean, dan simulasi bertenaga AI memungkinkan mahasiswa untuk menerapkan konsep AI. Google TensorFlow, IBM Watson, dan model OpenAI GPT membantu mahasiswa secara interaktif mengembangkan, menguji, dan meningkatkan model AI. Pendekatan praktik langsung ini mendorong pemahaman aplikasi AI dan pemecahan masalah di berbagai sektor. Sistem pembelajaran adaptif yang digerakkan oleh AI mempersonalisasi pendidikan AI. Metode ini menyesuaikan kurikulum berdasarkan kekuatan, kelemahan, dan perkembangan mahasiswa. Pembelajaran AI di Coursera, Udacity, dan edX mencakup kuis, pengkodean, dan konten yang disesuaikan. Personalisasi memungkinkan beragam pembelajar memahami subjek AI dengan kecepatan mereka sendiri, mengurangi kesenjangan pengetahuan.

Modernisasi mengintegrasikan AI ke dalam sekolah. Karena keahlian AI tidak lagi terbatas pada mahasiswa ilmu komputer, sekolah dan Univ Stekom mengintegrasikannya ke dalam topik lain. AI digunakan dalam biologi, ekonomi, perawatan kesehatan, dan seni, menunjukkan keserbagunaannya. Mahasiswa keuangan menggunakan algoritma AI untuk

memprediksi tren pasar dari data historis, sementara mahasiswa kedokteran menggunakan alat pembelajaran berbasis AI untuk mendeteksi penyakit dari gambar medis. Pendekatan integratif ini menunjukkan kepada mahasiswa bagaimana AI mengganggu industri. Kemajuan pendidikan AI di masa depan mencakup instruktur dan chatbot. Asisten bertenaga AI menjawab pertanyaan dan mengklarifikasi topik AI yang kompleks secara langsung. Pengajar AI tersedia 24/7, menjadikan pembelajaran global. Google Socratic dan chatbot berbasis AI aplikasi pendidikan menggunakan pemrosesan bahasa alami (NLP) untuk menjelaskan subjek AI dan mengajar mahasiswa tanpa pengajar. Pencapaian ini menjadikan pendidikan AI dapat diakses oleh mahasiswa di daerah pedesaan dan miskin.

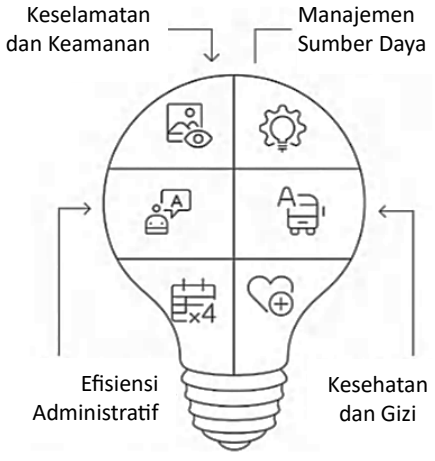
Pendidikan AI modern berfokus pada etika dan pengembangan AI yang bertanggung jawab. Seiring kemajuan AI, diskriminasi, keadilan, transparansi, dan akuntabilitas menjadi isu etika. Etika AI diajarkan di sekolah untuk membantu mahasiswa memahami dampak pekerjaan mereka terhadap masyarakat. Univ Stekom dan platform daring mendidik tentang keadilan AI, deteksi bias, dan AI yang dapat dijelaskan untuk membantu mahasiswa membangun AI yang etis dan bertanggung jawab secara sosial. AI yang bertanggung jawab mencegah bias model pembelajaran mesin dan bermanfaat bagi semua budaya. Kemitraan akademis, korporasi, dan pemerintah merupakan aspek penting lain dari modernisasi pendidikan AI. Google, Microsoft, dan NVIDIA menyediakan pembelajaran AI Univ Stekom, magang, dan pelatihan industri. Pendidikan AI tetap mengikuti perkembangan teknologi dan tuntutan industri melalui hubungan ini. Mahasiswa mengatasi tantangan AI dunia nyata bersama para profesional melalui bootcamp, hackathon, dan pendanaan pembelajaran. Mahasiswa dapat menggunakan AI untuk mengembangkan pembelajaran mesin, robotika, dan NLP melalui hubungan ini.

Revolusi pendidikan AI juga membutuhkan analitik pembelajaran yang didukung AI. Untuk meningkatkan pengajaran dan kurikulum, sekolah menggunakan AI untuk menilai keterlibatan, kinerja, dan pembelajaran mahasiswa. AI dapat membantu pengajar mengidentifikasi dan membantu mahasiswa yang kesulitan. Pemeriksaan ini memungkinkan perpengajaran tinggi untuk menilai pembelajaran AI dan mengubah kurikulum berdasarkan pembelajaran dan tuntutan industri. Institusi menciptakan lingkaran umpan balik pembelajaran dengan menggunakan AI untuk meningkatkan pendidikan AI. Pendidikan AI di masa depan akan menggunakan realitas virtual (VR) dan realitas tertambah (AR) untuk mengajarkan ide-ide. Laboratorium AI bertenaga VR memungkinkan mahasiswa untuk menguji model pembelajaran mesin dalam pengaturan realistis, sementara lapisan AR menjelaskan AI. Teknologi ini meningkatkan pendidikan AI dan membantu mahasiswa memvisualisasikan konsep-konsep yang rumit. Simulasi VR menjelaskan bagaimana jaringan saraf menyerap informasi, memberikan peserta didik perspektif baru tentang model AI. Tren revolusioner lainnya termasuk demokratisasi pendidikan AI sumber terbuka dan berbasis komunitas. OpenAI, TensorFlow, dan Hugging Face menyediakan model, pembelajaran, dan kumpulan data bagi peserta didik di seluruh dunia untuk bereksperimen dengan teknologi AI mutakhir. Mahasiswa dapat bekerja sama, berbagi, dan berpartisipasi dalam tantangan AI global di Kaggle dan GitHub. Strategi akses terbuka ini menyederhanakan pembelajaran AI dan memberdayakan beragam mahasiswa.

Pendidikan AI berkembang melampaui programmer dan ilmuwan data untuk mencakup peserta didik non-teknis. Pembelajaran AI untuk bisnis, perawatan kesehatan, dan kesejahteraan sosial semakin terspesialisasi bagi para profesional yang ingin memahami dampak AI. Pembelajaran-pembelajaran ini memprioritaskan etika, pengambilan keputusan, dan aplikasi AI daripada pemrograman mendalam. Ketika lembaga-lembaga membuat pendidikan AI lebih mudah diakses oleh khalayak non-teknis, masyarakat akan mendapat manfaatnya. Pendidikan AI dapat mendidik lebih banyak orang tentang AI seiring perkembangannya. Mentor yang didukung AI, pengajar AI holografik, dan ruang kelas AI yang sepenuhnya otomatis dapat mengubah pendidikan AI. Modernisasi pendidikan AI memberikan pengalaman belajar yang dinamis, inklusif, dan praktis untuk mendidik mahasiswa dalam profesi yang cepat berubah ini. Pendidikan AI modern memengaruhi generasi inovator dan praktisi yang bertanggung jawab berikutnya melalui pembelajaran yang disesuaikan, aplikasi transdisipliner, etika, dan keterlibatan industri.

1.3 FASILITAS CERDAS BERBASIS AI UNTUK SEKOLAH MODERN

Fasilitas cerdas menggunakan AI dengan infrastruktur fisik dan digital untuk meningkatkan keamanan, efisiensi, dan pembelajaran sekolah. Teknologi cerdas memaksimalkan sumber daya, menangani operasional sekolah, dan menyesuaikan pembelajaran menggunakan AI. Revolusi digital dalam pendidikan membutuhkan fasilitas berbasis AI untuk operasional yang lancar dan lingkungan pembelajaran yang lebih menarik dan dinamis. Gambar 1.1 mewakili integrasi AI di sekolah modern.



Gambar 1.1 AI dalam mentransformasi lingkungan sekolah modern.

Fasilitas cerdas bertenaga AI berdampak pada pemantauan dan keamanan sekolah. Kamera bertenaga AI dan sistem pengenalan wajah secara real-time dapat memantau sekolah untuk individu yang tidak berwenang dan ancaman keamanan. Algoritma pembelajaran mesin memperingatkan administrator sekolah dan petugas keamanan tentang aktivitas yang tidak biasa seperti berkeliaran di area terlarang atau akses ilegal. Dengan membatasi masuk sekolah

hanya untuk mahasiswa, staf, dan pengunjung yang terdaftar, sistem kehadiran biometrik berbasis AI meningkatkan keamanan.

Solusi bertenaga AI melindungi mahasiswa dan staf dari penipuan identitas dan akses ilegal. AI meningkatkan alokasi energi dan sumber daya sekolah saat ini di luar keamanan. Berdasarkan hunian dan cuaca, jaringan cerdas berbasis AI dan perangkat IoT mengontrol penerangan, pemanasan, dan pendinginan. Sistem cerdas mengurangi pemborosan energi, menghemat uang, dan meningkatkan keberlanjutan. Sekolah menghemat air menggunakan sistem manajemen air berbasis AI yang mendeteksi kebocoran dan membatasi konsumsi. AI mengoptimalkan penggunaan sumber daya pendidikan, menurunkan biaya, dan meningkatkan pendidikan. Pembelajaran mahasiswa disesuaikan dan partisipatif di ruang kelas pintar yang digerakkan oleh AI. Papan tulis pintar yang didukung AI dapat membaca tulisan tangan, menerjemahkan bahasa, dan meringkas pelajaran secara instan. Chatbot dan pengajar virtual dapat memberikan balasan yang disesuaikan kepada mahasiswa. Algoritma inovatif beradaptasi dengan kecepatan belajar mahasiswa, menjamin tidak ada mahasiswa yang tertinggal.

Sistem manajemen pembelajaran (LMS) yang menggunakan AI mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan mahasiswa dan memberikan taktik belajar. AI dapat mengidentifikasi pola belajar dan menyesuaikan perlakuan untuk meningkatkan prestasi akademik bagi semua mahasiswa. Transportasi sekolah adalah kekuatan lain dari fasilitas pintar yang digerakkan oleh AI. Solusi manajemen armada AI mengoptimalkan rute bus sekolah berdasarkan lalu lintas dan efisiensi bahan bakar secara real-time. Untuk menjamin keselamatan dan ketepatan waktu mahasiswa, orang tua dan administrator sekolah mendapatkan lokasi bus secara real-time, perkiraan waktu kedatangan, dan informasi penyimpangan rute. Sistem pemantauan bus bertenaga AI dapat dengan cepat melaporkan perundungan dan pemberhentian ilegal. AI dapat menghemat bahan bakar dan biaya operasional serta meningkatkan keselamatan transportasi sekolah.

Kecerdasan buatan (AI) menyederhanakan operasi administratif di sekolah-sekolah modern. Solusi penjadwalan berbasis AI memaksimalkan penggunaan ruang dan meminimalkan konflik di kelas. Tugas yang dinilai mesin dan umpan balik tepat waktu membebaskan pengajar untuk fokus pada teknik pengajaran yang lebih menarik dan inovatif. Chatbot berbasis AI menjawab pertanyaan mahasiswa dan orang tua tentang jadwal, proses, dan acara. Komunikasi meningkat dengan asisten virtual, mengurangi beban kerja staf sekolah dan meningkatkan administrasi. AI mengubah perpustakaan menjadi pusat informasi digital. NLP membantu mahasiswa menemukan buku dan sumber belajar dengan cepat dengan sistem katalogisasi berbasis AI. AI merekomendasikan materi berdasarkan riwayat membaca dan minat akademis mahasiswa. Beberapa perpustakaan menggunakan robot untuk mengambil buku, menavigasi lorong, dan mengajar. AI menawarkan pencarian dengan bantuan suara, membuat pembelajaran lebih mudah dan akses cepat bagi mahasiswa tunanetra. Perpustakaan dengan AI mendorong penyelidikan dan pembelajaran dengan membuat pembelajaran lebih inklusif dan efisien.

Fasilitas yang didukung AI membantu meningkatkan kesehatan mahasiswa. AI mendeteksi tanda-tanda awal penyakit, stres, dan kelelahan pada kesehatan fisik dan mental mahasiswa. Perawat dan administrator sekolah menerima pembaruan medis secara real-time melalui sensor pintar dan perangkat yang dapat dikenakan. Chatbot kesehatan mental bertenaga AI membantu mahasiswa mengatasi masalah dan merujuk mereka ke konselor. Sekolah dapat mencegah masalah kesehatan dengan AI dalam inisiatif kesejahteraan mahasiswa. Kantin sekolah yang menggunakan AI meningkatkan perencanaan makanan dan nutrisi. Berdasarkan diet, alergi, dan kebutuhan nutrisi anak-anak, kantin pintar menyajikan makanan seimbang. Sistem manajemen inventaris bertenaga AI memperkirakan permintaan dan melacak pasokan makanan secara real-time, sehingga menghindari pemborosan. Beberapa sekolah menjual makan siang dengan cepat menggunakan perangkat swalayan bertenaga AI. Mereka juga mengurangi pemborosan makanan, meningkatkan produktivitas, dan meningkatkan nutrisi mahasiswa menggunakan AI.

Otomasi, pembelajaran mesin, dan analitik data akan mengubah fasilitas pintar berbasis AI di sekolah. Kemajuan dalam AI akan meningkatkan keamanan, keberlanjutan, pembelajaran yang disesuaikan, dan efisiensi operasional di sekolah. Sekolah dapat tetap adaptif dan siap menghadapi masa depan dengan menggunakan analitik prediktif bertenaga AI untuk memprediksi pendaftaran, pemeliharaan infrastruktur, dan perubahan kurikulum. Dengan demikian, AI mengubah pendidikan dengan membuat sekolah lebih aman, lebih cerdas, dan lebih efisien. AI dapat membantu lembaga menciptakan lingkungan belajar yang dinamis bagi mahasiswa dan pengajar. Perubahan ini meningkatkan akademisi dan kehidupan sekolah, mempersiapkan anak-anak untuk masa depan yang digerakkan oleh teknologi.

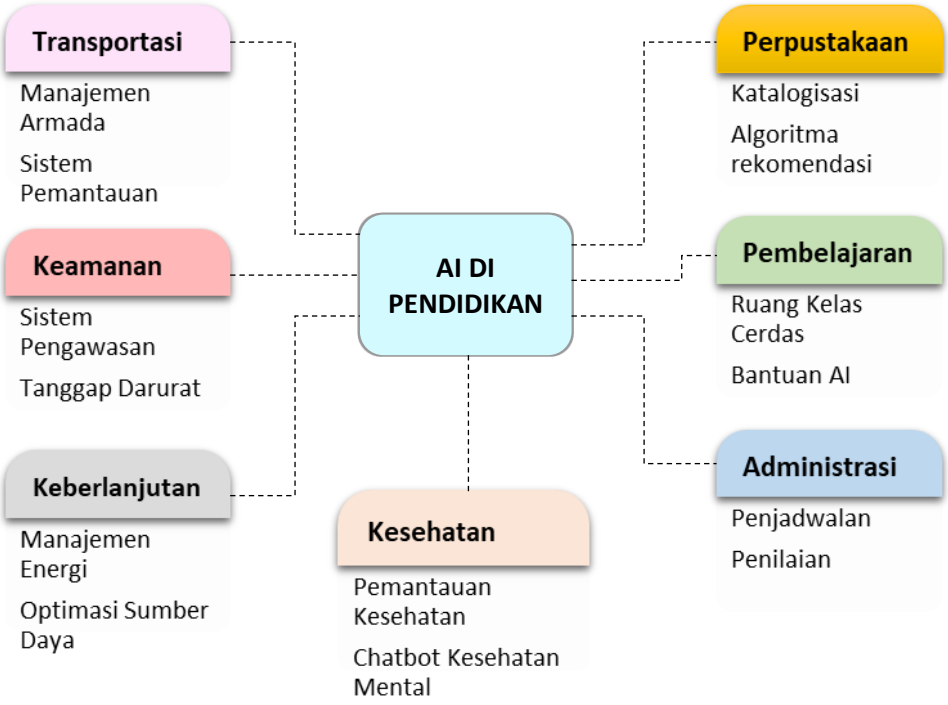
Dampak Fasilitas Berbasis AI untuk Sekolah Modern

Sekolah modern menggunakan AI untuk meningkatkan penyampaian, manajemen, dan pengalaman. Sekolah cerdas menggunakan AI untuk meningkatkan pembelajaran, keamanan, administrasi, dan efisiensi. Untuk mempersiapkan anak-anak menghadapi masyarakat yang maju secara teknologi, solusi berbasis AI dapat membuat sekolah lebih mudah beradaptasi, efisien sumber daya, dan berpusat pada mahasiswa. Keamanan dan keselamatan adalah manfaat utama dari fasilitas berbasis AI. Sistem pengawasan bertenaga AI dengan pengenalan wajah, deteksi anomali, dan analitik prediktif memantau sekolah secara real-time. Sistem ini dapat mengidentifikasi pengguna yang tidak berwenang, perilaku mencurigakan, dan dengan cepat memberi tahu administrator untuk mengambil tindakan. Hanya mahasiswa, staf, dan pengunjung yang diizinkan yang terdaftar yang dapat memasuki area yang dikontrol secara biometrik, sehingga meningkatkan keamanan sekolah. Sistem tanggap darurat bertenaga AI mengevaluasi kebakaran dan situasi medis serta memicu tindakan keselamatan, mengurangi waktu respons dan risiko. Ruang belajar dipersonalisasi dan dibuat interaktif menggunakan AI. Tidak seperti sekolah tradisional, ruang kelas berbasis AI beradaptasi dengan gaya belajar, kecepatan, dan kebutuhan mahasiswa. Papan tulis pintar yang didukung AI mengidentifikasi tulisan tangan, mengubah catatan menjadi teks, dan menerjemahkan dengan cepat, membuat kuliah lebih mudah diakses. Chatbot dan tutor bertenaga AI menjawab pertanyaan, mengklarifikasi ide-ide kompleks, dan menyarankan taktik belajar. Alat-alat canggih ini

mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dan menyediakan materi belajar yang dipersonalisasi untuk menjaga mahasiswa tetap unggul.

Fasilitas berbasis AI mengurangi beban kerja administratif bagi pendidik. Berdasarkan ketersediaan pengajar, tuntutan topik, dan hunian kelas, sistem penjadwalan otomatis meningkatkan jadwal. Sistem penilaian berbasis AI menilai pekerjaan mahasiswa dan memberikan umpan balik langsung, membebaskan pengajar untuk mengajar dan memberi nasihat. Untuk biaya kuliah, penerimaan, dan pemberitahuan acara, chatbot berbasis AI dapat membantu menghubungkan mahasiswa, orang tua, dan staf. Fasilitas berbasis AI meminimalkan pekerjaan administratif, memungkinkan pengajar untuk mengajar. Fasilitas pendidikan yang didukung AI berdampak pada efisiensi energi dan keberlanjutan. Jaringan pintar bertenaga AI mengatur pencahayaan, pemanasan, dan pendinginan berdasarkan hunian dan cuaca. Perangkat ini mencegah pemborosan energi, menghemat biaya utilitas, dan mendorong keberlanjutan. Teknologi deteksi kebocoran dan optimasi air berbasis AI membantu sekolah berfungsi secara berkelanjutan. Manajemen sumber daya AI memenuhi tujuan keberlanjutan global dengan menghemat uang sekolah dan membantu lingkungan.

Transportasi sekolah berbasis AI lebih aman, lebih cepat, dan lebih dapat diandalkan. Dengan melacak bus sekolah secara real-time, sistem manajemen armada cerdas memperkirakan waktu kedatangan dan mengoptimalkan rute berdasarkan lalu lintas. Pembaruan langsung membantu administrator sekolah dan orang tua untuk bekerja sama dan melindungi mahasiswa. Solusi transportasi berbasis AI meningkatkan keselamatan, ketepatan waktu, dan kepercayaan orang tua dan administrator sekolah. Perpustakaan pintar berbasis AI telah mengubah konsumsi sumber daya akademik mahasiswa. Mahasiswa dapat dengan cepat menemukan buku dan bahan belajar dengan memanfaatkan sistem katalogisasi berbasis AI. Untuk pembelajaran yang disesuaikan, algoritma rekomendasi menyarankan bacaan berdasarkan minat mahasiswa dan pencarian sebelumnya. Beberapa perpustakaan berbasis AI berisi robot yang mencari buku, memberi konseling kepada mahasiswa, dan mengelola inventaris. Mahasiswa penyandang disabilitas dapat mengakses pendidikan melalui pencarian berbasis suara. Melalui aksesibilitas dan efisiensi, perpustakaan berbasis AI memungkinkan eksplorasi dan pembelajaran mandiri.



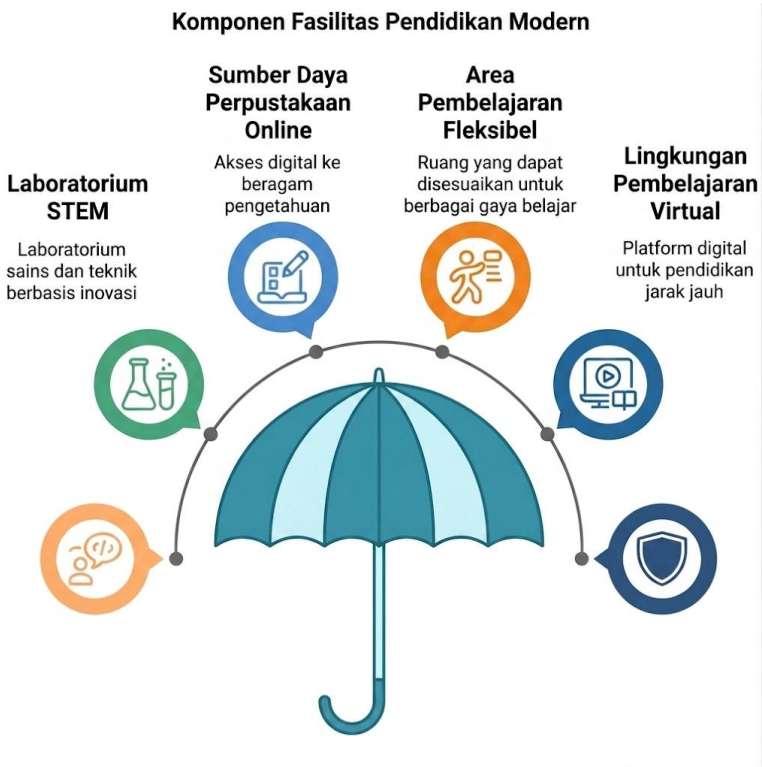
Gambar 1.2 Dampak fasilitas berbasis AI untuk sekolah modern.

Sekolah modern juga mempertimbangkan dampak AI terhadap kesejahteraan mahasiswa. Sensor yang dapat dikenakan dan sistem pemantauan kesehatan berbasis AI menilai kesejahteraan fisik dan mental mahasiswa secara real-time. Perangkat ini memberi tahu perawat dan konselor sekolah tentang penyakit, stres, dan kelelahan sejak dini. Chatbot kesehatan mental yang cerdas membantu mahasiswa mengatasi masalah dan mengarahkan mereka ke spesialis. AI meningkatkan inisiatif kesejahteraan mahasiswa dengan mengurangi ketidakhadiran dan meningkatkan kinerja akademik.

Perencanaan makanan dan manajemen nutrisi berbasis AI mengubah kantin sekolah. Kantin pintar menyediakan makanan seimbang untuk diet mahasiswa, alergi, dan nutrisi. Manajemen inventaris berbasis AI mengurangi pemborosan makanan dan biaya. Beberapa sekolah menggunakan kios swalayan berbasis AI untuk mendistribusikan makanan lebih cepat dan meningkatkan kebiasaan makan. AI meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan kantin dengan mendorong pola makan sehat dan mengurangi pemborosan makanan. Pemeriksaan prediktif berbasis AI membantu sekolah memprediksi pendaftaran, infrastruktur, dan kurikulum. Temuan ini membantu lembaga dalam pengambilan keputusan keberlanjutan dan adaptasi berbasis data. Dengan mengevaluasi kemampuan, minat, dan tren pasar, sistem bimbingan kerja berbasis AI membantu mahasiswa memilih jalur akademik dan profesional. Gambar 1.2 menampilkan dampak AI di sekolah modern. Di luar ruang kelas, fasilitas berbasis AI berdampak pada pendidikan dan mempersiapkan mahasiswa untuk lingkungan kerja yang berubah. Mahasiswa memperoleh keterampilan digital dan pemecahan masalah serta mendapat manfaat dari adaptasi sektor berbasis AI melalui alat pembelajaran bertenaga AI. Sekolah yang didukung AI mempersiapkan mahasiswa untuk masalah dan peluang di masa depan.

1.4 KATEGORI FASILITAS YANG DIMODERNISASI

Efektivitas lembaga pendidikan dan pembelajaran mahasiswa dipengaruhi oleh fasilitas sekolah yang dimodernisasi. Lembaga-lembaga ini lebih dari sekadar struktur; lembaga-lembaga ini mencakup berbagai lingkungan, sumber daya, dan teknologi yang dirancang untuk meningkatkan pendidikan, keamanan, dan keramahan lingkungan. Gedung sekolah telah mengalami modernisasi untuk memenuhi kebutuhan mahasiswa dan pengajar, yang memiliki harapan tinggi terhadap prestasi pendidikan mereka. Kelompok-kelompok ini mendorong inovasi, keberlanjutan jangka panjang, dan pertumbuhan mahasiswa yang menyeluruh sebagai hasil dari perkembangan teknis dan pedagogis terkini. Gambar 1.3 menunjukkan bagian-bagian dari fasilitas yang dimodernisasi.



Gambar 1.3 Komponen fasilitas yang dimodernisasi.

Ruang Kuliah Daring

Untuk membuat pembelajaran lebih menarik dan interaktif, ruang kelas pintar menggunakan alat digital dan teknologi terkini. Ruang kelas pintar mengintegrasikan teknologi untuk membuat lingkungan belajar lebih imersif dan dinamis. Komputer, perangkat lunak, internet, peralatan audio-visual, proyektor digital, dan papan tulis interaktif adalah standar. Pendidikan tradisional diupayakan untuk dibuat lebih dinamis, kaya multimedia, dan relevan dengan berbagai gaya belajar di ruang kelas pintar. Hal ini meningkatkan pembelajaran, keterlibatan, dan hasil melalui penggunaan teknologi. Pendidikan modern telah direvolusi oleh ruang kelas pintar, yang menyediakan alat yang ampuh bagi mahasiswa dan pengajar untuk meningkatkan pembelajaran. Lingkungan pendidikan ini menggunakan teknologi mutakhir

untuk meningkatkan efisiensi, keterlibatan, dan kreativitas. Mahasiswa lebih siap menghadapi dunia di mana teknologi dan kreativitas berkembang pesat di ruang kelas pintar. Berikut adalah beberapa teknologi pintar yang digunakan di ruang kelas:

- Alat bantu pengajaran cerdas: Ruang kelas pintar menggunakan papan pintar dan bentuk papan tulis interaktif lainnya. Materi digital dapat diproyeksikan ke layar sentuh besar, memungkinkan pengajar untuk memberikan pembelajaran interaktif. Hal ini membuat pembelajaran lebih menarik dan mendorong partisipasi mahasiswa.
- Sistem A/V: Proyektor, speaker, dan mikrofon definisi tinggi merupakan standar di ruang kelas pintar modern. Menurut Aithal dan Maiya, fitur-fitur ini meningkatkan penggunaan dan partisipasi konten multimedia.
- Moodle atau Blackboard: Sistem manajemen pembelajaran ini memungkinkan ruang kelas pintar untuk mengatur pembelajaran mereka, mendistribusikan materi, mengelola penilaian, dan memfasilitasi kolaborasi antara pengajar dan mahasiswa.
- Tanpa buku: Kamera dokumen memudahkan penggabungan berbagai alat pembelajaran dengan memungkinkan instruktur untuk menampilkan dokumen fisik, buku teks, dan objek 3D.
- Perangkat untuk mahasiswa: Mahasiswa di ruang kelas pintar biasanya memiliki akses ke laptop, tablet, dan alat digital lainnya, memungkinkan pembelajaran yang disesuaikan.
- Akses internet: Untuk menggunakan sumber daya daring, melakukan pembelajaran, dan berkolaborasi dengan teman sebaya, ruang kelas pintar membutuhkan koneksi internet yang andal dan cepat.
- Aplikasi dan perangkat lunak pendidikan: Ruang kelas pintar menggunakan berbagai aplikasi dan perangkat lunak pendidikan untuk mendukung tujuan dan aktivitas pembelajaran.
- Alat untuk kolaborasi: Mahasiswa di ruang kelas pintar dapat bekerja sama dalam proyek baik secara lokal maupun global, berkat perangkat lunak dan alat kolaborasi yang standar di jenis ruang kelas ini.

Gambar 1.4 mewakili bagian-bagian ruang kelas pintar. Teknologi untuk konferensi video memungkinkan perluasan instruksi kelas ke lokasi non-tradisional, seperti kunjungan lapangan virtual dan dosen tamu jarak jauh. Pembelajaran, keterlibatan, dan kesiapan untuk era digital semuanya dapat mengalami lompatan maju di ruang kelas pintar. Teknologi, pendekatan pengajaran, dan pelatihan pengajar sangat penting untuk keberhasilan implementasi.

Gambar 1.4 Komponen ruang kelas pintar.

Laboratorium STEM

Salah satu metode pengajaran inovatif di zaman modern adalah laboratorium Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika (STEM). Ruang kelas khusus ini menginspirasi dan membekali mahasiswa untuk menyelidiki bidang-bidang penting yang mendorong kemajuan dan inovasi teknologi, menurut Dewan Riset Nasional. Yayasan Sains Nasional menegaskan bahwa signifikansi pendidikan STEM telah meningkat karena membekali mahasiswa dengan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk mengatasi tantangan dunia nyata yang kompleks dan mempersiapkan mereka untuk karir di bidang STEM. Anak-anak yang mengikuti laboratorium STEM dibentuk untuk menjadi inovator dan pemecah masalah di masa depan.

Laboratorium STEM memungkinkan mahasiswa untuk secara aktif menyelidiki bidang-bidang ini. Alat-alat ilmiah modern, perangkat lunak, printer 3D, dan kit robot tersedia di laboratorium ini. Untuk memperoleh keterampilan yang dihargai oleh pemberi kerja, mahasiswa dimotivasi untuk berpikir kritis, bekerja sama, dan menemukan solusi untuk masalah aktual. Laboratorium STEM juga memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk mempraktikkan apa yang telah mereka pelajari di kelas. Pembelajaran oleh Ioannou-Sougleridi dkk. menemukan bahwa kemampuan pemecahan masalah dan kreativitas mahasiswa ditingkatkan melalui eksperimen dan proyek langsung, yang juga membantu mereka memahami konsep matematika, prinsip teknik, dan perkembangan teknologi. Bidang STEM, termasuk laboratorium STEM, sangat penting dalam lanskap teknologi yang berkembang pesat saat ini. Laboratorium STEM membantu mahasiswa untuk siap menghadapi teknologi baru, masalah lingkungan, dan tantangan internasional.

Sumber Daya Perpustakaan Online

Dengan munculnya era digital, muncullah jenis perpustakaan baru: perpustakaan digital. Cara kita menyimpan, mengambil, dan menggunakan pengetahuan sedang diubah oleh gudang data online ini. Terdapat sejumlah besar informasi teks, gambar, audio, dan video yang tersimpan di perpustakaan digital, yang merupakan evolusi dari perpustakaan konvensional. Buku, artikel, multimedia, manuskrip, dan bentuk pengetahuan tertulis dan lisan lainnya semuanya merupakan bagian dari perpustakaan digital, yang kadang-kadang disebut perpustakaan elektronik. Artikel ilmiah, catatan sejarah, koleksi multimedia, dan banyak lagi juga tersimpan dalam arsip daring ini. Perpustakaan digital ini dapat diakses oleh pengguna melalui jaringan komputer, seperti internet. Pengguna dapat menelusuri, mencari, mengakses, dan mengambil materi. Aksesibilitas, kemampuan pencarian, dan manajemen sumber daya digital semuanya ditingkatkan oleh komponen-komponen berikut (lihat Gambar 1.5):

Gambar 1.5 Bagian-bagian perpustakaan digital.

- Perpustakaan teks dan gambar: Dalam repositori konten, dokumen elektronik disimpan. Termasuk di dalamnya adalah materi digital seperti teks, gambar, video, dan file audio. Repositori konten yang terorganisir dengan baik memungkinkan mahasiswa untuk dengan mudah mengakses buku teks, artikel pembelajaran, dan elemen multimedia. Akademisi mendapat manfaat dari aksesibilitas ini karena memperluas pemahaman mahasiswa.
- Pengatalogan dan metadata: Ini sangat penting untuk mendefinisikan dan mengklasifikasikan sumber daya digital. Beberapa contoh data deskriptif adalah judul, penulis, tanggal, dan kata kunci. Pencarian sumber daya digital menjadi lebih mudah dengan pengatalogan dan metadata. Menemukan informasi yang tepat dengan cepat membantu mahasiswa menghemat waktu dan meningkatkan fokus mahasiswa pada persiapan.
- Perpustakaan digital: Antarmuka pengguna perpustakaan digital adalah tempat para pengguna dapat melakukan pembacaan sebenarnya. Perpustakaan ini memiliki fitur yang memungkinkan seseorang untuk mencari, menelusuri, dan mengakses sumber

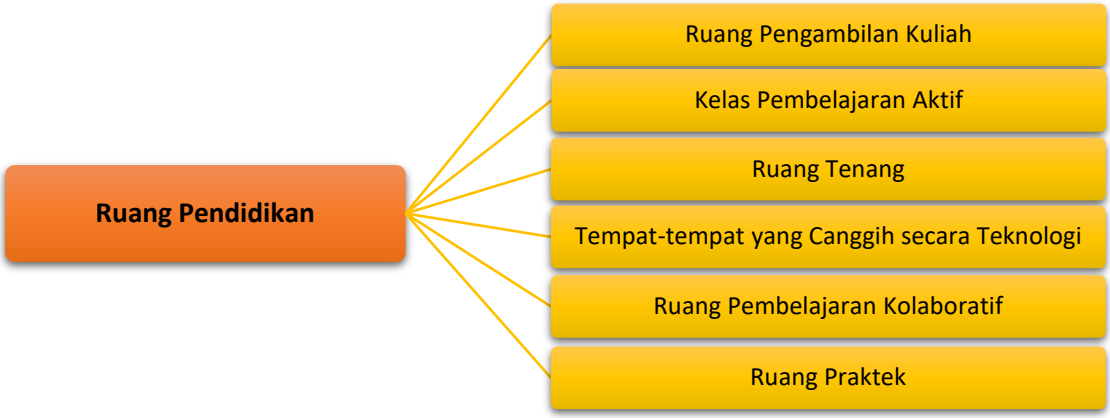
daya digital. Untuk meningkatkan pengalaman pengguna, antarmuka yang ramah pengguna sangat penting. Kemudahan perpustakaan digital membuat mahasiswa lebih cenderung untuk sering menggunakannya.

- Pendekatan perpustakaan digital: Pendekatan sistematis untuk mencari dan mengambil sumber daya digital merupakan kategori ini. Mesin pencari dan kemampuan kueri tingkat lanjut adalah hal yang umum di situs-situs ini. Dengan bantuan alat pencarian dan pengambilan modern, mahasiswa dapat dengan cepat menemukan informasi yang mereka butuhkan. Literasi pembelajaran dan informasi keduanya ditingkatkan oleh hal ini.
- Pelestarian materi digital: Ini mewakili konten digital yang dapat diakses dalam jangka panjang dengan mencegah degradasi, keusangan, dan kehilangan data. Pelestarian digital memastikan bahwa sumber daya dapat diakses oleh mahasiswa dalam jangka panjang. Materi pendidikan harus dilestarikan agar dapat digunakan oleh mahasiswa di masa mendatang.
- Keamanan: Untuk melindungi informasi sensitif dan memastikan bahwa hanya pengguna yang berwenang yang dapat mengaksesnya, perpustakaan digital menerapkan kontrol akses dan langkah-langkah keamanan. Untuk menjamin keamanan informasi sensitif dan kekayaan intelektual, metode kontrol akses diterapkan di lingkungan pembelajaran.
- Protokol: Mahasiswa dapat yakin bahwa karya akademik mereka aman di perpustakaan digital karena lembaga-lembaga ini mengikuti protokol untuk perlindungan materi digital, aksesibilitas, dan interoperabilitas. Di masa depan, perpustakaan digital mungkin dapat terhubung dengan sistem sekolah lain, menyediakan lebih banyak materi pembelajaran bagi mahasiswa.
- Bantuan untuk pengguna dan kebutuhan mereka: Pelajari cara menemukan dan menggunakan sumber daya digital dengan bantuan alat bantu referensi, pelatihan, dan layanan dukungan perpustakaan digital. Penggunaan perpustakaan digital oleh mahasiswa difasilitasi oleh layanan pengguna seperti referensi dan tutorial. Mengikuti saran ini dapat membantu Anda menjadi peneliti dan pencari informasi yang lebih baik.

Area Pembelajaran Fleksibel

Ruang pembelajaran fleksibel, juga dikenal sebagai ruang kelas fleksibel atau lingkungan pembelajaran adaptif, mengakomodasi berbagai kebutuhan pembelajaran, melibatkan mahasiswa, dan memungkinkan pengajaran yang aktif dan dinamis. Ruangan-ruangan ini dapat diadaptasi untuk berbagai metode pengajaran, aktivitas pembelajaran, dan ukuran kelompok, sehingga meningkatkan pembelajaran. Aeni dkk. mencatat bahwa lembaga pendidikan modern menggunakan ruang adaptif dan kaya teknologi untuk meningkatkan pembelajaran dengan mengakomodasi beragam metode pengajaran, mendorong keterlibatan mahasiswa, dan mendorong pembelajaran aktif dan kolaboratif. Membahas lingkungan pembelajaran fleksibel, pentingnya, dan potensinya untuk mentransformasi pendidikan. Lingkungan pembelajaran fleksibel menggantikan deretan meja statis dan podium di ruang kelas. Ruang pembelajaran fluid memungkinkan kuliah tradisional, diskusi kelompok, aktivitas

praktik, dan pembelajaran yang ditingkatkan teknologi dengan menyediakan lingkungan yang fluid dan selalu berubah. Saaida menekankan fitur ruang pembelajaran adaptif seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6 Ruang pendidikan dan fungsinya.

- Ruang belajar kolaboratif: Memfasilitasi kerja kelompok, percakapan, dan proyek menggunakan furnitur dan pengaturan. Kolaborasi, komunikasi, dan pemecahan masalah dipupuk dalam lingkungan belajar kolaboratif. Ruang ini mendorong pembelajaran kolaboratif dan menyediakan suasana ramah bagi mahasiswa untuk berbagi ide.
- Ruang kelas pembelajaran aktif: Fasilitas ini mendorong pengajaran yang berpusat pada mahasiswa dengan furnitur yang dapat dipindahkan, teknologi, dan tampilan interaktif. Ruang kelas pembelajaran aktif menekankan keterlibatan daripada mendengarkan. Ruang ini meningkatkan pemahaman mahasiswa, pemikiran kritis, dan daya ingat. Lebih banyak mahasiswa mengajukan pertanyaan dan berpartisipasi dalam percakapan.
- Tempat yang canggih secara teknologi: Ruang-ruang ini memiliki papan tulis interaktif, materi multimedia, dan konektivitas pembelajaran digital. Lingkungan yang didukung teknologi memungkinkan pembelajaran campuran dan digital. Ruang ini mengajarkan literasi digital dan mempersiapkan mahasiswa untuk era digital. Banyak sumber daya digital membuat pembelajaran lebih dinamis dan menarik bagi mahasiswa.
- Tenang dan Terpencil: Ruang ini ideal untuk pembelajaran, refleksi, dan konsentrasi. Mahasiswa dapat belajar sendiri di lingkungan yang tenang. Ruang ini bermanfaat bagi mahasiswa yang introvert. Mahasiswa dapat membaca, berpikir, dan belajar sendiri.
- Makerspace: Ruang kreatif yang dilengkapi dengan alat dan material untuk desain, pembuatan prototipe, dan eksperimen. Makerspace mendorong kreativitas, inovasi, dan pembelajaran langsung. Ruang ini menumbuhkan kemampuan pemecahan masalah, kreativitas, dan pengetahuan STEM di kalangan mahasiswa.
- Ruang perekaman kuliah: Tempat-tempat ini merekam dan menyiarkan kuliah dan presentasi. Ruang perekaman kuliah menyediakan penyampaian konten yang fleksibel.

Meninjau kuliah, mengakses sesi yang terlewat, dan belajar dengan kecepatan sendiri meningkatkan aksesibilitas dan kenyamanan.

Lingkungan Pembelajaran Virtual

Sistem daring yang disebut Lingkungan Pembelajaran Virtual (VLE) telah mentransformasi pendidikan dan pelatihan digital. Platformnya yang luas dan menarik memungkinkan mahasiswa dan pengajar untuk berpartisipasi dalam banyak kegiatan pendidikan. VLE, yang sering dikenal sebagai LMS atau platform pembelajaran daring, adalah ekosistem digital yang menciptakan, menyampaikan, dan mengelola materi dan aktivitas pendidikan dalam pengaturan pembelajaran daring atau campuran. Pengajar, mahasiswa, dan administrator dapat berkomunikasi dan mengakses informasi di platform ini tanpa memandang lokasi. VLE populer karena dapat beradaptasi dengan kebutuhan pendidikan dan pelatihan yang berubah, sehingga lebih fleksibel, mudah diakses, dan terukur. Manajemen konten, komunikasi, evaluasi, dan analitik termasuk di antara fitur dan alatnya untuk meningkatkan pembelajaran dan hasil.

Sistem Keamanan Tingkat Lanjut

Sistem keamanan tingkat lanjut melindungi aset, informasi, dan orang dari berbagai ancaman dan bahaya menggunakan teknologi, metode, dan tindakan canggih. Solusi ini meningkatkan keamanan fisik dan digital. Mereka menggunakan teknologi mutakhir, termasuk otomatisasi dan AI, untuk melindungi dari berbagai ancaman keamanan. Pendidikan modern bergantung pada teknologi keamanan canggih untuk melindungi mahasiswa, staf, dan sumber daya. Keamanan lebih penting dari sebelumnya karena sekolah menggunakan teknologi digital dan platform pembelajaran daring. Teknologi keamanan canggih melindungi lingkungan pendidikan digital dan fisik. Dengan menggunakan otentikasi biometrik, pengawasan canggih, keamanan kampus fisik, perlindungan data, dan keamanan siber, solusi ini membangun ekosistem yang aman yang mengoptimalkan pembelajaran.

1.5 MASA DEPAN PENDIDIKAN DI TANGAN KECERDASAN BUATAN

Karena meningkatkan efisiensi, keamanan, dan pembelajaran, bangunan pintar yang digerakkan oleh AI merevolusi lembaga pendidikan saat ini. Mengintegrasikan teknologi AI ke dalam lembaga pendidikan memiliki dampak yang luas pada mahasiswa dan pengajar, mempersiapkan mereka untuk masa depan ketika AI dan teknologi baru lainnya menguasai dunia. Melampaui pengaturan kelas tradisional, teknologi ini memberikan pengalaman pendidikan yang lebih interaktif, m enarik, dan sesuai kebutuhan. Lingkungan belajar dapat direvolusi oleh fasilitas pintar yang digerakkan oleh AI. Di ruang kelas interaktif modern saat ini, mahasiswa memiliki kesempatan untuk terlibat dengan konten secara real-time. Papan tulis pintar yang didukung AI dapat membantu pengajar untuk melayani mahasiswa dengan berbagai gaya belajar dengan mengenali tulisan tangan, menerjemahkan teks secara real-time, dan memberikan ringkasan pelajaran yang ringkas.

Dengan kemampuan adaptasi ini, mahasiswa dapat memperoleh umpan balik langsung dan belajar sesuai kecepatan mereka sendiri sambil tetap mendapatkan manfaat dari pengajaran individual. Instrumen yang didukung AI memantau seberapa baik kinerja

mahasiswa dan menyesuaikan pelajaran sesuai kebutuhan. Pendidikan menjadi lebih mudah diakses oleh semua mahasiswa ketika mereka mengambil pendekatan pembelajaran yang lebih individual. Pembelajaran telah bergeser dari fokus pada buku teks dan ceramah ke pembelajaran yang lebih interaktif dan praktik langsung, dengan bantuan platform yang didukung AI. Mahasiswa dapat membangun, mengevaluasi, dan meningkatkan model AI menggunakan alat seperti OpenAI GPT, IBM Watson, dan Google TensorFlow. Platform ini memungkinkan mahasiswa untuk menerapkan pengetahuan teoritis mereka tentang AI ke skenario dunia nyata. Keterampilan yang dibutuhkan untuk tenaga kerja masa depan, seperti pemahaman, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kreativitas, ditingkatkan melalui metode praktis ini. Mahasiswa dipersiapkan untuk mengatasi tantangan di bidang perawatan kesehatan, bisnis, dan seni melalui latihan pengkodean dan simulasi yang didukung AI.

Selain itu, sistem pembelajaran adaptif yang didukung oleh AI merevolusi baik penyampaian maupun penerimaan konten pendidikan. Untuk mempersonalisasi kurikulum bagi setiap mahasiswa, teknologi ini memeriksa data mahasiswa. Platform seperti edX, Udacity, dan Coursera memungkinkan pengajaran individual yang mempertimbangkan latar belakang dan area kelemahan setiap mahasiswa. Mahasiswa dengan kemampuan yang berbeda dapat memperoleh manfaat dari personalisasi ini karena memungkinkan mereka untuk mempelajari konsep AI dengan kecepatan mereka sendiri. Dengan mengisi kesenjangan pengetahuan, AI meningkatkan pendidikan dan memastikan bahwa tidak ada mahasiswa yang tertinggal. Mahasiswa dapat menilai kinerja mereka sendiri dan melakukan penyesuaian secara real-time dengan bantuan teknologi AI ini. Kecerdasan buatan (AI) dimasukkan dalam mata kuliah non-ilmu komputer sebagai bagian dari kurikulum interdisipliner. Pendidikan AI dulunya terbatas pada bidang ilmu komputer dan teknologi. Tetapi bangunan pintar yang didukung AI telah mendorong sekolah untuk mengadopsi AI dalam berbagai mata pelajaran.

Mahasiswa ekonomi dapat menggunakan pembelajaran mesin untuk memprediksi tren pasar, sementara mahasiswa biologi dapat menggunakan AI untuk mempelajari urutan genetik. Mahasiswa di bidang kedokteran dapat menggunakan AI untuk mengpemeriksaan studi pencitraan dan membuat prediksi tentang prognosis pasien, sementara orang-orang kreatif dapat menggunakannya untuk menciptakan musik, seni, dan narasi digital. Studi interdisipliner ini menunjukkan bagaimana AI berpotensi mengguncang dan mengubah industri yang sudah lama ada. Fasilitas pintar yang didukung AI meningkatkan keamanan bagi mahasiswa dan karyawan. Kekhawatiran keamanan sekolah dan masuk tanpa izin dipantau oleh sistem pengawasan bertenaga AI secara real-time, seperti pengenalan wajah dan deteksi anomali. Dengan membatasi akses masuk hanya untuk pengguna yang berwenang (seperti mahasiswa terdaftar, fakultas, dan staf), teknologi ini membantu menjaga keamanan informasi sensitif. Sistem manajemen karyawan (EMS) yang digerakkan AI memiliki kemampuan untuk menilai potensi bahaya seperti krisis medis dan kebakaran, memberikan informasi terkini kepada petugas tanggap darurat untuk bertindak dengan cepat dan efektif. Ruang kelas kini lebih aman dan terlindungi, yang meyakinkan bagi semua pihak yang terlibat: anak-anak, pengajar, dan orang tua.

Di sekolah-sekolah saat ini, teknologi bertenaga AI meningkatkan keamanan sekaligus mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan energi sekolah. Berdasarkan faktor hunian dan lingkungan, AI mengontrol suhu, pencahayaan, dan ventilasi di gedung pintar. AI berpotensi mengurangi biaya operasional dan meningkatkan keberlanjutan dengan memanfaatkan data waktu nyata untuk mengurangi pemborosan energi. AI sangat penting untuk mengurangi pemborosan air, menemukan kebocoran, dan mengelola sistem air sekolah. Selain menghemat uang yang dapat digunakan untuk pengajaran yang lebih baik, teknologi ini juga membantu sekolah mencapai tujuan lingkungan global.

Manajemen fasilitas di sekolah juga dipengaruhi oleh AI. Waktu dan upaya dibutuhkan untuk tugas-tugas administrasi tradisional seperti penjadwalan, penilaian, dan alokasi sumber daya. Administrator sekarang bebas untuk berkonsentrasi pada strategi dan pendidikan berkat sistem bertenaga AI yang telah menyederhanakan beberapa pekerjaan ini. Memaksimalkan penggunaan ruang, mengurangi konflik, dan mengoptimalkan alokasi sumber daya dapat dicapai melalui otomatisasi penjadwalan menggunakan AI. Dengan menggunakan sistem penilaian bertenaga AI, pengajar dapat menghemat waktu dengan menilai pekerjaan mahasiswa secara otomatis dan menerima umpan balik langsung. Pengajar dapat menghabiskan lebih banyak waktu berkualitas dengan mahasiswa dan memberikan pelajaran yang lebih individual, berkat teknologi ini.

Pendidikan sedang direvolusi oleh chatbot dan asisten virtual berbasis AI yang memberikan bantuan sesuai permintaan kepada mahasiswa. Pembelajaran menjadi lebih fleksibel dan mudah diakses berkat teknologi bertenaga AI, yang dapat menjawab pertanyaan, mengklarifikasi topik yang sulit, dan menawarkan penjelasan secara real-time. Mereka tersedia sepanjang waktu untuk membantu mahasiswa dalam mengulang materi, pemrograman, dan pemecahan masalah bahkan ketika kelas sedang tidak berlangsung. Mahasiswa kurang mampu atau mahasiswa di daerah terpencil sangat diuntungkan dari aksesibilitas ini karena mereka seringkali kekurangan akses ke sumber daya pendidikan yang memadai dan instruktur yang berkualitas. Melalui penggunaan teknologi berbasis AI, kesenjangan bantuan pendidikan dapat ditutup, memungkinkan semua mahasiswa untuk mengalami pembelajaran yang disesuaikan.

Semakin banyak sekolah yang mengintegrasikan AI ke dalam kurikulum mereka. Tidak diragukan lagi bahwa pendidikan akan direvolusi oleh mentor bertenaga AI, pengajar hologram, dan ruang kelas yang sepenuhnya otomatis. Peluang pembelajaran yang lebih sesuai akan tersedia bagi mahasiswa sebagai hasil dari inovasi ini, dan mentor yang digerakkan oleh AI akan hadir untuk membimbing, menginspirasi, dan membantu mereka. Fasilitas pintar yang didukung oleh AI merevolusi pendidikan di ruang kelas saat ini. Dari administrasi yang lebih efisien dan aman hingga lingkungan pembelajaran yang lebih menarik dan individual, AI meningkatkan pendidikan dalam segala hal. Untuk mempersiapkan mahasiswa dengan lebih baik menghadapi pasar kerja yang dinamis dan selalu berubah, sekolah-sekolah merangkul teknologi baru untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih berpusat pada mahasiswa yang mendorong inovasi, kreativitas, dan pemecahan masalah. Sekolah yang

didukung oleh AI memiliki potensi untuk membekali generasi berikutnya untuk menghadapi tantangan dan meraih peluang di masa depan.

1.6 REFLEKSI TRANSFORMASI INFRASTRUKTUR AI SEKOLAH

Penggabungan fasilitas pintar yang didukung oleh AI benar-benar mengubah wajah pendidikan dengan meningkatkan operasional sekolah, memfasilitasi pembelajaran individual, dan menjadikan sekolah tempat yang lebih aman dan efisien bagi semua orang. Hal ini karena fasilitas-fasilitas ini membuat perbedaan yang sangat besar. Penggunaan AI di lembaga pendidikan modern jauh melampaui empat dinding ruang kelas biasa; AI meningkatkan proses administrasi, memaksimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia, dan menciptakan program pendidikan yang unik untuk setiap mahasiswa. Teknologi seperti alat pembelajaran adaptif yang memungkinkan mahasiswa untuk maju dengan kecepatan mereka sendiri dan sistem pemantauan bertenaga AI yang meningkatkan keamanan mengubah cara sekolah berfungsi. Bangunan pintar yang didukung AI juga mengatur penggunaan air, energi, dan sumber daya lainnya, yang mengarah pada praktik yang lebih ramah lingkungan dan hemat biaya.

Pengembangan AI lebih lanjut menjanjikan pendidikan yang lebih menarik, lebih mudah diakses, dan lebih siap untuk memenuhi kebutuhan dinamis dunia modern. Potensi AI untuk sepenuhnya mengubah pendidikan menjadi semakin jelas seiring kemajuan teknologi. Sekolah mempersiapkan mahasiswa untuk karir di bidang teknologi dan AI dengan mengintegrasikan AI ke dalam infrastruktur digital dan fisik mereka. Mereka juga membangun lingkungan pembelajaran dinamis di mana setiap mahasiswa dapat mencapai potensi penuhnya. Pendidikan di masa depan akan lebih personal, efisien, dan aman, berkat fasilitas cerdas yang didukung oleh AI. Lembaga pendidikan modern di seluruh dunia melihat ini sebagai tolok ukur.

BAB 2
PEMANTAUAN SISTEMATIS AI DALAM INDUSTRI PENDIDIKAN

2.1 URGENSI INTEGRASI AI PENDIDIKAN

Kecerdasan buatan (AI) telah menjadi kekuatan disruptif di bidang teknologi pendidikan (EdTech) selama periode 2005-2025. AI hanya sedikit hadir dalam pendidikan pada awal tahun 2000-an, sebagian besar dalam bentuk sistem berbasis aturan dan kerangka kerja bimbingan cerdas seperti AutoTutor, yang menggunakan pemrosesan bahasa alami (NLP) untuk meniru bimbingan manusia. Fondasi untuk gerakan global menuju pendidikan berbasis data dan yang disesuaikan telah dibangun oleh sistem-sistem awal ini. Pengalaman belajar yang lebih adaptif dimungkinkan oleh perkembangan dalam analitik big data dan komputasi awan pada awal tahun 2010-an. Sistem penyampaian konten berbasis AI yang memodifikasi jalur pembelajaran secara real-time berdasarkan kinerja dan perilaku mahasiswa diciptakan oleh perusahaan EdTech.

Masuknya AI ke dalam arus utama diskusi kebijakan pendidikan membawa perubahan dramatis antara tahun 2016 dan 2020. Lembaga dan pemerintah mulai melihat bagaimana AI dapat mengubah cara orang belajar dan mengajar. Sementara kebijakan nasional, seperti Kebijakan Pendidikan Nasional India 2020 (Kementerian Pendidikan), menekankan penggabungan AI dan pengkodean ke dalam kurikulum sekolah untuk mempersiapkan mahasiswa untuk peran yang siap untuk masa depan, Organisasi Pendidikan, Sains, dan Kebudayaan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNESCO) dan organisasi pembelajaran internasional mulai mempromosikan penggunaan AI secara etis dalam pendidikan. Secara bersamaan, Luckin dkk. menekankan potensi AI dalam mengembangkan lingkungan pembelajaran cerdas yang dapat meningkatkan pengambilan keputusan pengajar dan pemahaman mahasiswa. Penggunaan AI dalam lingkungan pembelajaran jarak jauh dan hibrida meningkat pada tahun 2021–2023, tahun setelah pandemi COVID-19.

Alat AI untuk aksesibilitas, penerjemahan bahasa, dan umpan balik langsung diintegrasikan ke dalam platform EdTech seperti Coursera dan Khan Academy untuk mendukung beragam mahasiswa dari berbagai wilayah. AI semakin banyak digunakan untuk memantau keterlibatan emosional, mengidentifikasi kesenjangan pembelajaran, dan bahkan membantu mahasiswa penyandang disabilitas, selain mempersonalisasi konten. Meningkatnya kesadaran akan etika AI selama periode ini juga mendorong para peneliti untuk menyelidiki bagaimana algoritma pembelajaran mesin dapat memperburuk kesenjangan digital atau memperkuat bias. Industri tradisional, termasuk pendidikan, telah mengalami revolusi karena pergeseran global ke Industri 4.0, yang didefinisikan oleh integrasi sistem siber-fisik, Internet of Things (IoT), otomatisasi, dan pertukaran data waktu nyata. Revolusi Industri Keempat mendorong sistem pendidikan untuk berubah dari ruang kelas tradisional ke ekosistem pembelajaran digital yang menekankan kemampuan beradaptasi, pengajaran individual, dan keterampilan yang selaras dengan teknologi. Untuk mempersiapkan

mahasiswa dengan lebih baik untuk keterampilan yang dibutuhkan dalam dunia kerja masa depan, pergeseran ini telah memaksa para pendidik dan legislator untuk mengevaluasi kembali struktur kurikulum dan kerangka kerja pedagogis. AI, komponen kunci dari inovasi EdTech, berada di pusat evolusi pendidikan ini. Pendidikan personalisasi dalam skala besar kini dimungkinkan, berkat platform bertenaga AI yang menawarkan sistem bimbingan cerdas, pembelajaran adaptif, penilaian otomatis, dan umpan balik waktu nyata.

Menteri Pendidikan India, Dharmendra Pradhan, memberikan perhatian penting pada tahun 2024, dengan mengintegrasikan AI ke dalam pendidikan dengan cara yang selaras dengan nilai-nilai India. Pada Konferensi PadhAI, ia menyerukan pengembangan perangkat AI dalam bahasa-bahasa India. Pradhan menyebut AI sebagai "pengganda kekuatan" dan "katalisator inovasi", yang dapat menambah sinergi dan teknologi. Ia juga menggarisbawahi beberapa langkah yang diambil oleh Pemerintah India untuk mempromosikan integrasi AI dalam pendidikan, seperti menciptakan pusat-pusat keunggulan AI dan menyediakan alat-alat AI dalam bahasa-bahasa India. Menurut Pradhan, tindakan-tindakan ini memfasilitasi transisi "dari papan tulis ke chipset", sehingga menunjukkan langkah menuju lingkungan pembelajaran yang diperluas oleh teknologi. Ia menegaskan bahwa memasukkan AI ke dalam kelas sekarang merupakan bagian penting dari pendidikan kontemporer dan mengundang para ahli untuk memberikan saran tingkat kebijakan untuk implementasi AI yang bertanggung jawab di ruang kelas.

Para peneliti sekarang berfokus pada pengaruh sosial-budaya AI dan, selain itu, perannya dalam menciptakan sistem pendidikan yang inklusif dan adil. Inisiatif pemerintah seperti Pusat Keunggulan AI dalam Pendidikan menandai dimulainya era baru yang berpusat pada pengembangan solusi EdTech yang sesuai secara budaya, menciptakan sistem pendidikan yang inklusif dan adil, serta meningkatkan kemampuan AI domestik. Jika dipertimbangkan secara kolektif, pengembangan AI dalam EdTech mencakup berbagai hal, mulai dari tutor berbasis aturan hingga asisten virtual yang cerdas secara emosional, yang mencerminkan kemajuan dan aspirasi teknologi pendidikan yang terus berkembang. Seiring kita melangkah maju dalam fase selanjutnya dari Industri 4.0, pertanyaannya adalah apakah AI atau non-kecerdasan dapat berhasil dan bertanggung jawab terlibat dalam pendidikan, dan jika ya, maka "bagaimana".

Meskipun tingkat pembelajaran dan eksperimen tentang penggunaan AI dalam pendidikan Industri 4.0 semakin meningkat, literatur yang ada tetap terfragmentasi, multidisiplin, dan luas. Pembelajaran seringkali berfokus pada inovasi terpisah tanpa kombinasi analitik, pengujian yang dikelola AI, atau sistem bimbingan belajar yang cerdas; elemen-elemen ini tidak bekerja sama untuk mengubah proses kelembagaan dan hasil pendidikan. Selain itu, sebagian besar literatur saat ini, yang mengabaikan faktor sosiologis, moral, dan relevan, cenderung berfokus pada kinerja algoritma atau kelayakan teknis, terutama di India dan negara berkembang lainnya. Penting untuk menilai keuntungan dan kerugian dari pembelajaran yang terkonsolidasi, mengidentifikasi tren yang muncul, dan membandingkan berbagai pendekatan pendidikan karena penerapan AI dalam pendidikan bergerak dari penggunaan teoretis ke implementasi dunia nyata. Pada tahap ini, pemantauan

sistematis diperlukan untuk memberikan konsistensi dan kejelasan di bidang ini. Industri ini dapat membantu memetakan perkembangan AI dalam pendidikan dalam konteks Industri 4.0, menyoroti pola-pola utama, potensi aplikasi, dan interval bukti.

Selain itu, hal ini memungkinkan untuk menilai secara objektif cara-cara di mana AI mendukung keterlibatan peserta didik, skalabilitas, inklusivitas dalam pendidikan, dan transformasi kelembagaan. Hanya sedikit pemantauan pendahuluan yang mencoba melakukan sintesis yang terfokus dan metodologis yang ketat mengenai peran AI dalam membentuk pendidikan di bawah pergeseran struktural dan filosofis yang diperkenalkan oleh Industri 4.0, karena sebagian besar berfokus pada perkembangan EdTech secara umum atau model AI tertentu. Penggunaan metodologi pemantauan sistematis dalam studi ini tidak hanya menawarkan kompilasi ilmiah dari pembelajaran terbaru tetapi juga meletakkan dasar untuk studi empiris di masa mendatang, pengembangan kebijakan, dan kerangka kerja etika yang dibutuhkan untuk memandu integrasi AI yang bertanggung jawab dalam pendidikan.

2.2 KAJIAN LITERATUR PENERAPAN AI DI BIDANG PENDIDIKAN

Dalam beberapa tahun terakhir, penerapan AI di bidang pendidikan dalam Industri 4.0 telah menjadi isu pembelajaran utama. Platform pendidikan berbasis AI mentransformasikan paradigma tradisional menuju pembelajaran personal, sistem bimbingan cerdas, analitik prediktif, dan layanan administrasi otomatis. Lebih lanjut, pilar-pilar Pendidikan 4.0, yang berbasis pada pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, adaptif, dan didukung teknologi, sangat didukung oleh teknologi AI, yang dapat mengarah pada penyesuaian waktu nyata dan pengajaran berbasis data. Dalam pemantauan sistematis, Ans-Wang dkk. menguraikan perkembangan pesat pembelajaran interdisipliner yang berkaitan dengan pembelajaran adaptif berbasis AI dan mekanisme umpan balik cerdas. Laporan tersebut menyebutkan munculnya sistem manajemen pembelajaran (LMS) berbasis AI yang menyesuaikan konten dan kecepatan dengan kemajuan mahasiswa secara waktu nyata. Moroianu dkk. mencatat bahwa alat AI tidak hanya meningkatkan hasil pembelajaran, tetapi juga menjadi faktor kunci dalam mengubah metode pedagogis melalui model prediktif dan pemeriksaan sentimen.

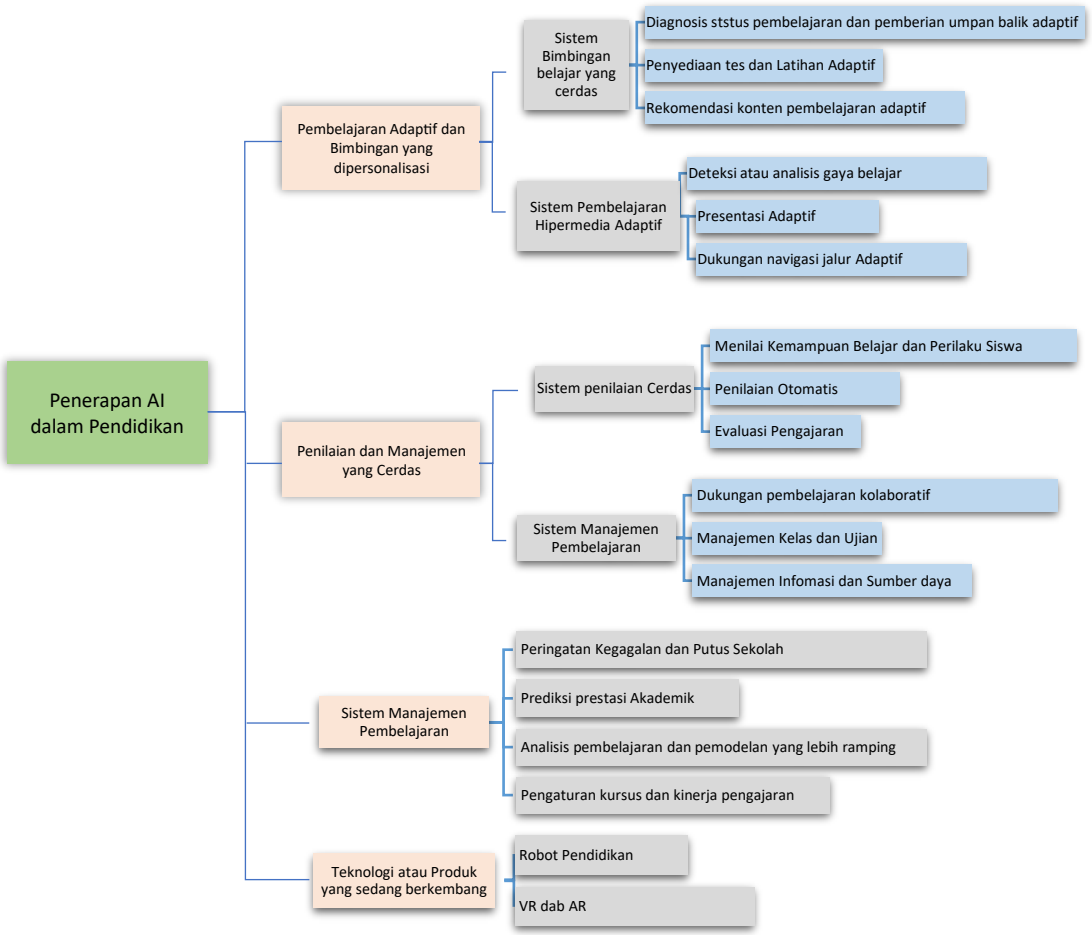
Karena kemajuan teknologi, terdapat peluang dan masalah. Dunia telah mengalami transformasi signifikan di era digital. Begum secara khusus membahas bagaimana AI berkontribusi pada tujuan Pendidikan 4.0 dan memberikan perspektif berbeda tentang efektivitas AI dalam mendorong keterlibatan mahasiswa, mengotomatiskan penilaian, dan menciptakan ekosistem pembelajaran sepanjang hayat. Mustafa dkk. melakukan pemantauan meta yang melibatkan temuan dari pemantauan independen sebelumnya dan menguraikan agenda pembelajaran masa depan, yang menggarisbawahi perlunya verifikasi empiris dan perhatian etis yang lebih banyak dalam inklusi AI.

Dengan perkembangan AI, aspek etis dan standarisasinya telah menjadi isu utama. menyelidiki persyaratan standar industri yang kuat dan protokol interoperabilitas, sedangkan Ogunleye dkk. meneliti implikasi teknologi AI generatif seperti ChatGPT pada integritas akademik dan pada desain item penilaian. Sementara itu, Xu dkk. Mengkaji evolusi ketergantungan pada model bahasa besar (LLM) dalam pendidikan dan mencatat potensinya

untuk berfungsi sebagai instruktur pendamping dan asisten virtual. Pembelajaran ini mengeksplorasi dua pilar eksperimen jarak jauh dan analitik pembelajaran dalam pendidikan. Porayska-Pomsta dkk. menyoroti dilema etika AI dalam pendidikan, termasuk privasi data, bias algoritmik, dan kemungkinan pengalaman belajar yang tidak manusiawi. Kekhawatiran ini mirip dengan yang disajikan dalam karya terkait, yang menyoroti perlunya transparansi dan akuntabilitas dalam penerapan AI. Bandara dan Senanayaka memberikan kategorisasi literatur AI dalam pendidikan selama dekade terakhir, termasuk aktivitas pembelajaran, dukungan pengajaran, penilaian, dan manajemen pendidikan. Pembelajaran ini menunjukkan tren yang jelas menuju lingkungan pembelajaran otomatis yang berpusat pada mahasiswa yang didukung oleh analitik waktu nyata dan sistem pendukung keputusan.

Kecerdasan Buatan dalam Pendidikan (AIED) berfokus pada pembelajaran adaptif, bimbingan belajar yang dipersonalisasi, evaluasi cerdas, dan pembuatan profil peserta didik. Pemantauan sistematis terhadap 2.223 artikel beserta pemeriksaan konten dari 125 artikel oleh Wang dkk. menyoroti area pembelajaran utama bersama dengan kerangka kerja teoretis dan metodologi. Temuan tersebut menunjukkan sifat multidisiplin dari AIED bersama dengan banyaknya area pembelajaran yang belum dieksplorasi, menekankan potensi pertumbuhan untuk studi masa depan di domain ini. Sejalan dengan tujuan yang ditetapkan oleh Pendidikan 4.0, yang bertujuan untuk mengintegrasikan teknologi yang didorong oleh industri, AI telah mengubah sektor pendidikan selama dekade terakhir. Lembaga pendidikan mencari paradigma yang menjanjikan bantuan pribadi, integrasi teknologi, dan fleksibilitas yang terjalin dalam seluruh proses pembelajaran. Kisah integrasi teknologi AI menunjukkan inovasi bersama dengan peningkatan tanggung jawab dalam sistem pendidikan saat ini, dimulai dengan sistem bimbingan cerdas (ITS). mengkategorikan ITS menjadi tiga kelompok utama: ITS berbasis perangkat lunak, sistem bimbingan robot (RTS), dan sistem bimbingan robot cerdas multimodal.

Namun, kemajuan ini juga membawa tantangan penting. Seiring semakin terintegrasinya AI ke dalam pendidikan, kekhawatiran tentang moralitas, privasi data, keadilan, dan transparansi semakin meningkat. Sebuah pemantauan terhadap 118 studi oleh Yan dkk. menemukan bahwa banyak solusi AI masih kurang pendekatan desain yang berpusat pada manusia. Hal ini sejalan dengan Riordan dkk. yang menekankan perlunya melibatkan pengajar dan mahasiswa dalam proses desain untuk menciptakan kepercayaan dan mempromosikan keadilan. Konsensus yang berkembang adalah bahwa AI harus melengkapi, bukan menggantikan, peran pengajar, memungkinkan mereka untuk lebih fokus pada pengajaran dan nasihat yang kreatif.



Gambar 2.1 Penerapan AI dalam pendidikan.

Pada saat yang sama, platform pembelajaran adaptif yang didorong oleh AI menunjukkan hasil yang menjanjikan. Sebuah sintesis tahun 2023 menemukan bahwa lebih dari 86% sistem pendidikan berbasis AI menghasilkan peningkatan hasil belajar, khususnya bagi mahasiswa yang berisiko tertinggal. Fitur-fitur seperti dasbor pembelajaran individual dan analitik prediktif membantu pengajar untuk lebih efektif mengidentifikasi dan mendukung mahasiswa yang kesulitan. Kerangka analitik pembelajaran oleh Greller dan Drachsler juga menyediakan pendekatan terstruktur untuk menggunakan data mahasiswa guna meningkatkan desain pembelajaran, evaluasi, dan efek pendidikan secara keseluruhan. Singkatnya, pembelajaran saat ini menggambarkan sistem pendidikan yang sedang diubah oleh AI—dengan menjadi lebih personal, berbasis data, dan inklusif. Namun, pembelajaran ini juga menekankan perlunya implementasi yang bertanggung jawab. Ke depannya, penting untuk menjaga keseimbangan yang tepat antara inovasi teknologi dan tanggung jawab moral. Studi di masa mendatang harus fokus pada bagaimana AI dapat lebih mendukung pembelajaran emosional, meningkatkan akses pendidikan, dan menumbuhkan kepercayaan di antara semua pemangku kepentingan—pengajar, mahasiswa, dan institusi.

2.3 EVOLUSI INDUSTRI 4.0 DAN EKOSISTEM DIGITAL GLOBAL

Selama berabad-abad, setiap revolusi industri telah membawa kemajuan bagi umat manusia, cara kita hidup, dan bekerja. Saat ini, kita berada di tengah Revolusi Industri Keempat, yang dikenal sebagai Industri 4.0. Era baru ini adalah tentang menyatukan dunia digital dengan dunia fisik dan bahkan organik, yang menciptakan cara cerdas untuk memproduksi barang, mendistribusikan jasa, dan terhubung di seluruh dunia. Istilah 'Industri 4.0' pertama kali muncul di Pameran Hanover di Jerman pada tahun 2011." mengacu pada laporan asli yang memperkenalkan istilah tersebut, yang merupakan referensi pertama (laporan DIN.de). Industri 4.0 awalnya diperkenalkan sebagai bagian dari strategi nasional Jerman untuk mempromosikan transformasi digital di bidang manufaktur.

Sejak itu, konsep ini telah meluas melampaui Jerman dan berkembang menjadi gerakan global. Industri ini adalah tentang kombinasi teknologi digital canggih dengan teknologi tradisional. Bayangkan pabrik-pabrik di mana mesin saling berkomunikasi, memperbaiki masalah sendiri, dan apa yang terjadi secara real-time menguntungkan. Hal ini dimungkinkan berkat perangkat seperti sistem siber-fisik, IoT, AI, Robotika, Komputasi Awan, dan Pemeriksaan Big Data. Salah satu ide terpenting dalam Industri 4.0 adalah keterkaitan tidak hanya antar mesin tetapi juga antar seluruh departemen, bisnis, dan rantai pasokan. Semuanya terhubung melalui data, dari sensor di lantai pabrik hingga sistem perencanaan perusahaan (Kagermann dkk. Teknologi seperti kembaran digital—model virtual dari objek fisik—memudahkan simulasi dan pemantauan sistem secara real-time. Tambahkan komputasi tepi dan 5G, dan Anda mendapatkan komunikasi secepat kilat antar perangkat, yang sangat penting untuk manufaktur berkecepatan tinggi saat ini. Secara keseluruhan, inovasi-inovasi ini memungkinkan perusahaan untuk merespons perubahan pasar dengan cepat, mengurangi pemborosan, meningkatkan efisiensi, dan bahkan mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan produk baru.

Inti dari perubahan ini adalah IoT (Internet of Things). Bayangkan mesin, sensor, dan bahkan produk yang dapat "berkomunikasi" satu sama lain secara real-time. Aliran informasi yang berkelanjutan ini membantu pabrik untuk memantau kinerja mereka, mengidentifikasi masalah, dan membuat keputusan dengan cepat. Kemudian hadir AI (Artificial Intelligence), yang menambahkan "otak" pada sistem ini. AI dapat mengpemeriksaan data dalam skala besar, mendeteksi pola, dan bahkan memprediksi masalah di masa mendatang.

Hal ini tidak hanya menghasilkan produksi yang lebih cepat tetapi juga kualitas yang lebih baik dan penundaan yang lebih rendah. Pemeriksaan big data memainkan peran pendukung yang penting. Hampir setiap pabrik menghasilkan tumpukan data, mulai dari suhu mesin hingga reaksi pelanggan. Alat big data membantu memahami semua informasi ini, mengubah angka mentah menjadi wawasan yang dapat memandu segala hal mulai dari desain produk hingga program pemeliharaan. Robotika membawa otomatisasi ke tingkat yang baru. Tidak seperti mesin tradisional, robot industri modern fleksibel, adaptif, dan dapat bekerja dengan aman bersama manusia. Mereka dapat menangani tugas-tugas berulang atau berbahaya secara bersamaan, meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Terakhir, industri komputasi awan berfungsi sebagai tulang punggung ekosistem digital 4.0. Hal ini

memungkinkan semua data dan teknologi ini untuk disimpan, dibagikan, dan diakses dari mana saja, yang mendukung kerja sama dan pengambilan keputusan secara real-time di berbagai tempat dan tim.

2.4 EVOLUSI SISTEM PENDIDIKAN MODERN

Munculnya Industri 4.0 tidak hanya membawa revolusi di pabrik dan industri—tetapi juga memberi tahu kita bagaimana kita mengajar dan belajar. AI, IoT, Robotika, Komputasi Awan, dan Pemeriksaan Big Data terus mengubah dunia di sekitar kita. Sektor pendidikan cocok untuk mempersiapkan mahasiswa dengan keterampilan yang diperlukan di era digital yang berubah dengan cepat ini. Ini termasuk tidak hanya literasi digital, tetapi juga kreativitas, pemikiran kritis, dan kemampuan untuk memecahkan masalah dunia nyata. Telah terjadi juga pergeseran dari pengajaran kelas tradisional menuju lingkungan pembelajaran cerdas. Belum lama ini, sebagian besar kelas mengikuti pengaturan yang familiar: pengajar memberikan ceramah, mendengarkan mahasiswa, dan semua orang belajar dengan kecepatan yang sama, baik itu kebutuhan individu atau gaya belajar. Tetapi model itu tidak lagi cukup. Di dunia saat ini, pendidikan harus lebih dinamis, lebih individual, dan terintegrasi secara mendalam dengan teknologi. Di sinilah lingkungan pengajaran yang cerdas berperan. Lingkungan ini menyesuaikan materi berdasarkan cara belajar mahasiswa; pendidikan ini tidak hanya membuatnya lebih efisien, tetapi juga lebih menarik.

Ambil contoh Institut Teknologi India (IIT) Madras. Mereka telah mengembangkan asisten bertenaga AI yang disebut "IIT PAL", yang menawarkan pelajaran video dan kuis yang disesuaikan dengan kinerja mahasiswa, membantu calon peserta Ujian Masuk Bersama (JEE) belajar lebih cerdas, bukan hanya lebih keras. Dengan semangat yang sama, perusahaan EdTech India BYJU'S menggunakan AI untuk mempersonalisasi video pembelajaran, menyesuaikan kecepatan dan tingkat kesulitan untuk setiap mahasiswa sehingga tidak ada yang merasa tertinggal. Secara global, kita melihat kemajuan serupa. Di Tiongkok, Squirrel AI telah membangun platform pembelajaran adaptif yang melacak bagaimana mahasiswa merespons secara real-time dan memodifikasi instruksi hingga setiap mahasiswa sepenuhnya memahami konsep tersebut. Pendekatan ini telah menghasilkan peningkatan yang terukur dalam hasil belajar mahasiswa.

Contoh-contoh ini menunjukkan pergeseran besar: dari pembelajaran hafalan ke pengembangan keterampilan nyata, dari pengajaran yang dipimpin pengajar ke otonomi yang berpusat pada mahasiswa, dan dari tes standar ke umpan balik berkelanjutan dan waktu nyata. Karena lingkungan kerja menghargai kreativitas dan kemampuan digital, sekolah dan Univ Stekom sedang memikirkan kembali apa yang mereka ajarkan dan bagaimana mereka mengajarkannya—menyelaraskan akademisi dengan keterampilan yang dibutuhkan oleh Industri 4.0.

Tabel 2.3 Lingkungan pembelajaran tradisional hingga cerdas

Tahun	Transformasi Pendidikan	Pergeseran Teknologi	Contoh/Inisiatif

2000–2005	Pengenalan sistem e-learning dasar	Sistem Manajemen Pembelajaran (LMS)	Blackboard, Moodle
2006–2010	Adopsi konten digital di pendidikan tinggi	Pembelajaran multimedia, Flash, dan berbasis HTML	NPTEL (India), MIT OCW
2011–2015	Munculnya Pembelajaran Online Terbuka Massal (MOOC)	Pembelajaran berbasis cloud, streaming video	Coursera, edX, SWAYAM (India)
2016–2018	Personalisasi menggunakan AI dan analitik data	Platform Pembelajaran Adaptif, tutor AI	BYJU'S (India), Squirrel AI (China)
2019–2020	Pembelajaran jarak jauh darurat karena Covid-19	Konferensi video, ruang kelas virtual	Google Meet, Zoom, Microsoft Teams
2021–2022	Pertumbuhan model pembelajaran hibrida dan campuran	AI, cloud, aplikasi seluler	Kebijakan Pendidikan Nasional (NEP) 2020 (India), ruang kelas pintar
2023	Integrasi VR/AR ke dalam pembelajaran di kelas	Lingkungan pembelajaran imersif	VR Kelas di Inggris, laboratorium sains imersif
2024–2025	Fokus pada pembelajaran personalisasi dan berbasis kompetensi yang didorong oleh AI	AI, analitik, dan kembaran digital untuk pendidikan	IIT PAL, alat penilaian AI, Univ Stekom Digital Nasional (India)

2.5 PERAN KECERDASAN BUATAN

Pada tahun 1970-an, ITS (Integrated Teaching System) dimulai dengan eksperimen awal, berupaya meniru pengalaman bimbingan belajar tatap muka. Peran AI dalam pendidikan telah berubah secara dramatis dari waktu ke waktu. Penggunaan teknologi AI telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir, metode pembelajaran konvensional telah diubah menjadi metode yang lebih dinamis, personal, dan berbasis data. Saat ini, platform pengajaran adaptif menyesuaikan konten pembelajaran agar sesuai dengan preferensi dan kecepatan belajar spesifik setiap mahasiswa, sehingga meningkatkan keterlibatan dan hasil yang lebih baik. Alat evaluasi berbasis AI lebih lanjut mengurangi beban kerja pengajar dengan secara otomatis menilai kinerja mahasiswa dan memberikan umpan balik secara real-time pada tugas dan aktivitas pembelajaran. Institusi dapat memperoleh wawasan signifikan tentang perilaku mahasiswa melalui pemeriksaan masa depan dan pembelajaran, yang membantu memprediksi kinerja, mengidentifikasi kesenjangan pembelajaran, dan melakukan intervensi cepat.

Gambar 2.2 Dampak multifaset AI dalam pendidikan.

Selain itu, chatbot dan asisten virtual yang dijalankan AI memberikan bantuan akademik sepanjang waktu, seringkali menjawab pertanyaan dan membantu mahasiswa saat mereka maju dalam karier pendidikan mereka. AI juga berkontribusi secara signifikan pada desain pembelajaran dengan menilai kebutuhan mahasiswa dan tren pendidikan untuk menghasilkan materi pembelajaran yang terkini dan relevan. AI dapat meningkatkan pendidikan bagi mahasiswa di seluruh dunia, yang berkembang dengan meningkatkan akses, inklusi, dan efektivitas.

2.6 MANFAAT INTEGRASI AI DALAM PENDIDIKAN

Pendidikan akan sangat diuntungkan dari efek transformatif AI, yang dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas pengajaran. AI memungkinkan pembelajaran personal dengan terus mengevaluasi kinerja setiap mahasiswa, menjadikan pendidikan lebih individual dan fleksibel. Alih-alih mengajar semua orang dengan cara yang sama, alat AI sekarang menyesuaikan pelajaran berdasarkan gaya belajar, kecepatan, dan kebutuhan setiap mahasiswa. Dengan bantuan AI, mahasiswa mendapatkan materi yang tepat pada waktu yang tepat—baik mereka membutuhkan lebih banyak dukungan atau siap menghadapi tantangan.

Gambar 2.3 Penerapan AI dalam Pendidikan.

Sistem Teknologi Informasi (TI) berfungsi sebagai tutor pribadi digital, memberikan umpan balik, membimbing mahasiswa melalui pelajaran, dan menjaga motivasi mereka. Sistem ini juga membantu menjadikan pembelajaran lebih inklusif dengan mendukung berbagai gaya pengajaran—seperti visual, mendengarkan, atau pembelajaran praktik. Di luar kelas, AI juga mendukung pengajar dengan menciptakan konten yang disesuaikan, melacak kemajuan mahasiswa, dan bahkan memberi nilai tugas atau mengelola jadwal. Alat seperti NLP digunakan untuk mengembangkan materi pembelajaran yang disesuaikan dengan tingkat kemampuan setiap mahasiswa, sementara penilaian berbasis AI menawarkan umpan balik instan untuk membantu mahasiswa meningkatkan kemampuan mereka. Dengan dipadukan dengan realitas virtual (VR) dan alat interaktif, AI membuat pembelajaran lebih menarik dengan mengubah pelajaran menjadi pengalaman 3D. Hal ini membantu sekolah dan perpengajaran tinggi beralih dari metode pengajaran tradisional menuju pendidikan yang lebih berpusat pada mahasiswa, efisien, dan berfokus pada masa depan.

2.7 KASUS DAN IMPLEMENTASI PRAKTIS

Studi kasus dan aplikasi dunia nyata berikut membantu menjelaskan efek praktis AI dalam pendidikan dalam berbagai jenis referensi dan aplikasi.

- *Carnegie Learning*: Mahasiswa sekolah menengah pertama dan atas dapat memperoleh instruksi matematika individual dari ITS Carnegie Learning menggunakan alat AI Mathia (AS). Untuk memenuhi kebutuhan belajar unik setiap mahasiswa, alat

ini terus-menerus mengevaluasi kinerja mereka dan memodifikasi materi secara real-time. Menurut pembelajaran, mahasiswa yang menggunakan Mathia sering menunjukkan manfaat yang lebih tinggi dalam kemampuan matematika daripada mereka yang menggunakan pendekatan yang lebih tradisional. Squirrel AI dari Tiongkok adalah contoh utama platform pengajaran adaptif yang menggunakan ilmu kognitif dan pembelajaran mesin untuk mempersonalisasi konten pembelajaran untuk setiap mahasiswa.

Dalam kelas yang sangat besar, sistem ini mengpemeriksaan kinerja mahasiswa pada berbagai titik dan menyesuaikan konten pembelajaran secara dinamis untuk meningkatkan keterlibatan dan hasil pembelajaran.

- *Gradescope (AS)*: Dengan penilaian tes, kuis, dan tugas otomatis, alat evaluasi berbasis AI ini membantu para pengajar. Penilaian ini menghemat banyak waktu dan meningkatkan stabilitas dengan mendukung reaksi tertulis dan pilihan ganda. Univ Stekom telah mengadopsi sejumlah besar Gradescope untuk menyesuaikan proses evaluasi.
- *Pemeriksaan Pembelajaran di Univ Stekom Michigan*: Univ Stekom meningkatkan tingkat retensi dengan menggunakan analitik prediktif dan memberikan intervensi cepat.
- Chatbot “Pence” Univ Stekom Negeri Georgia adalah asisten virtual berbasis AI yang berinteraksi dengan mahasiswa untuk menjawab pertanyaan tentang interaksi, bantuan keuangan, dan pendaftaran. Chatbot ini menunjukkan nilai AI dalam layanan bantuan mahasiswa dengan mengurangi angka putus kuliah (mahasiswa yang berniat mendaftar kuliah tetapi tidak jadi).

Pembelajaran masa depan harus berfokus pada area tertentu untuk meningkatkan efektivitas, inklusi, dan penerapan moral AI seiring dengan terus berubahnya lanskap akademik. Untuk mengatasi pengambilan keputusan AI dalam penilaian, pengajaran, dan desain pembelajaran, jalan penting adalah menciptakan model AI yang transparan dan jelas yang dapat dipercaya oleh pengajar dan mahasiswa. Untuk menjamin konsekuensi pembelajaran yang adil bagi orang-orang dari berbagai latar belakang sosial ekonomi dan budaya, pembelajaran juga harus memperhatikan metode pengurangan bias algoritma melalui pembuatan kumpulan data pelatihan yang representatif dan beragam. Area penting lainnya adalah peningkatan kecerdasan emosional dalam sistem AI, yang memungkinkan mereka untuk mengenali dan merespons keadaan emosional pengajar, sehingga meningkatkan konektivitas dan dukungan yang dipersonalisasi.

Lingkungan pembelajaran multimodal yang dikelola AI yang mengintegrasikan teks, suara, gerak tubuh, dan ekspresi wajah memiliki kemampuan untuk lebih mengubah sistem interaksi dan respons mahasiswa. Skalabilitas dan kapasitas adaptasi perangkat AI untuk lingkungan pendidikan dengan sumber daya terbatas, terutama di daerah pedesaan atau berkembang, juga harus menjadi fokus pembelajaran masa depan. Pembelajaran tentang Sistem Pendukung Pengajar Berbasis AI, yang dapat membantu dengan berbagai instruksi tanpa menggantikan perencanaan pelajaran, analitik kelas secara real-time, dan pengajar

manusia, juga menjadi semakin penting. Untuk menilai dampak jangka panjang AI, pembelajaran longitudinal sangat penting.

Kebijakan dan strategi implementasi yang terdefinisi dengan baik sangat penting untuk memastikan integrasi AI yang bermoral dan sukses dalam pendidikan. Saat menggunakan alat AI, pembuat kebijakan harus menetapkan aturan yang jelas yang mengutamakan privasi data, akuntabilitas, dan transparansi. Untuk mencegah meningkatnya kesenjangan digital, wajib untuk menciptakan struktur kelembagaan dan nasional yang mempromosikan akses yang tepat ke teknologi AI, terutama di daerah pedesaan. Untuk menjamin bahwa pengajar dan administrator mengetahui cara menggunakan peralatan AI secara efisien dan bertanggung jawab, inisiatif pelatihan dan peningkatan kapasitas harus dilakukan. Untuk mengembangkan solusi AI yang sesuai dengan tujuan pendidikan dan prinsip moral, diperlukan kerja sama antara organisasi pemerintah, lembaga pendidikan, pengembang teknologi, dan masyarakat sipil.

Penerapan AI dalam pendidikan, melalui penilaian cerdas, pemeriksaan waktu nyata, sistem bantuan otomatis, dan instruksi pribadi telah menunjukkan kemampuannya untuk membawa revolusi dalam pengajaran dan pembelajaran. Pemeriksaan aplikasi penting menunjukkan bagaimana AI dapat meningkatkan keterlibatan mahasiswa, meningkatkan hasil, dan mengurangi beban administrasi. Contohnya termasuk chatbot yang dioperasikan AI, platform pembelajaran adaptif, analitik prediktif, dan ITS. Pemeriksaan aplikasi penting ini menunjukkan bagaimana AI dapat mengurangi beban administratif dan memungkinkan mahasiswa untuk meningkatkan konektivitas dan meningkatkan hasil. Terdapat beberapa contoh ITS, analitik prediktif, platform pembelajaran adaptif, dan chatbot yang dijalankan oleh AI. Algoritma Pembelajaran Mesin (MLA) dapat menggunakan teknik ini untuk meningkatkan pembelajaran dan mendistribusikan sumber daya secara lebih efektif, pengajar dapat menggunakannya untuk lebih memahami dan mendukung beragam pembelajar, dan para ahli teknologi dapat menggunakannya untuk mengembangkan solusi yang inklusif, terukur, dan bermoral.

BAB 3
KECERDASAN MESIN DALAM PENDIDIKAN BERKELANJUTAN

3.1 PERGESERAN PARADIGMA MENUJU KECERDASAN MESIN

Pendidikan, sebagai landasan pembangunan masyarakat, terus beradaptasi dengan kebutuhan berbagai zaman sejarah. Di era saat ini, yang ditandai dengan digitalisasi yang cepat, interkonektivitas global, dan dinamika sosial-ekonomi yang kompleks, struktur pendidikan tradisional menghadapi pengawasan yang belum pernah terjadi sebelumnya. Model konvensional pendidikan massal yang dicirikan oleh kurikulum standar, kecepatan tetap, dan penilaian seragam secara historis sesuai dengan logika industri yang menghargai kesesuaian dan prediktabilitas. Namun, kekakuan seperti itu semakin tidak sesuai dengan tuntutan peserta didik dan pasar tenaga kerja kontemporer. Para pendidik, pembuat kebijakan, dan peserta didik sama-sama menyerukan pergeseran paradigma menuju pendekatan pengajaran dan pembelajaran yang lebih responsif, personal, dan peka terhadap konteks. Inti dari transformasi ini adalah munculnya kecerdasan mesin (MI) yang merupakan konvergensi metode komputasi canggih, termasuk pembelajaran mesin, pemrosesan bahasa alami, dan sistem kognitif, yang melampaui kerangka kerja kecerdasan buatan (AI) tradisional.

Tidak seperti bentuk otomatisasi pendidikan sebelumnya, MI memungkinkan sistem untuk beradaptasi secara dinamis terhadap perilaku, preferensi, dan lingkungan peserta didik, sehingga mendorong pengalaman pendidikan yang benar-benar personal. Perpaduan teknologi cerdas tersebut bukan hanya sekadar menambah praktik pedagogis yang ada, tetapi mewakili pemikiran ulang mendasar tentang bagaimana pengetahuan dihasilkan, dibagikan, dan diinternalisasi dalam ekosistem digital.

Pergeseran Historis dalam Paradigma Pendidikan

Desain dan penyampaian pendidikan secara historis mencerminkan model masyarakat yang dominan. Selama Zaman Industri, sistem sekolah formal dirancang untuk menghasilkan modal manusia yang terstandarisasi. Peserta didik dikelompokkan berdasarkan usia kronologis. Mereka kemudian dihadapkan pada konten yang identik, dan dievaluasi melalui metrik yang seragam. Instruksi lebih memprioritaskan hafalan, kepatuhan, dan keterampilan yang terutama penting untuk ekonomi berbasis pabrik. Sistem seperti itu diarahkan oleh pengajar dan menyisakan sedikit atau tidak ada ruang untuk perbedaan pembelajaran individu.

Dengan munculnya Zaman Informasi, yang didorong oleh teknologi komputasi dan komunikasi, celah dalam paradigma ini menjadi lebih jelas. Seiring waktu, filosofi pendidikan baru muncul, yang menganjurkan otonomi peserta didik, penciptaan pengetahuan yang terdesentralisasi, dan lingkaran umpan balik yang berkelanjutan. Munculnya alat digital memungkinkan akses fleksibel ke informasi, pembelajaran kolaboratif, dan instruksi yang kaya yang memanfaatkan multimedia. Teori-teori seperti konstruktivisme dan konektivisme menekankan bahwa pembelajaran terjadi paling efektif dalam lingkungan yang aktif, terhubung secara sosial, dan dimediasi secara teknologi. Terlepas dari kemajuan ini, sisa-sisa

struktur pendidikan era industri masih tetap ada, seringkali menghambat adopsi penuh teknologi cerdas dan adaptif dalam pendidikan arus utama.

Munculnya Kecerdasan Mesin: Melampaui AI Tradisional dalam Pendidikan

Konvergensi terkini dari pembelajaran mesin (ML), analitik big data (BDA), pemrosesan bahasa alami (NLP), dan model generatif telah melahirkan "kecerdasan mesin" (MI), bentuk AI yang lebih berevolusi yang dicirikan oleh otonomi, sensitivitas konteks, dan pembelajaran yang muncul. Sementara AI tradisional dalam pendidikan berfokus pada sistem bimbingan berbasis aturan, lingkaran umpan balik yang telah ditentukan sebelumnya, dan pohon keputusan yang telah diprogram, sistem berbasis MI menunjukkan kemampuan yang luar biasa seperti:

- pembelajaran berkelanjutan dari beragam perilaku dan modalitas pembelajar;
- personalisasi konten dan penilaian secara real-time;
- kemampuan generatif untuk pembuatan konten (menghasilkan kuis secara otomatis, meringkas teks, mensimulasikan eksperimen laboratorium); dan
- deteksi emosi dan sentimen untuk menyesuaikan dukungan sosial-emosional.

Dalam konteks pendidikan, MI (Motivational Interviewing) telah mulai mendukung lingkungan pembelajaran adaptif, analitik prediktif untuk hasil belajar mahasiswa, pemetaan kurikulum otomatis, dan alat penilaian formatif berbasis AI. Yang penting, MI bukan hanya peningkatan teknologi; ia juga mewujudkan hubungan kognitif baru antara pembelajar dan ekosistem digital (Gambar 3.1).

Gambar 3.1 Evolusi paradigma pendidikan menuju kecerdasan mesin.

Kerangka kerja MI semakin menggabungkan sistem multi-agen, penalaran probabilistik, dan AI generatif untuk melampaui model pembelajaran preskriptif menuju lingkungan pengetahuan ko-konstruktif di mana pembelajar, instruktur, dan algoritma membentuk triad aktif. Pergeseran paradigma ini tidak hanya membutuhkan adaptasi teknologi tetapi juga refleksi epistemologis dan etis, terutama mengenai privasi data, otonomi pembelajar, dan bias algoritmik dalam pendidikan.

Bab ini membahas bagaimana MI membentuk masa depan industri pendidikan bukan hanya melalui intervensi teknologi tetapi sebagai kekuatan yang mengkonfigurasi ulang logika pedagogis, kurikuler, dan institusional. Dengan berlandaskan pada konteks historis, teoretis, dan sosio-teknis, bab ini bertujuan untuk menjelaskan perbedaan mendasar antara MI dan AI tradisional dalam aplikasi pendidikan, serta cara sistem MI dapat berperan sebagai pendukung sistem pembelajaran yang berkelanjutan, inklusif, dan adaptif. Bab ini juga membahas persimpangan antara ML, AI generatif, dan analitik pembelajaran dalam kurikulum dan desain instruksional, sambil mengpemeriksaan implikasi personalisasi yang didukung MI dalam penilaian, penyampaian konten, dan keterlibatan peserta didik.

3.2 LANDASAN KONSEPTUAL KECERDASAN MESIN DALAM PENDIDIKAN

Kecerdasan mesin mewakili pergeseran paradigma dalam penerapan teknologi komputasi pada sistem pendidikan. Hingga saat ini, AI telah lama berperan dalam mengotomatisasi aspek-aspek tertentu dari pembelajaran dan pengajaran, mulai dari sistem bimbingan cerdas hingga kuis adaptif; MI menandakan evolusi teknologi ini yang lebih terintegrasi, dinamis, dan berpusat pada manusia. Tidak seperti alat komputasi sebelumnya yang bergantung pada model statis dan respons yang telah diprogram sebelumnya, sistem MI terus beradaptasi, menafsirkan, dan berevolusi bersama peserta didik secara real-time. Bagian ini membahas pemahaman mendasar tentang MI, membedakannya dari pendekatan AI dan ML tradisional, dan menyoroti karakteristik utamanya yang membuatnya sangat relevan untuk transformasi pendidikan.

Apa itu Kecerdasan Mesin?

Kecerdasan mesin dapat didefinisikan sebagai konvergensi teknologi canggih seperti AI, ML, komputasi kognitif, NLP, dan analitik waktu nyata ke dalam ekosistem yang terpadu, adaptif, dan sadar konteks. Ciri khasnya adalah kemampuannya untuk mensimulasikan elemen kognisi manusia, termasuk penalaran, pengambilan keputusan, dan bahkan kreativitas. Dalam konteks pendidikan, sistem MI mampu memahami perilaku peserta didik, menafsirkan beragam masukan multimodal (misalnya, teks, ucapan, biometrik), dan menyesuaikan strategi pengajaran secara dinamis untuk mengoptimalkan hasil pembelajaran. Tidak seperti sistem konvensional yang beroperasi berdasarkan aturan statis atau memerlukan pra-pelabelan data yang ekstensif, MI memanfaatkan algoritma pembelajaran mandiri yang berkembang melalui interaksi. Sistem ini dapat menghasilkan konten baru (misalnya, latihan, penjelasan), memprediksi kebutuhan peserta didik sebelum kebutuhan tersebut muncul, dan memberikan umpan balik berdasarkan bukan hanya pada kebenaran tetapi juga pada pemahaman mendalam tentang kognisi dan emosi peserta didik. Dengan demikian, MI bertindak bukan hanya sebagai asisten komputasi, tetapi juga sebagai kolaborator cerdas dalam perjalanan pembelajaran.

Perbedaan dari Paradigma AI dan ML Tradisional

Perbedaan antara MI dan AI/ML tradisional terletak pada skala integrasi dan kedalaman adaptivitas. AI klasik dalam pendidikan terutama berfokus pada sistem berbasis aturan, sistem pakar, dan metode pohon keputusan untuk memberikan instruksi terprogram atau mendiagnosis kesalahan mahasiswa. Sistem ini kurang fleksibel untuk menangani data yang tidak terstruktur atau situasi pembelajaran baru. ML meningkatkan hal ini dengan memperkenalkan pengenalan pola dan prediksi berbasis data, tetapi seringkali membutuhkan kumpulan data berlabel yang besar dan kurang memiliki interpretasi dan sensitivitas konteks.

Kecerdasan mesin mengintegrasikan algoritma pembelajaran adaptif dengan model kognitif, memungkinkan personalisasi waktu nyata. Ia menggabungkan umpan balik pembelajar yang berkelanjutan, data lingkungan (seperti lokasi, penggunaan perangkat, dan waktu), dan bahkan keadaan afektif untuk menyesuaikan strategi pedagogis. Sistem MI juga mendapat manfaat dari pembelajaran transfer, pembelajaran semi-supervised, dan teknik pembelajaran penguatan yang memungkinkan mereka untuk belajar secara efektif dalam

konteks data rendah atau yang terus berkembang. Kecerdasan holistik ini membuat sistem MI lebih tangguh, terukur, dan peka terhadap konteks dibandingkan pendahulunya, yaitu AI/ML. Tabel 3.1 menyoroti penerapan MI di berbagai tingkatan pendidikan.

Tabel 3.1 Penerapan kecerdasan mesin di berbagai tingkatan pendidikan.

Jenjang Pendidikan	Contoh Aplikasi	Tujuan Pembelajaran	Teknik AI/ML yang Digunakan
Sekolah Dasar	Chatbot AI untuk dukungan literasi	Pembacaan dan pemahaman dasar	NLP, Pengenalan Suara
Sekolah Menengah	Platform matematika adaptif	Penguasaan keterampilan dalam aljabar	Pembelajaran Penguatan
Pendidikan Tinggi	Asisten pengajar AI dalam MOOC	Penguatan konsep, penyelesaian keraguan	Grafik Pengetahuan, LLM
Pelatihan Vokasi	Simulasi AI untuk latihan keterampilan	Pembelajaran praktik langsung dalam lingkungan terkontrol	Penglihatan Komputer, AR: Realitas Tertambah
Pembelajaran di Tempat Kerja	Jalur peningkatan keterampilan yang dipersonalisasi	Peningkatan kinerja karyawan	Mesin Rekomendasi, Pemeriksaan Prediktif
Pendidikan Khusus	Alat pembelajaran yang peka terhadap emosi	Pemantauan perilaku dan interaksi sosial	Komputasi Afektif, Pelacakan Mata

Karakteristik Pendidikan Berbasis MI

Sistem pendidikan yang didukung oleh MI menghadirkan lingkungan pembelajaran transformatif dengan mewujudkan karakteristik utama yang meningkatkan agensi pembelajar dan fleksibilitas sistemik. Di antara fitur yang paling menonjol adalah personalisasi, adaptivitas, kesadaran konteks, dan keberlanjutan. Masing-masing fitur ini dibahas di sini.

1. Personalisasi dalam pendidikan berbasis MI mencakup penyesuaian jalur pembelajaran secara terus-menerus berdasarkan profil kognitif individu, riwayat pembelajaran, dan pola keterlibatan. Alih-alih menyediakan kurikulum statis, sistem cerdas secara dinamis menyesuaikan konten, tingkat kesulitan, format, dan urutannya agar sesuai dengan kecepatan dan gaya belajar pembelajar. Lintasan personalisasi tersebut meningkatkan motivasi, memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam, dan mendukung inklusi dengan memenuhi beragam kebutuhan pendidikan.
2. Adaptivitas mengacu pada kemampuan sistem untuk mengkalibrasi ulang dirinya sendiri sebagai respons terhadap interaksi pembelajar. Sistem MI memantau indikator seperti akurasi, keraguan, atau waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tugas untuk mendeteksi kelelahan kognitif atau kesulitan konseptual. Wawasan ini

mendorong modifikasi waktu nyata dengan mengubah gaya umpan balik, beralih modalitas pembelajaran, atau memperkenalkan kerangka pendukung yang mendorong kesinambungan dalam pembelajaran.

3. Kesadaran konteks meningkatkan adaptabilitas dengan menyematkan variabel lingkungan dan situasional ke dalam siklus pengambilan keputusan. Faktor-faktor yang dipertimbangkan adalah lokasi peserta didik, penggunaan perangkat, waktu, atau bahkan sinyal emosional yang berasal dari pemeriksaan sentimen atau ekspresi, yang pada akhirnya diintegrasikan untuk menyempurnakan penyampaian instruksional. Responsif ini memastikan bahwa pengalaman belajar tetap relevan dengan realitas langsung peserta didik.
4. Keberlanjutan adalah fitur lain dari pendidikan yang digerakkan oleh MI. Mengotomatiskan proses instruksional dan administratif yang berulang pada akhirnya mengurangi beban kerja pendidik sekaligus memastikan skalabilitas instruksional. Selain itu, pembuatan konten cerdas dan penjadwalan adaptif mendukung model pembelajaran sepanjang hayat yang mengakomodasi transisi karir yang fleksibel dan tujuan peserta didik yang berkembang.

Memposisikan MI dalam Teori Pendidikan

Integrasi MI dalam paradigma pendidikan menunjukkan pergeseran dari penyampaian konten statis ke ekosistem dinamis yang berpusat pada peserta didik. Secara teoritis, MI selaras dan memperluas pandangan pasca-konstruktivis, khususnya dalam kerangka kerja seperti konektivisme, yang mengkonseptualisasikan pembelajaran sebagai aktivitas yang terdesentralisasi, dimediasi jaringan, dan didorong oleh konteks. Tidak seperti pedagogi tradisional yang bergantung pada transfer pengetahuan hierarkis, MI mendukung proses pembelajaran terdistribusi di mana interaksi dengan sistem digital memainkan peran penting dalam konstruksi pengetahuan. Sistem ini tidak hanya menyediakan konten tetapi juga berfungsi sebagai alat metakognitif yang melacak kemajuan, menyoroti kesenjangan kognitif, dan menyarankan strategi pembelajaran yang relevan berdasarkan analitik waktu nyata. Teknologi MI memberdayakan peserta didik dengan menawarkan wawasan reflektif tentang perilaku dan pola belajar mereka sendiri. Dasbor peserta didik memungkinkan mereka untuk memvisualisasikan kekuatan, area peningkatan, dan pergeseran motivasi mereka, sehingga memungkinkan pembelajaran mandiri. Transparansi ini mengubah peserta didik dari penerima pasif menjadi arsitek aktif perjalanan pendidikan mereka.

Bagi para pendidik, MI bertindak sebagai mitra kognitif, bukan pengganti. Melalui diagnostik prediktif, data kinerja waktu nyata, dan rekomendasi instruksional, MI memungkinkan pengajar untuk merespons secara proaktif terhadap kinerja mahasiswa dan kebutuhan mereka. Ini memposisikan kembali peran pengajar dari pengajaran langsung menjadi fasilitasi dan bimbingan strategis, yang didukung oleh alat pendukung yang cerdas. Pada intinya, MI bukan hanya peningkatan teknis dari metode pendidikan yang ada, tetapi juga mewujudkan evolusi filosofis. Ini memperkenalkan lingkungan (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2) di mana kecerdasan manusia dan mesin berinteraksi secara simbiosis untuk menghasilkan kondisi pembelajaran yang adaptif, adil, dan terukur.

Gambar 3.2 Ekosistem kecerdasan mesin dalam pendidikan.

3.3 DIMENSI KECERDASAN MESIN YANG MEMPENGARUHI PENDIDIKAN

Mulai dari arsitektur kurikulum hingga keterlibatan peserta didik, dari penilaian hingga administrasi, MI memungkinkan pergeseran signifikan menuju sistem cerdas yang adaptif, personal, dan tangguh secara analitis. Bagian ini mengeksplorasi enam domain utama di mana MI memberikan pengaruh transformatif.

Pengembangan dan Personalisasi Kurikulum

Pengembangan kurikulum modern semakin banyak dipengaruhi oleh sistem cerdas yang merespons beragam profil peserta didik dan kebutuhan keterampilan yang berkembang. Berbagai alat MI berkontribusi pada personalisasi silabus dengan mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dan pola kognitif di seluruh kelompok peserta didik, memungkinkan pengorganisasian konten yang dinamis agar lebih sesuai dengan lintasan individu. Struktur pembelajaran adaptif dihasilkan menggunakan data dari kinerja masa lalu peserta didik, preferensi, dan sinyal perilaku. Urutan topik dan tingkat kesulitan struktur pembelajaran ini disesuaikan berdasarkan diagnostik kognitif waktu nyata, membantu mahasiswa untuk maju dengan kecepatan optimal. Selain itu, mesin rekomendasi konten yang didukung oleh repositori skala besar dan teknik penyaringan cerdas menyediakan sumber daya yang sesuai secara kontekstual, termasuk video, simulasi, dan modul latihan yang selaras dengan zona perkembangan proksimal setiap pembelajar.

Penggerak utama personalisasi tersebut adalah "pemodelan pembelajar", di mana setiap mahasiswa direpresentasikan sebagai profil data yang terus berubah. Profil ini dibangun menggunakan algoritma yang menafsirkan pola interaksi, keterlibatan, dan kedalaman pengetahuan, menawarkan fondasi yang kokoh untuk adaptasi instruksional secara real-time pada skala yang berbeda.

Pergeseran Pedagogis

Kecerdasan mesin mendorong evolusi pedagogis yang signifikan dari penyampaian konten statis menuju lingkungan yang responsif dan sadar akan pembelajar. Contoh utama dari

hal ini adalah pengembangan sistem bimbingan cerdas (ITS), yang mereplikasi lingkungan umpan balik yang kaya yang biasanya diberikan sebagai bimbingan manusia satu lawan satu. Sistem-sistem ini sering kali menyesuaikan pengajaran berdasarkan kesalahpahaman mahasiswa, kecepatan belajar, dan tingkat keterlibatan. Dengan menggabungkan model dari pembelajaran penguatan dan pengambilan keputusan berurutan, sistem pembelajaran adaptif ini dapat merevisi alur konten dan strategi interaksi secara real-time, berdasarkan akurasi, rentang perhatian, dan frekuensi keraguan peserta didik. Kemampuan beradaptasi tersebut meningkatkan kemandirian pembelajar, membantu mempertahankan motivasi sekaligus mendorong penguasaan konsep, terutama dalam lingkungan pembelajaran mandiri atau hibrida. Inovasi-inovasi ini menandai pergeseran pedagogis yang menjauh dari instruksi linier dan terstandarisasi massal, tetapi menuju fasilitasi individual dan berbasis data yang berkembang sesuai dengan pola kinerja pembelajar.

Penilaian dan Umpan Balik

Sistem kecerdasan mesin juga berkontribusi dalam bagaimana penilaian mahasiswa dirancang, disampaikan, dan diinterpretasikan. Salah satu transformasi yang paling langsung terlihat di bidang penilaian otomatis, di mana model NLP diterapkan untuk menilai esai, kode pemrograman, dan respons terbuka dengan tingkat keandalan dan kecepatan yang tinggi. Penilaian formatif semakin dilengkapi dengan analitik waktu nyata yang memberikan umpan balik langsung dan tepat sasaran kepada mahasiswa. Pendekatan ini mendorong proses pembelajaran berulang di mana kesalahpahaman dapat dikoreksi segera daripada setelah aktivitas pembelajaran. Selain menilai kinerja, sistem MI juga mendukung Evaluasi prediktif. Dengan menggunakan catatan akademik historis, pola perilaku, dan data keterlibatan, model prediktif dilatih untuk menandai potensi risiko akademik seperti kinerja yang kurang baik atau kemungkinan pengunduran diri dari mata kuliah. Secara umum, perkiraan tersebut memungkinkan instruktur dan institusi untuk melakukan intervensi secara proaktif, menawarkan strategi dukungan yang disesuaikan untuk peserta didik yang berisiko.

Kecerdasan Kognitif dan Emosional

Salah satu aplikasi MI yang paling inovatif dalam pendidikan adalah kemampuannya untuk memahami dan menanggapi keadaan emosional dan kognitif peserta didik. Sistem deteksi emosi memanfaatkan visi komputer, pemeriksaan ucapan, dan sensor fisiologis untuk menyimpulkan isyarat emosional seperti kebingungan, frustrasi, atau antusiasme. Sistem ini digunakan untuk mendorong lingkungan bimbingan belajar yang peka terhadap emosi, yang beradaptasi tidak hanya pada apa yang diketahui mahasiswa, tetapi juga pada bagaimana perasaan mereka tentang pengalaman belajar. Pemodelan empati, yang mensimulasikan pemahaman emosional seperti manusia, memainkan peran penting dalam membangun kepercayaan dan keterlibatan relasional dalam lingkungan pembelajaran digital. Sistem MI yang mampu mengekspresikan empati melalui umpan balik yang dipersonalisasi atau gestur dukungan dapat meningkatkan motivasi dan mengurangi kecemasan, terutama di antara kelompok peserta didik yang rentan.

Peningkatan Kemampuan Pengajar

Sistem pendukung keputusan untuk pendidik mengpemeriksaan data tingkat kelas dan data peserta didik individu untuk merekomendasikan strategi pengajaran, alokasi sumber daya, dan rencana intervensi. Sistem ini membantu pengajar mempersonalisasi pengajaran secara efisien, bahkan di kelas yang besar dan beragam (seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3). Asisten pengajaran berbasis AI, seperti agen percakapan dan help desk cerdas, dapat menangani pertanyaan rutin, memberikan penjelasan tambahan, dan mengelola logistik pembelajaran. Pendelegasian tugas administratif dan berulang ini membebaskan pendidik untuk fokus pada fungsi pedagogis tingkat tinggi dan peran pendampingan.

Gambar 3.3 Kolaborasi manusia-mesin dalam lingkungan pembelajaran cerdas.

Kecerdasan Administratif dan Institusional

Teknologi MI juga menyederhanakan fungsi administratif di dalam lembaga pendidikan. Dari penjadwalan berbasis AI dan penyaringan penerimaan otomatis hingga deteksi kecurangan dan optimasi sumber daya, MI mendukung pengambilan keputusan berbasis data di tingkat institusional. Sistem cerdas dapat memprediksi tren pendaftaran, mengoptimalkan alokasi fakultas, dan memantau metrik kepatuhan, sehingga mendorong efisiensi operasional dan transparansi tata kelola. Aplikasi administratif ini menunjukkan bagaimana MI meluas melampaui ruang kelas untuk membentuk pembuatan kebijakan, strategi institusional, dan kesetaraan pendidikan dalam skala besar.

3.4 PENDUKUNG TEKNOLOGI KECERDASAN MESIN DALAM PENDIDIKAN

Realisasi MI dalam konteks pendidikan didasarkan pada konvergensi berbagai teknologi yang secara kolektif memungkinkan pengalaman belajar yang adaptif, responsif, dan terukur. Pendukung ini membentuk infrastruktur digital yang mendukung sistem cerdas yang mampu belajar dari, menanggapi, dan meningkatkan proses pendidikan manusia. Tabel 3.2 menyoroti berbagai teknologi yang digunakan dalam sistem MI.

Tabel 3.2 Teknologi utama yang mendukung kecerdasan mesin dalam pendidikan

Teknologi	Deskripsi	Studi Kasus Edukasi
Pemrosesan Bahasa Alami	Memahami dan menghasilkan teks mirip manusia	Penilaian esai otomatis, tutor chatbot
Penglihatan Komputer	Interpretasi data visual	Pengenalan gerakan, laboratorium virtual
Pembelajaran Penguatan	Pembelajaran melalui umpan balik/penghargaan	Pengaturan kecepatan konten yang dipersonalisasi dalam aplikasi berbasis gamifikasi
Pembelajaran Terfederasi	Pembelajaran kolaboratif yang menjaga privasi	Model pelatihan lintas institusi
Grafik Pengetahuan	Hubungan data semantik	Sistem bimbingan belajar cerdas

Komputasi Awan dan Kecerdasan Tepi

Komputasi awan menyediakan tulang punggung komputasi untuk penyebaran layanan pendidikan berbasis MI dalam skala besar. Dengan memungkinkan penyimpanan dan daya komputasi yang elastis, platform awan memfasilitasi pelatihan, penyebaran, dan pemeliharaan aplikasi berbasis AI di berbagai institusi. Layanan seperti AWS Educate, Google Cloud for Education, dan Microsoft Azure menyediakan lingkungan awan yang disesuaikan untuk lembaga pendidikan. Namun, ketergantungan pada awan saja menimbulkan masalah latensi dan privasi data, terutama dalam analitik pembelajaran waktu nyata. Oleh karena itu, konsep komputasi tepi digunakan di mana semua komputasi dilakukan pada perangkat lokal seperti tablet, papan tulis interaktif, atau hub kelas. Ini muncul sebagai paradigma pelengkap. Kecerdasan tepi memungkinkan pengambilan keputusan dengan latensi rendah dan personalisasi lokal tanpa ketergantungan awan yang konstan, sehingga meningkatkan responsivitas dan privasi.

Pemrosesan Bahasa Alami dan Agen Percakapan

Pemrosesan bahasa alami memainkan peran penting dalam memungkinkan ITS, modul tanya jawab, penilaian esai, dan aplikasi pembelajaran bahasa. Kemajuan terkini seperti arsitektur berbasis transformer memungkinkan sistem MI untuk memahami konteks, semantik, dan maksud pada tingkat kemahiran yang hampir setara dengan manusia. Agen percakapan berbasis NLP (seperti tutor virtual atau asisten pengajar AI) melibatkan mahasiswa dalam pembelajaran dialog waktu nyata, memberikan dukungan, dan mengklarifikasi keraguan dalam bahasa alami. Agen-agen ini juga mengumpulkan data interaksi yang

bernuansa, yang kemudian dimasukkan kembali ke dalam model pembelajaran untuk menyempurnakan penyampaian konten dan strategi penilaian.

Pemeriksaan Pembelajaran dan Penambangan Data Pendidikan

Kecerdasan inti dari sistem MI berasal dari kemampuannya untuk mendeteksi pola dan menyimpulkan wawasan dari sejumlah besar data heterogen. Pemeriksaan pembelajaran dan penambangan data pendidikan memungkinkan pemodelan keterlibatan mahasiswa, perkembangan, keadaan emosional, dan faktor risiko. Teknik-tekniknya meliputi pengelompokan mahasiswa berdasarkan perilaku, deteksi anomali untuk risiko akademik, dan prediksi deret waktu putus sekolah. Kerangka kerja analitik tingkat lanjut sering mengintegrasikan data psikometrik, log aliran klik, dan riwayat tugas untuk menghasilkan profil mahasiswa yang kaya. Profil-profil ini merupakan dasar bagi sistem rekomendasi konten adaptif dan intervensi cerdas.

AI Generatif dan Alat Pembuatan Konten

AI generatif, khususnya model bahasa besar (LLM) dan model difusi, telah merevolusi pembuatan konten pendidikan. Pengajar dan mahasiswa dapat bersama-sama membuat kuis, ringkasan, diagram, dan bahkan pengalaman belajar multimedia. Platform seperti ChatGPT, NotebookLM Google, dan GitHub Copilot (untuk pendidikan pemrograman) bertindak sebagai kolaborator kreatif. Selain itu, model generatif mendukung pendidikan multibahasa dan inklusif dengan menerjemahkan atau menyederhanakan teks kompleks secara instan. Dalam penilaian, teknologi ini sedang dieksplorasi untuk menghasilkan rangkaian tes paralel dan tugas khusus yang disesuaikan dengan kesenjangan pembelajaran individu.

Teknologi Sensor dan Antarmuka Pembelajaran Multimodal

Integrasi teknologi penginderaan multimodal seperti pelacakan mata, pengenalan wajah, ikat kepala EEG, dan perangkat umpan balik haptik memungkinkan sistem MI untuk menangkap data kognitif dan emosional yang lebih dalam dari peserta didik. Masukan ini sangat penting untuk memodelkan perhatian, frustrasi, kebosanan, dan keterlibatan secara real-time. Lingkungan pembelajaran cerdas yang dilengkapi dengan sensor Internet of Things (IoT) dan headset Augmented Reality/Virtual Reality memperluas pendidikan di luar antarmuka tradisional, mendukung pembelajaran pengalaman, kinestetik, dan imersif. Pengaturan multimodal tersebut selaras dengan penekanan MI pada instruksi yang dipersonalisasi, adaptif, dan responsif secara emosional.

Platform Pembelajaran Interoperabel dan Standar Terbuka

Integrasi teknologi sangat penting untuk adopsi MI dalam skala besar. Platform Pembelajaran Interoperabel (ILP) seperti Moodle, Canvas, dan Blackboard semakin mendukung antarmuka pemrograman aplikasi (API) dan plugin yang memungkinkan integrasi tanpa hambatan dengan layanan MI. Standar seperti Experience API dan Learning Tools Interoperability memungkinkan pelacakan dan komunikasi yang konsisten antara berbagai teknologi pendidikan. Kerangka kerja ini sangat penting untuk menerapkan MI di berbagai konteks institusional, memastikan bahwa data peserta didik dapat ditransfer, diinterpretasikan, dan ditindaklanjuti dengan aman di berbagai platform.

Keamanan dan Ketahanan Infrastruktur

Dengan meningkatnya ketergantungan pada layanan MI berbasis cloud, memastikan kekokohan dan keamanan infrastruktur yang mendasarinya adalah hal yang mutlak. Serangan penolakan layanan terdistribusi (DDoS), pelanggaran data, dan gangguan sistem menimbulkan risiko eksistensial bagi ruang kelas digital. Inovasi terbaru dalam blockchain untuk pendidikan, arsitektur zero-trust, dan pendekatan pembelajaran terfederasi semakin populer untuk melindungi data sensitif peserta didik sambil mempertahankan kinerja algoritma di seluruh sistem pembelajaran terdesentralisasi.

3.5 PERTIMBANGAN ETIKA, KEBIJAKAN, DAN PRIVASI

Seiring dengan semakin terintegrasinya MI dalam sistem pendidikan, kini muncul kekhawatiran seputar etika, tata kelola data, dan kerangka kebijakan yang semakin penting. Meskipun MI menawarkan potensi yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam pendidikan, implementasinya tidak lepas dari tantangan etika yang signifikan. Kekhawatiran mengenai keadilan, transparansi, akuntabilitas, dan otonomi peserta didik semakin menonjol. Kekhawatiran ini sebagian berasal dari sifat buram banyak sistem algoritmik, yang bergantung pada kumpulan data besar yang mencakup sifat perilaku, emosional, dan kognitif mahasiswa. Ketika sistem ini berfungsi sebagai "kotak hitam", menjadi sulit bagi pendidik dan peserta didik untuk memahami bagaimana keputusan dibuat atau untuk menentang hasil yang mungkin tampak tidak adil.

Bias, Keadilan, dan Kesetaraan dalam Model MI

Banyak pembelajaran telah menarik perhatian pada cara-cara di mana aplikasi MI dapat melanggengkan atau bahkan memperburuk kesenjangan pendidikan yang ada. Model yang dilatih pada kumpulan data yang tidak representatif seringkali berisiko menghasilkan hasil yang bias, yang secara tidak proporsional berdampak pada mahasiswa dari kelompok yang secara historis terpinggirkan atau kurang terlayani. Misalnya, algoritma prediksi putus sekolah telah ditemukan berkinerja tidak konsisten di berbagai demografi ras atau sosial ekonomi, sehingga menimbulkan masalah bias algoritmik yang tertanam dalam data atau asumsi desain. Diperlukan pandangan yang lebih holistik tentang keadilan yang melampaui penghapusan bias statistik dan koreksi algoritmik untuk mengatasi kesenjangan ini. Oleh karena itu, kesetaraan dalam MI harus dimulai dengan praktik desain inklusif yang secara aktif melibatkan beragam pemangku kepentingan, pengajar, mahasiswa, dan perwakilan komunitas. Keterlibatan partisipatif tersebut dapat membantu memastikan bahwa data yang digunakan representatif dan bahwa intervensi didasarkan pada realitas sosial para pembelajar.

Kekhawatiran Privasi Data dan Pengawasan

Aplikasi kecerdasan mesin sangat bergantung pada pengumpulan dan pemrosesan data peserta didik secara terus-menerus, termasuk data biometrik dari perangkat yang dapat dikenakan, dinamika penekanan tombol, interaksi suara, dan isyarat emosional. Meskipun hal ini memungkinkan wawasan pembelajaran yang kuat, hal ini juga mengaburkan batasan antara pendidikan dan pengawasan. Peningkatan penerapan AI emosi dan pelacakan tatapan di ruang kelas virtual telah memicu perdebatan sengit tentang intrusi sistem tersebut ke dalam privasi

kognitif mahasiswa. Tantangan privasi utama meliputi persetujuan yang diinformasikan, minimalisasi data, anonimisasi, dan kepemilikan data. Sangat penting bahwa sistem MI mematuhi standar perlindungan data yang telah ditetapkan seperti Peraturan Perlindungan Data Umum dan Undang-Undang Hak dan Privasi Pendidikan Keluarga sambil memastikan bahwa perlindungan privasi dapat diaudit dan berpusat pada mahasiswa.

Akuntabilitas, Transparansi, dan Penjelasan

Hambatan etis yang signifikan dalam penerapan MI di bidang pendidikan adalah kurangnya transparansi dalam bagaimana keputusan rekomendasi konten, tingkat kesulitan adaptif, atau intervensi perilaku dibuat. Banyak model saat ini bersifat kotak hitam, sehingga menyulitkan pendidik dan peserta didik untuk mempercayai atau membantah hasilnya. Untuk mengatasi hal ini, terdapat peningkatan minat pada kerangka kerja Kecerdasan Buatan yang Dapat Dijelaskan (Explainable AI/XAI) yang dirancang khusus untuk pendidikan. Kerangka kerja ini tidak hanya memperjelas alasan di balik keluaran mesin tetapi juga memungkinkan pendidik untuk melakukan intervensi secara bermakna. Lebih lanjut, membangun kepercayaan membutuhkan rantai akuntabilitas yang jelas, yaitu tanggung jawab ketika intervensi berbasis MI menyebabkan kerugian atau gagal.

Kerangka Kebijakan dan Kesiapan Regulasi

Meskipun kemajuan teknologi yang pesat, kerangka regulasi belum mengikuti perkembangan penerapan MI di lingkungan pendidikan. Upaya internasional baru-baru ini seperti pedoman tahun 2022 tentang AI dalam pendidikan oleh Organisasi Pendidikan, Ilmu Pengetahuan, dan Kebudayaan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNESCO) dan rancangan Undang-Undang AI Komisi Eropa berupaya mengatur risiko dan mempromosikan adopsi AI yang etis di sekolah dan Univ Stekom. Namun, sistem pendidikan nasional masih menghadapi tantangan dalam melokalisasi kebijakan-kebijakan ini ke dalam konteks kelembagaan dan budaya mereka. Pendekatan multi-pemangku kepentingan yang melibatkan pembuat kebijakan, ahli teknologi, ahli etika, dan pendidik diperlukan untuk bersama-sama menciptakan model tata kelola yang adaptif, dapat ditegakkan, dan selaras dengan tujuan pedagogis.

Menuju Kecerdasan Buatan (AI) yang Bertanggung Jawab dan Berkelanjutan dalam Pendidikan

Pendekatan yang bertanggung jawab terhadap AI dalam pendidikan tidak hanya melibatkan pengembangan AI yang etis, tetapi juga pengintegrasian literasi digital dan penalaran etis dalam kurikulum. Mahasiswa harus diberi kesadiran tentang bagaimana sistem AI memengaruhi pembelajaran mereka dan dibekali dengan alat untuk mempertanyakan, mengkritik, dan merancang bersama teknologi tersebut. Selain itu, penerapan AI yang berkelanjutan harus memprioritaskan tujuan pembangunan manusia jangka panjang daripada metrik efisiensi jangka pendek. Ini termasuk merancang sistem yang inklusif, menjaga privasi, responsif secara budaya, dan secara pedagogis tepat.

3.6 KEBIJAKAN, TATA KELOLA, DAN STANDARDISASI

Ada kebutuhan yang semakin meningkat untuk kerangka kebijakan yang kuat dan mekanisme tata kelola kelembagaan. Para pembuat kebijakan pendidikan harus mengatasi

tantangan yang terkait dengan privasi data, transparansi algoritma, dan penerapan etis sistem cerdas ini di ruang kelas. Harus dipastikan untuk menyediakan akses yang adil terhadap teknologi pembelajaran berbasis AI untuk mencegah marginalisasi lebih lanjut terhadap peserta didik dan komunitas yang kurang mampu. Model tata kelola harus secara eksplisit mendefinisikan akuntabilitas untuk penggunaan data, kesalahan sistem (jika ada), dan hasil yang dihasilkan oleh alat pendidikan otonom. Lembaga global seperti UNESCO, Organisasi untuk Kerja Sama Ekonomi dan Pembangunan (OECD), dan Institut Insinyur Listrik dan Elektronik (IEEE) secara aktif mengembangkan pedoman internasional dan standar etika untuk AI dalam pendidikan.

Kerangka kerja ini menekankan pada desain yang bertanggung jawab, mitigasi bias, dan interoperabilitas sistem AI lintas batas. Pemerintah nasional dan badan akreditasi harus berkolaborasi dengan penyedia Teknologi Pendidikan (EdTech) untuk mensertifikasi platform cerdas ini, menegakkan kepatuhan peraturan, dan membangun kepercayaan publik dalam adopsi AI. Ke depannya, pendekatan tata kelola partisipatif yang melibatkan pendidik, ahli teknologi, dan masyarakat sipil akan sangat penting dalam membentuk masa depan pendidikan digital yang aman, inklusif, dan berkelanjutan. Tabel 3.3 membahas keterbatasan, risiko, dan tata kelola AI dalam pendidikan.

Kebutuhan akan Kebijakan Pendidikan dan Sistem Akreditasi Baru

Kebijakan pendidikan dan mekanisme akreditasi yang ada dirancang untuk sistem analog atau digital awal, yang tidak memperhitungkan sifat dinamis, otonom, dan personal dari alat yang digerakkan oleh AI. Kebijakan sekarang harus mengatasi isu-isu baru seperti akuntabilitas algoritmik, penjelasan AI dalam keputusan penilaian, dan akses yang adil ke platform pembelajaran cerdas. Sistem akreditasi juga perlu berevolusi melampaui model jam kredit tradisional untuk mengakomodasi jalur pembelajaran berbasis kompetensi dan adaptif yang dimungkinkan oleh MI. Mikro-kredensial dan lencana digital yang sering divalidasi oleh algoritma MI memerlukan pengakuan formal oleh otoritas pendidikan nasional dan internasional. Hal ini menuntut pendefinisian ulang hasil pembelajaran dan tolok ukur kualitas yang mencakup desain instruksional yang dimediasi AI.

Tabel 3.3 Tantangan etis dan operasional dalam sistem pendidikan yang digerakkan oleh MI

Tantangan	Deskripsi	Strategi Mitigasi yang Disarankan
Bias Algoritma	Diskriminasi berdasarkan ciri demografis	Kumpulan data yang beragam dan audit bias
Privasi Data	Penyalahgunaan informasi sensitif mahasiswa	Pembelajaran terfederasi, kepatuhan terhadap Peraturan Perlindungan Data Umum (GDPR)
Penurunan Keterampilan Pengajar	Ketergantungan berlebihan pada otomatisasi	Pengembangan profesional dan model hibrida
Kesenjangan Infrastruktur Teknologi	Kurangnya akses di daerah pedesaan/berpenghasilan rendah	Perangkat berbiaya rendah, kemitraan pemerintah

Transparansi Model	Sifat kotak hitam dari model deep learning	AI yang dapat dijelaskan, pohon keputusan yang transparan

Peran Pemerintah dan Badan Teknologi Pendidikan

Pemerintah memainkan peran mendasar dalam menciptakan cetak biru kebijakan yang mengintegrasikan MI ke dalam strategi pendidikan nasional. Misalnya, Kebijakan Pendidikan Nasional India menguraikan ketentuan untuk AI dalam pengajaran dan pembelajaran, sementara "Rencana Aksi Pendidikan Digital" Komisi Eropa menekankan adopsi teknologi baru yang aman dan etis dalam pendidikan. Untuk mengoperasionalkan visi ini, badan teknologi pendidikan nasional dan badan penjaminan mutu harus (i) mendefinisikan kerangka hukum untuk penggunaan data mahasiswa dan transparansi algoritma; (ii) menetapkan standar pengadaan untuk solusi EdTech yang menyematkan MI; (iii) memberikan insentif pendanaan untuk program percontohan yang menunjukkan pembelajaran berbasis MI yang adil. Intervensi terkoordinasi tersebut mencegah munculnya pasar pendidikan berbasis AI yang terfragmentasi dan tidak diatur yang dapat memperburuk ketidaksetaraan atau menyebarkan sistem yang tidak transparan.

Tata Kelola Institusional Global: UNESCO, OECD, dan Lainnya

Organisasi internasional seperti UNESCO, OECD, dan Forum Ekonomi Dunia secara aktif membentuk wacana seputar AI yang etis dan inklusif dalam pendidikan. Publikasi UNESCO tahun 2021 tentang “AI dan Pendidikan: Panduan untuk Pengambil Kebijakan” menganjurkan integrasi AI yang berpusat pada manusia dan berbasis hak dalam kurikulum, sementara kerangka kerja OECD untuk AI dalam pendidikan mempromosikan transparansi, interoperabilitas, dan model pembelajaran sepanjang hayat. Lembaga-lembaga ini memiliki berbagai peran seperti:

- menyelaraskan standar global untuk alat AI yang digunakan dalam pendidikan;
- menyediakan program peningkatan kapasitas untuk negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah; dan
- memfasilitasi kerja sama antar pemerintah dan protokol berbagi data untuk etika dan tata kelola AI dalam pendidikan.

Selain itu, kolaborasi internasional dapat membantu mengatasi tantangan lintas batas seperti kedaulatan digital, kekayaan intelektual konten generatif, dan penerapan sistem analitik pembelajaran yang etis.

Kebutuhan Standardisasi Etika dan Algoritma

Mengingat sifat buram dari banyak model ML, terdapat konsensus yang berkembang bahwa standardisasi algoritma sangat penting untuk kepercayaan dan keadilan dalam sistem pendidikan berbasis MI. Ini mencakup beberapa poin seperti:

- menetapkan standar untuk deteksi bias, metrik keadilan, dan interpretasi algoritma MI;
- menciptakan sandbox regulasi di mana sistem AI pendidikan yang inovatif dapat diuji di bawah lingkungan terkontrol sebelum peluncuran skala luas;
- mempromosikan alat AI sumber terbuka dan ramah audit di lembaga yang didanai publik.

Organisasi seperti IEEE dan Organisasi Internasional untuk Standardisasi inisiatif Kecerdasan Buatan (AI) untuk Taman Kanak-kanak hingga Kelas 12 sudah mengerjakan standar teknis khusus untuk konteks pendidikan, termasuk integrasi pemikiran algoritmik dan penalaran etis di tingkat kurikulum. Kebijakan, tata kelola, dan standardisasi membentuk kerangka kerja yang diperlukan untuk mengintegrasikan MI secara bertanggung jawab ke dalam arus utama pendidikan. Dengan menyelaraskan reformasi pendidikan lokal dengan kerangka kerja internasional, lembaga-lembaga dapat menciptakan ekosistem pembelajaran yang adil dan siap menghadapi masa depan. Tanpa perlindungan ini, bahkan teknologi MI yang paling canggih pun berisiko memperkuat kesenjangan yang ada atau memperkenalkan bentuk-bentuk ketidakadilan algoritmik baru dalam pendidikan.

3.7 IMPLEMENTASI SISTEM PEMBELAJARAN CERDAS

Seiring evolusi paradigma pendidikan dari penyampaian konten statis ke ekosistem pembelajaran yang dipersonalisasi dan adaptif, MI kini menjadi penggerak transformatif. Bagian ini mengeksplorasi bagaimana teknologi MI dimanfaatkan untuk mendesain ulang kerangka kurikulum dan menerapkan sistem pedagogis yang responsif dan berpusat pada peserta didik.

Mengintegrasikan Pembelajaran Mesin, Pemeriksaan Data, dan AI Generatif ke dalam Kurikulum dan Desain Pembelajaran

Model kurikulum tradisional dirancang untuk standardisasi dan penyampaian massal, seringkali gagal beradaptasi dengan kebutuhan atau minat individu pembelajar. Sebaliknya, pendekatan berbasis MI menawarkan pergeseran paradigma dengan memungkinkan jalur kurikulum yang dinamis, berbasis data, dan spesifik untuk pembelajar. Model ML yang dilatih pada data pembelajaran historis dapat mengungkap pola dalam perilaku pembelajar, modalitas yang disukai, dan kesenjangan pengetahuan. Wawasan ini kemudian dapat menginformasikan kurasi konten yang dibantu AI, menyelaraskan materi pembelajaran dengan profil kognitif dan lintasan pembelajaran mahasiswa. AI generatif, seperti LLM, lebih meningkatkan kemampuan adaptasi konten dengan menghasilkan penjelasan, contoh, dan kuis formatif sesuai permintaan yang disesuaikan dengan tujuan kurikulum.

Selain itu, alat pemetaan kurikulum yang tertanam dengan kemampuan NLP dapat memindai silabus dan tujuan pembelajaran untuk memastikan keselarasan dengan standar dan kompetensi pembelajaran. Misalnya, AI dapat menyarankan revisi tingkat pembelajaran ketika standar kebijakan (misalnya, Taksonomi Bloom atau Kerangka Acuan Bersama Eropa untuk Bahasa [CEFR]) berubah atau ketika mahasiswa secara konsisten berkinerja buruk dalam kelompok topik tertentu. Komponen pentingnya adalah integrasi analitik data yang dapat mencakup bagi instruktur yang memungkinkan pemantauan kemajuan peserta didik secara real-time, memungkinkan penyesuaian mikro terhadap kecepatan, kedalaman, dan modalitas pengajaran. Secara kolektif, inovasi-inovasi ini menandai pergeseran dari silabus "satu ukuran untuk semua" ke kerangka pembelajaran yang cerdas dan berkembang.

Sistem Pembelajaran Adaptif yang Didukung Kecerdasan Mesin dalam Pendidikan

Tidak seperti sistem tradisional yang mengikuti alur pengajaran yang telah ditentukan sebelumnya, platform yang didukung MI menyesuaikan konten pembelajaran, kecepatan, dan strategi berdasarkan wawasan real-time tentang profil kognitif dan perilaku peserta didik. Inti dari sistem ini adalah model pembelajar dinamis sebagai representasi yang mencerminkan tidak hanya kinerja akademis tetapi juga keterlibatan pengguna, sinyal emosional, preferensi belajar, dan faktor kontekstual seperti waktu akses atau penggunaan perangkat.

Platform ini mempersonalisasi jalur pembelajaran menggunakan berbagai teknik algoritmik. Misalnya, seorang mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam penalaran matematika mungkin menerima konten yang dimodifikasi baik dalam kompleksitas maupun representasi, seperti beralih dari penjelasan tekstual ke alat bantu visual atau latihan yang digamifikasi. Di sisi lain, mahasiswa yang berprestasi baik mungkin diberikan modul pengayaan khusus, tugas eksplorasi, atau tantangan adaptif yang mendorong pembelajaran yang lebih mendalam tanpa pengulangan. Beberapa platform pendidikan mencontohkan pendekatan ini. ITS seperti MATHia dari Carnegie Learning, dan alat adaptif skala besar seperti Knewton dan Squirrel AI, menggabungkan metode seperti pembelajaran penguatan, pelacakan pengetahuan Bayesian, dan analitik pembelajar tingkat lanjut untuk memberikan instruksi yang ditargetkan.

Di luar kustomisasi, sistem adaptif tersebut mendorong "inklusi" pendidikan. Dengan menanggapi beragam kebutuhan peserta didik yang muncul dari hambatan bahasa, perbedaan pembelajaran, atau akses yang tidak konsisten, mereka membantu menjembatani kesenjangan kesetaraan. Para pendidik kini diberdayakan tidak hanya sebagai penyedia konten tetapi juga sebagai fasilitator perjalanan pembelajaran individual, yang didukung oleh sistem yang cerdas. Pada akhirnya, pembelajaran adaptif dan inovasi kurikulum bersama-sama merupakan dua pilar utama reformasi pendidikan melalui MI. Sementara reformasi kurikulum berfokus pada evolusi konten dan hasil pembelajaran, adaptivitas memastikan bahwa penyampaian konten ini responsif, adil, dan menarik bagi semua peserta didik.

3.8 PROSPEK MASA DEPAN DAN KESENJANGAN PEMBELAJARAN

Lintasan MI (Machine Intelligence) akan mendefinisikan ulang tidak hanya bagaimana pembelajaran disampaikan, tetapi juga bagaimana pembelajaran dikonseptualisasikan, diatur, dan terus ditingkatkan. Namun, transisi ini tidak seragam dan tidak tanpa tantangan. Bagian ini menguraikan tren ke depan yang kemungkinan akan membentuk lanskap pendidikan dan menyoroti kesenjangan kritis yang membutuhkan perhatian akademis dan institusional yang mendesak.

Lintasan Masa Depan Kecerdasan Mesin dalam Pendidikan

Masa depan MI dalam pendidikan siap untuk beberapa perkembangan yang mendefinisikan paradigma. Pertama, munculnya lingkungan pembelajaran multimodal yang mengintegrasikan audio, video, haptik, dan teks diharapkan akan mendapatkan daya tarik, memungkinkan peserta didik untuk terlibat di berbagai modalitas sensorik dan gaya belajar. Kedua, sistem pembelajaran yang sadar konteks, memanfaatkan data dari perangkat IoT,

geolokasi, dan isyarat emosional waktu nyata, kemungkinan akan mempersonalisasi pengalaman belajar di luar layar, terintegrasi dengan mulus ke dalam aktivitas sehari-hari. Lintasan menjanjikan lainnya melibatkan pembelajaran federasi dan AI yang menjaga privasi dalam pendidikan, yang akan memungkinkan pelatihan model adaptif di berbagai institusi tanpa berbagi data mahasiswa yang sensitif. Kemajuan ini akan sangat penting dalam mengatasi masalah privasi sambil tetap mendapatkan manfaat dari sistem AI kolaboratif. Secara paralel, penilaian formatif berbasis AI kemungkinan akan menjadi lebih bernuansa dan mampu menilai keterampilan lunak seperti kreativitas, kolaborasi, dan penalaran etis melalui simulasi, lingkungan berbasis permainan, dan pemeriksaan bahasa alami. Ini akan mewakili langkah menuju pendidikan holistik, yang penting untuk hasil pembelajaran abad ke-21.

Kesenjangan dan Tantangan Pembelajaran Utama

Meskipun alat dan platform MI berkembang pesat, terdapat kesenjangan pembelajaran yang signifikan, seperti:

- Kesenjangan Teori–Praktik: Sebagian besar wacana saat ini didorong oleh teknologi, dengan landasan terbatas dalam psikologi pendidikan atau ilmu pembelajaran. Diperlukan pembelajaran interdisipliner yang mengintegrasikan teori pedagogis dengan kemampuan AI/ML.
- Bias dan Kesetaraan Algoritma: Model yang dilatih pada kumpulan data homogen atau bias dapat melanggengkan ketidaksetaraan dalam hasil pembelajaran, khususnya bagi pembelajar yang terpinggirkan atau beragam secara linguistik.
- Studi Dampak Jangka Panjang: Sebagian besar studi mengevaluasi intervensi AI dalam durasi singkat. Bukti tentang dampak jangka panjang pada efikasi pembelajaran, perkembangan kognitif, atau pertumbuhan sosial-emosional masih terbatas
- Kesiapan Pendidik dan Pengembangan Profesional: Pengajar masih kurang siap untuk menafsirkan wawasan yang dihasilkan AI atau untuk bekerja sama dengan sistem AI. Dengan demikian, ada kebutuhan mendesak untuk model baru untuk pelatihan profesional.
- Kerangka Kerja Etika dan Tata Kelola: Tidak ada standar etika yang disepakati secara global untuk penggunaan AI dalam pendidikan. Isu-isu seputar persetujuan, kepemilikan data, pengawasan, dan transparansi algoritma masih belum ditangani secara memadai atau tidak ditangani.

Menuju Agenda Pembelajaran dan Inovasi

Untuk memajukan bidang ini secara bermakna, agenda pembelajaran dan inovasi yang terkoordinasi harus diadopsi. Agenda tersebut harus berfokus pada:

1. perancangan bersama sistem AI dengan pendidik, mahasiswa, dan pembuat kebijakan untuk memastikan kesesuaian kontekstual dan keselarasan pedagogis;
2. pengembangan kumpulan data yang terbuka, beragam, dan representatif untuk pelatihan dan validasi AI pendidikan;
3. investasi dalam sistem AI yang dapat dijelaskan dan transparan yang dapat membenarkan rekomendasi dan memfasilitasi kepercayaan;

4. Membangun koalisi global (misalnya, UNESCO AI4EDU) untuk mendorong adopsi AI yang adil dan berkelanjutan di berbagai konteks pendidikan.

Tentu saja, MI bukan hanya alat untuk pendidikan tetapi juga membentuk kembali tata bahasa dasar pembelajaran. Masa depannya bergantung pada kemampuan kita untuk menavigasi potensi teknisnya dengan pedagogi kritis, tata kelola yang kuat, dan inovasi inklusif. Dengan mengatasi kesenjangan yang diuraikan di atas, para peneliti dan praktisi dapat memastikan bahwa generasi sistem pendidikan berikutnya tidak hanya cerdas tetapi juga adil, manusiawi, dan responsif secara kontekstual.

3.9 INTISARI INTEGRASI KECERDASAN MESIN

Konvergensi MI dan pendidikan menandai fase transformatif dalam sejarah sistem pembelajaran. Seperti yang ditunjukkan sepanjang bab ini, evolusi dari pedagogi era industri ke era informasi dan pendidikan berbasis kecerdasan buatan bukan hanya tentang digitalisasi tetapi juga tentang mendefinisikan kembali seluruh arsitektur pembelajaran. MI yang mencakup sistem adaptif, komputasi kognitif, NLP, kecerdasan emosional, dan personalisasi berbasis data menawarkan peluang yang belum pernah terjadi sebelumnya untuk membayangkan kembali desain kurikulum, strategi pedagogis, keterlibatan peserta didik, dan tata kelola institusional.

Sementara aplikasi awal AI dalam pendidikan berpusat pada otomatisasi tugas-tugas tertentu, munculnya MI telah menandai pergeseran paradigma yang signifikan. MI memungkinkan pengembangan sistem holistik dan responsif yang sadar konteks dan selaras secara emosional. Namun, transformasi ini memiliki tantangannya sendiri. Penerapan MI dalam struktur pendidikan menimbulkan kekhawatiran kritis, termasuk bias algoritmik, kesenjangan akses digital, kesiapan pendidik yang tidak memadai, dan, yang terpenting, kerangka peraturan yang terfragmentasi. Bab ini telah menggarisbawahi pentingnya membahas baik kemampuan teknologi maupun isu-isu sosial-teknis dan tata kelola yang lebih luas yang membentuk integrasi MI yang sukses dan etis dalam sistem pendidikan.

Untuk mewujudkan potensi penuh MI dalam pendidikan, diperlukan upaya kolektif dan multidisiplin. Pendekatan multidisiplin dari para ahli teknologi, pendidik, peserta didik, dan pembuat kebijakan harus mengembangkan standar terbuka, mendorong inovasi inklusif, dan memajukan pembelajaran yang berlandaskan pada kebutuhan pendidikan di dunia nyata. Evolusi yang dibawa oleh MI tidak dimaksudkan untuk menggantikan pendidik tetapi untuk mendukung dan meningkatkan peran mereka melalui sistem cerdas yang empatik, adaptif, dan berlandaskan nilai-nilai kemanusiaan. Pada intinya, munculnya MI menunjukkan pergeseran tidak hanya dalam teknologi pendidikan tetapi juga dalam cara kita memahami dan merancang budaya pendidikan yang siap menghadapi masa depan, tangguh, dan berpusat pada peserta didik.

BAB 4
PERKEMBANGAN BARU AI DALAM TEKNOLOGI PENDIDIKAN

4.1 AI DALAM TEKNOLOGI PENDIDIKAN

Di era revolusi pendidikan yang pesat saat ini, transformasi proses pengajaran dan pembelajaran semakin dipengaruhi oleh perkembangan kecerdasan buatan (AI). Alih-alih terbatas pada domain eksplorasi atau lembaga pembelajaran yang mahal, AI kini telah diintegrasikan ke dalam ranah pembelajaran arus utama, di mana ia membantu memenuhi tuntutan ilmiah yang kompleks dan beragam. Dengan bentuk-bentuk pendidikan konvensional yang semakin diuji oleh keharusan personalisasi, keterampilan, dan akses universal, solusi berbasis AI yang terukur sedang diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan fokus mahasiswa.

Kehadiran AI terlihat di seluruh bidang pendidikan. Dari penggunaan algoritma pembelajaran mesin (ML) untuk memproses data kinerja mahasiswa hingga implementasi pemrosesan bahasa alami (NLP) dalam sistem bimbingan percakapan dan aplikasi pembelajaran bahasa, AI dimanfaatkan untuk menyediakan berbagai dukungan instruksional. Fungsionalitas pengenalan visual yang didorong oleh visi komputer digunakan untuk memungkinkan umpan balik waktu nyata, penilaian otomatis, dan peningkatan aksesibilitas. Pada saat yang sama, pembelajaran penguatan telah digunakan untuk memungkinkan lingkungan pembelajaran adaptif dan pengalaman pembelajaran yang digamifikasi yang memastikan keterlibatan peserta didik. Dengan teknologi-teknologi utama ini, interaksi antara mahasiswa, pengajar, dan konten pembelajaran sedang didefinisikan ulang pada tingkat fundamental.

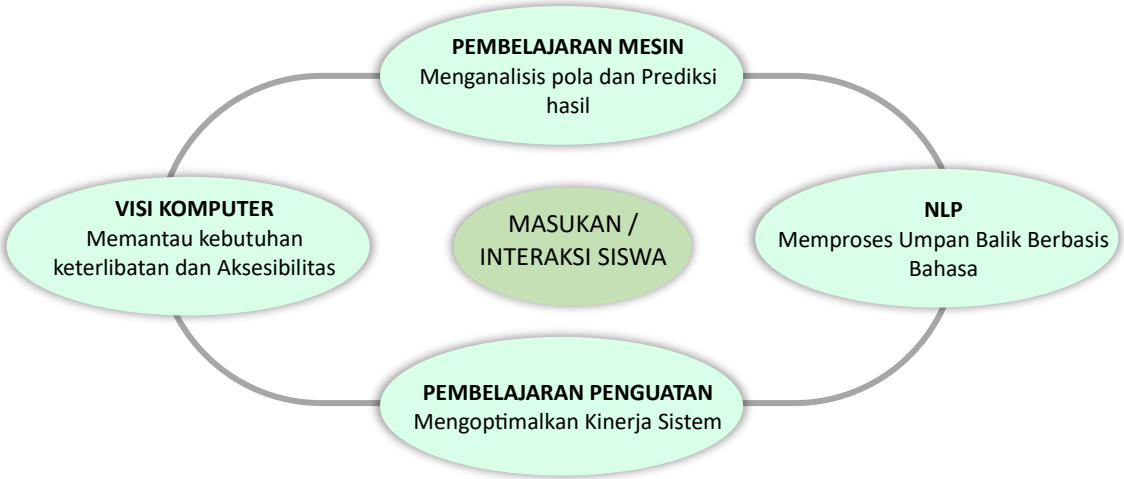
Bagian selanjutnya membahas bagaimana teknologi AI inti—ML, NLP, visi komputer, dan pembelajaran penguatan—membentuk perubahan pedagogis. Bagian ketiga memberikan gambaran umum tentang penerapan AI di ruang kelas, termasuk sistem bimbingan cerdas, sistem pembelajaran adaptif, dan instruksi personalisasi yang difasilitasi AI. Terobosan terbaru seperti AI generatif dan teknologi imersif seperti realitas tertambah dan realitas virtual juga dibahas dalam upaya untuk menunjukkan bagaimana terobosan terbaru terus memperluas peluang untuk belajar. Selain penggunaan teknologi, fokus utama diletakkan pada subjek inti seperti privasi data, diskriminasi algoritmik, dan akses yang adil.

Menangani masalah ini sangat penting untuk memastikan bahwa aplikasi AI di sekolah sesuai dengan etika dan inklusif. Pada bagian akhir bab ini, disajikan diskusi visioner, termasuk pengembangan bidang pembelajaran baru, penggabungan kebijakan pedagogis, dan inisiatif strategis di tingkat global untuk memungkinkan penggunaan teknologi AI yang bertanggung jawab dan berskala besar. Studi saat ini berfokus pada kebutuhan untuk menciptakan pedoman etika yang menjaga integrasi AI ke dalam pendidikan agar transparan, akuntabel, dan sesuai dengan praktik terbaik pengajaran. Secara keseluruhan, bab ini bertujuan untuk menawarkan deskripsi yang seimbang dan bernuansa tentang dampak AI pada pendidikan saat ini. Dengan menempatkan alat dan teknologi dalam konteksnya, serta implikasi, manfaat, dan

faktor lainnya, diskusi ini bertujuan untuk mempersiapkan para pendidik, pengembang teknologi, dan pembuat kebijakan dengan pemahaman yang tenang dan terinformasi tentang lanskap pengaruh AI yang berubah pada lingkungan pembelajaran.

4.2 TEKNOLOGI AI FUNDAMENTAL YANG MENDORONG PENDIDIKAN MODERN

Pengenalan AI ke dalam ekosistem pembelajaran telah mengubah model pembelajaran dan pengajaran tradisional, menawarkan potensi yang belum pernah terjadi sebelumnya untuk pembelajaran adaptif, penilaian otomatis, dan pengalaman pembelajaran yang dipersonalisasi. Seiring organisasi pembelajaran di seluruh dunia memulai transformasi digital, pendidik, administrator, dan pembuat kebijakan perlu memahami teknologi AI dasar yang mendukung inovasi ini. Bagian ini membahas empat teknologi AI inti yang telah terbukti signifikan di lembaga pembelajaran: ML, NLP, visi komputer, dan pembelajaran penguatan (lihat Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Keterkaitan antar model AI.

Mempelajari Pola Melalui Algoritma: Peran Pembelajaran Mesin dalam Pendidikan

Pembelajaran mesin (ML) merupakan fondasi teknologi yang memungkinkan komputer untuk mempelajari pola dari data yang diberikan tanpa secara eksplisit memprogram setiap skenario ke dalamnya. Dalam konteks pendidikan, algoritma ML mengpemeriksaan sejumlah besar data mahasiswa yang dikumpulkan melalui interaksi dengan mahasiswa untuk mengidentifikasi pola pembelajaran, memprediksi hasil akademik, dan menyesuaikan pengalaman pendidikan berdasarkan hasil individu.

Aplikasi ML yang paling penting di bidang pendidikan adalah melalui platform pembelajaran adaptif yang dapat menyesuaikan kesulitan konten dan gaya presentasi berdasarkan kinerja mahasiswa individu. Platform MATHia dari Carnegie Learning mencontohkan pendekatan ini dengan terus mengpemeriksaan respons mahasiswa terhadap masalah matematika, mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan, dan memberikan intervensi yang ditargetkan. Sistem ini menggunakan teknik pemodelan intelektual untuk memahami bagaimana setiap mahasiswa mempelajari konsep matematika dan beradaptasi dengan

instruksi yang sesuai. Pemeriksaan prediktif merupakan aplikasi ML penting lainnya, di mana algoritma mengpemeriksaan data mahasiswa historis untuk mengidentifikasi mahasiswa yang berisiko gagal sebelum mereka gagal.

Dalam beberapa waktu terakhir, penerapan algoritma dan metode ML di tingkat pendidikan tinggi menunjukkan bahwa daya prediksi teknologi telah meningkat dibandingkan sebelumnya. Misalnya, sistem eAdvisor tingkat lanjut telah dibuat untuk memeriksa pola pengambilan mata kuliah, nilai, dan data demografis mahasiswa, yang memungkinkan lembaga pendidikan untuk memprediksi tingkat keberhasilan mahasiswa dan memberikan intervensi yang tepat bagi mahasiswa. Keuntungan ML dalam pembelajaran meliputi peningkatan personalisasi, deteksi dini tantangan pembelajaran, dan dukungan pengambilan keputusan berbasis data untuk pengembangan kurikulum. Meskipun demikian, ada beberapa masalah yang perlu ditangani seperti pelanggaran privasi data, bias algoritmik yang berpotensi merugikan kelompok mahasiswa tertentu, dan perlunya investasi besar dalam infrastruktur teknologi ini untuk mengimplementasikan sistem ML dengan benar.

Pemrosesan Bahasa Alami untuk Peningkatan Pendidikan

Teknologi seperti NLP membantu komputer untuk memungkinkan kemampuan memahami, menafsirkan, dan menghasilkan bahasa manusia, menjadikannya teknologi yang berharga untuk pembelajaran bahasa, penilaian otomatis, dan sistem bimbingan cerdas lainnya. Teknologi ini memproses teks dan ucapan untuk mengekstrak makna, sentimen, dan pola linguistik yang menjadi dasar intervensi pendidikan. Platform pembelajaran bahasa telah banyak menggunakan NLP, dengan Duolingo (alat yang digunakan untuk belajar bahasa) sebagai contoh utama. Platform ini menggunakan berbagai algoritma NLP untuk mengpemeriksaan respons pelajar dan memberikan umpan balik langsung tentang pengucapan dan tata bahasa; platform ini juga menyesuaikan kompleksitas pelajaran berdasarkan kemajuan individu. Kemampuan pengenalan suara dari alat ini memungkinkan mahasiswa untuk berlatih pengucapan secara efektif sambil juga menerima beberapa koreksi dan saran secara real-time untuk meningkatkan kemampuan mereka; dengan demikian, alat ini telah menjadi salah satu alat populer yang menggunakan NLP. Sistem penilaian esai otomatis merupakan aplikasi NLP penting lainnya, di mana algoritma mengevaluasi tugas tertulis berdasarkan kriteria seperti koherensi, penggunaan kosakata, dan struktur argumen. Mesin berbasis NLP ini menggambarkan bagaimana teknologi dapat menawarkan umpan balik yang cepat dan konsisten pada tulisan mahasiswa dan menunjukkan area spesifik di mana perbaikan diperlukan.

Sistem bimbingan cerdas memanfaatkan NLP untuk mengajar mahasiswa dengan percakapan bahasa alami, menanggapi pertanyaan dan menawarkan penjelasan melalui dialog seperti manusia. Sistem semacam itu mampu mengkaji pertanyaan mahasiswa dalam hal tantangan konseptual dan menawarkan bantuan pendukung yang tepat. Manfaat NLP dalam pengajaran adalah model bahasa yang dapat diskalakan, pemberian umpan balik instan, dan upaya penilaian yang lebih rendah bagi pengajar. Namun, keterbatasannya adalah resistensi terhadap pemrosesan bahasa sehari-hari, bias linguistik dan budaya dalam model

bahasa, dan penanganan yang lemah terhadap makna kontekstual dan halus dalam respons mahasiswa.

Aplikasi Visi Komputer dalam Lingkungan Pendidikan

Teknologi visi komputer memberikan kemampuan kepada komputer untuk membaca dan menafsirkan informasi visual dari input pengguna seperti gambar dan video, sehingga membuka kemungkinan baru untuk penilaian pendidikan. Informasi visual ditafsirkan untuk mengenali objek, wajah, gerak tubuh, dan aktivitas, memberikan wawasan berharga tentang pembelajaran mahasiswa dan perilaku keterlibatan. Dengan menggunakan sistem pengawasan otomatis menggunakan visi komputer, kita dapat mengamati ujian jarak jauh dan mencari kemungkinan teknik kecurangan seperti menjauh dari layar, materi yang tidak sah, atau beberapa orang yang mengikuti ujian. Meskipun alat-alat ini kontroversial, Proctorio dan Responds Monitor telah muncul di tengah masa pembelajaran jarak jauh, tetapi mereka menimbulkan kekhawatiran yang sah tentang privasi dan kesetaraan.

Visi komputer telah membantu pendidikan matematika melalui aplikasi pengenalan persamaan tulisan tangan dan penyelesaian langkah demi langkah. Microsoft Math Solver dan aplikasi serupa lainnya dapat menyelesaikan masalah dari ekspresi matematika tulisan tangan, menawarkan solusi langkah demi langkah, dan menjelaskan langkah-langkah penyelesaian, sehingga mendorong pembelajaran mahasiswa di luar kelas. Mesin mampu menerjemahkan informasi visual ke deskripsi audio untuk mahasiswa tunanetra, mendeteksi bahasa isyarat untuk mahasiswa tuli, dan menyediakan pengenalan teks secara real-time dari materi cetak. Manfaat visi komputer adalah peningkatan akses bagi mahasiswa penyandang disabilitas, pengamatan perilaku objektif untuk pembelajaran, dan metode evaluasi inovatif yang dapat lebih efektif daripada desain pengujian konvensional. Kekurangannya meliputi kekhawatiran tentang pelanggaran privasi, masalah teknis dalam mengenali pola tulisan tangan yang rumit, dan prasangka yang melekat dalam sistem pengenalan wajah yang dapat membiaskan hak-hak kelompok etnis tertentu.

Pembelajaran Penguatan untuk Sistem Pendidikan Adaptif

Pembelajaran penguatan (RL) adalah paradigma AI di mana sistem mempelajari tindakan optimal melalui interaksi coba-coba dengan lingkungannya dan menerima imbalan atau hukuman sebagai hasil kinerja. Dalam lingkungan pembelajaran, RL memungkinkan sistem untuk mempelajari metode pengajaran yang sukses dengan terus-menerus memodifikasi instruksi model berdasarkan hasil pembelajaran dari mahasiswa. Sistem pengujian adaptif menggunakan RL untuk menyederhanakan pemilihan pertanyaan dalam tes, memilih item yang menghasilkan informasi terbesar mengenai tingkat kemampuan mahasiswa tanpa memakan banyak waktu untuk pengujian. Sistem ini belajar dari pola respons mahasiswa untuk merekomendasikan pertanyaan yang lebih baik di masa mendatang dan memberikan perkiraan kemampuan yang tepat. Penpengajartan kurikulum yang dipersonalisasi adalah aplikasi lain dari RL di mana sistem dapat mempelajari urutan konten terbaik untuk setiap mahasiswa. Melalui pengamatan urutan konten mana yang dapat menghasilkan peningkatan pembelajaran, algoritma RL dapat menyarankan jalur pembelajaran yang dipersonalisasi yang memaksimalkan dampak pendidikan untuk setiap

karakteristik dan preferensi individu mahasiswa. Baru-baru ini, pembelajaran empiris menunjukkan bahwa sistem bimbingan belajar berbasis RL dapat menghasilkan peningkatan substansial dalam hasil belajar mahasiswa.

Pembelajaran menunjukkan bahwa sistem adaptif menghasilkan peningkatan pembelajaran sekitar 23% dibandingkan metode pengajaran urutan tetap yang lebih konvensional, menunjukkan bagaimana teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi pendidikan. Manfaat RL adalah sistem yang benar-benar adaptif dan semakin baik dari waktu ke waktu, alokasi sumber daya yang optimal untuk memaksimalkan daya ungkit pembelajaran, dan penemuan pengajaran efektif berbasis data. Tantangannya meliputi kebutuhan akan periode pengumpulan data yang panjang sebelum sistem efektif, tantangan dalam menentukan fungsi penghargaan yang baik untuk tujuan pembelajaran yang rumit, dan sistem yang mengoptimalkan tujuan yang mudah diukur sambil mengabaikan tujuan pendidikan utama yang lebih sulit diukur.

Bukti Implementasi dan Arah Masa Depan

Pembelajaran empiris telah menunjukkan bahwa hasil pembelajaran yang terukur dapat ditingkatkan dengan penggunaan teknologi AI. Pemeriksaan komparatif teknologi AI inti diberikan pada Tabel 4.1. Dengan merujuk pada Chen dkk, integrasi kecerdasan buatan dalam pendidikan telah secara signifikan meningkatkan efisiensi administrasi, pembelajaran yang disesuaikan, dan kualitas pengajaran. Dengan cara yang sama, pembelajaran komparatif perangkat lunak pembelajaran bahasa berbasis NLP telah menunjukkan tingkat pembelajaran kosakata pengguna 34% lebih tinggi dibandingkan dengan pengajaran konvensional. Teknologi AI dasar ini juga berkembang pesat, dengan aplikasi baru untuk pengajaran realitas virtual, pengenalan emosi untuk penilaian keterlibatan, dan analitik pembelajaran multimodal yang mengintegrasikan berbagai paradigma AI. Seiring berkembangnya teknologi ini, integrasinya ke dalam arsitektur pembelajaran seharusnya lebih sederhana dan efisien, tetapi harus didekati dengan hati-hati dan peka terhadap isu-isu etika, kesetaraan, dan integritas pedagogis untuk memastikan implementasi yang efektif.

Tabel 4.1 Pemeriksaan perbandingan teknologi AI inti

Teknologi	Tujuan Utama	Kasus Penggunaan di Bidang Pendidikan	Manfaat Utama	Keterbatasan Utama
Pembelajaran Mesin	Pengenalan dan prediksi pola	Platform pembelajaran adaptif, analitik prediktif, rekomendasi yang dipersonalisasi	Pengajaran yang disesuaikan, identifikasi intervensi dini, wawasan berbasis data	Kekhawatiran privasi data, bias algoritma, persyaratan infrastruktur
Pemrosesan Bahasa Alami	Pemahaman dan generasi bahasa	Aplikasi pembelajaran	Pengajaran bahasa yang	Bias budaya, keterbatasan

		bahasa, penilaian otomatis, bimbingan belajar cerdas	terukur, umpan balik langsung, interaksi alami	konteks, tantangan bahasa sehari-hari
Penglihatan Komputer	Pemrosesan informasi visual	Pengawasan ujian otomatis, pengenalan tulisan tangan, alat bantu aksesibilitas	Aksesibilitas yang ditingkatkan, pemeriksaan objektif, penilaian inovatif	Pelanggaran privasi, masalah akurasi pengenalan, potensi bias demografis
Pembelajaran Penguatan	Penemuan tindakan optimal	Pengujian adaptif, penyusunan kurikulum, optimasi strategi	Sistem yang benar-benar adaptif, jalur pembelajaran yang dioptimalkan, peningkatan berkelanjutan	Persyaratan pengumpulan data, kompleksitas fungsi penghargaan, fokus optimasi yang sempit

4.3 APLIKASI AI INOVATIF DALAM PENDIDIKAN

Bagian ini membahas bagaimana pembentukan kembali sistem pendidikan dilakukan dengan bantuan teknologi AI. Dahulu, mahasiswa bergantung pada bagaimana teknologi membentuk kembali penyampaian dan hasil pendidikan di berbagai konteks pembelajaran.

Sistem Bimbingan Cerdas (ITS)

Sistem bimbingan cerdas adalah salah satu aplikasi AI paling canggih dalam sistem pendidikan, bertindak sebagai mentor elektronik canggih yang memberikan bantuan dan bimbingan yang disesuaikan. Sistem ini menggunakan prinsip dan metode ilmu kognitif serta teknik AI untuk membangun lingkungan pembelajaran yang merespons secara dinamis kebutuhan peserta didik secara real-time, seperti halnya pengajar manusia, tetapi dengan keuntungan tambahan berupa ketersediaan dan konsistensi sepanjang waktu. Arsitektur ITS biasanya terdiri dari empat komponen yang saling bergantung: model domain berbasis ahli materi pelajaran, model mahasiswa yang melacak pembelajaran individu, model pedagogis yang mendefinisikan strategi pedagogis, dan model antarmuka yang mengontrol interaksi mahasiswa. Sistem terintegrasi memungkinkan sistem untuk mendiagnosis masalah pembelajaran, memilih materi pembelajaran yang sesuai, dan memberikan umpan balik individual berdasarkan perilaku mahasiswa.

Cognitive Tutor yang dibuat oleh *Carnegie Learning* mungkin merupakan contoh terbaik dari potensi ITS dalam pembelajaran matematika. Perangkat lunak ini menerapkan pemeriksaan tugas kognitif untuk mempelajari metode yang digunakan mahasiswa dalam menjawab soal matematika, mengenali kesalahan umum yang dilakukan mahasiswa, dan menawarkan umpan balik langsung. Studi yang lebih baru dengan sistem bimbingan kognitif telah menunjukkan bahwa sistem ini merupakan alat yang berharga dalam pendidikan

matematika. Pembelajaran menunjukkan bahwa mahasiswa yang menggunakan alat berbasis AI ini mengalami peningkatan kinerja yang signifikan pada penilaian standar, dengan ukuran efek antara 0,2 dan 1,0 deviasi standar dibandingkan dengan bentuk pengajaran yang lebih tradisional. Aplikasi ITS saat ini meluas melampaui matematika ke fisika, pemrograman komputer, dan seni bahasa. Program-program ini membantu dalam pembelajaran berkelanjutan dan menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman mereka tentang setiap pembelajar melalui algoritma ML yang memantau pola interaksi, waktu respons, dan tingkat kesalahan dalam upaya untuk memberikan pengajaran yang lebih baik.

Platform Pembelajaran Individual

Platform yang menggunakan AI untuk mengembangkan pengalaman pendidikan yang disesuaikan berdasarkan gaya belajar dan preferensi belajar mahasiswa termasuk dalam platform pembelajaran individual. Platform mengevaluasi informasi kinerja setiap mahasiswa dan melakukan penyesuaian dalam penyampaian konten, tingkat kompleksitas, dan metode pengajaran secara real-time dengan menggunakan algoritma canggih yang membedakannya dari strategi konvensional yang seragam untuk semua. Tingkat dasar pembelajaran yang disesuaikan mencakup pemeriksaan pembelajar lengkap, di mana sistem AI mengumpulkan dan memproses berbagai titik data seperti nilai akademik, tingkat keterlibatan, gaya belajar, dan tren perilaku. Data ini dimasukkan ke dalam mesin rekomendasi yang mengusulkan jalur dan aktivitas pembelajaran terbaik untuk setiap mahasiswa.

Dasbor pembelajaran personal Khan Academy secara efektif menunjukkan pendekatan ini dengan melacak kemajuan mahasiswa di berbagai mata pelajaran dan mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan. Algoritma AI platform menyarankan latihan praktik khusus, video instruksional, dan aktivitas remedial berdasarkan pola kinerja individu. Studi implementasi terbaru pada platform pembelajaran individual telah menunjukkan hasil yang penting. Pemeriksaan ini menunjukkan bahwa mahasiswa yang menggunakan fitur pembelajaran adaptif memiliki peningkatan pembelajaran 1,5 kali lebih besar dibandingkan mahasiswa yang mengikuti pendekatan kurikulum standar. DreamBox Learning adalah implementasi sukses lainnya dalam pendidikan matematika dasar. Platform ini beradaptasi secara real-time terhadap respons mahasiswa, menyesuaikan kompleksitas masalah, memberikan petunjuk, dan memilih representasi visual yang sesuai berdasarkan pola pembelajaran individu. Studi longitudinal tentang platform matematika adaptif telah mengungkapkan manfaat signifikan bagi pengguna yang konsisten. Pembelajaran telah membuktikan bahwa mahasiswa yang belajar dengan bantuan sistem ini setidaknya selama 60 menit per minggu menunjukkan peningkatan prestasi yang jauh lebih tinggi pada penilaian.

AI dalam Pembelajaran Bahasa

Kecerdasan buatan telah mengembangkan kembali pembelajaran bahasa dengan menyediakan pengalaman yang berlebihan dan interaktif yang mensimulasikan proses pemerolehan bahasa alami. Aplikasi pembelajaran bahasa menggabungkan pengenalan suara, NLP, dan algoritma adaptif dengan AI untuk menciptakan instruksi yang dipersonalisasi yang merespons kebutuhan pengucapan dan pengembangan tata bahasa individu. Platform pembelajaran bahasa serupa menggunakan teknologi pengenalan suara yang canggih untuk

mengevaluasi akurasi pengucapan dan memberikan umpan balik langsung. Sistem-sistem ini mengpemeriksaan fitur akustik ucapan mahasiswa, membandingkan ucapan mereka dengan model penutur asli dan mengidentifikasi area spesifik untuk peningkatan. Algoritma NLP menguji respons tertulis untuk akurasi tata bahasa, penggunaan kosakata, dan koherensi semantik. Pendekatan berbasis AI Duolingo mencontohkan metodologi pembelajaran bahasa yang inovatif melalui penggunaan algoritma pengulangan berjarak dan penyesuaian kesulitan adaptif.

Sistem AI platform ini mengpemeriksaan kurva pelupaan individu untuk item kosakata dan mengoptimalkan jadwal peninjauan untuk memaksimalkan retensi. Tutor AI percakapan mewakili batas baru dalam pembelajaran bahasa, di mana mahasiswa terlibat dalam dialog dengan mitra percakapan virtual bertenaga AI. Sistem ini menggunakan pemahaman bahasa alami tingkat lanjut untuk mempertahankan percakapan berbasis konteks sambil memberikan sedikit koreksi dan pemodelan bahasa. Perusahaan seperti Speeko dan Elsa Speak telah menunjukkan efektivitas pelatihan pengucapan bertenaga AI, dengan pengguna menunjukkan peningkatan yang terukur dalam pengurangan aksen dan pengembangan kefasihan mereka.

AI untuk Pendidikan STEM

Pendidikan sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) telah mengadopsi aplikasi AI untuk mengatasi sifat pembelajaran STEM yang beragam dan berlapis-lapis. Implementasi tersebut bervariasi dari lingkungan laboratorium simulasi hingga alat bantu pemecahan masalah cerdas yang membimbing mahasiswa melalui langkah-langkah penalaran matematika dan ilmiah yang rumit. Platform pendidikan STEM berbasis AI biasanya menyematkan lingkungan simulasi di mana mahasiswa melakukan eksperimen virtual, mengontrol variabel, dan melihat hasilnya dalam lingkungan digital simulasi. Sistem ini memiliki mesin fisika dan pemodelan matematika untuk membangun kondisi eksperimental yang realistis dan menawarkan tutor AI yang membantu dalam membangun hipotesis, interpretasi data, dan kesimpulan.

Program Simulasi Interaktif PhET di Univ Stekom Colorado Boulder membantu memvisualisasikan bagaimana AI dapat meningkatkan pembelajaran fisika dan kimia melalui simulasi adaptif. Alat-alat tersebut menyesuaikan tingkat kompleksitas berdasarkan interaksi mahasiswa dan menawarkan saran cerdas ketika mahasiswa mengalami kesulitan dalam belajar. Studi implementasi oleh Perkins dkk. membuktikan bahwa mahasiswa yang bekerja dengan simulasi PhET menunjukkan pemahaman konseptual yang jauh lebih besar daripada mereka yang bekerja dengan pengalaman laboratorium normal. Dalam pembelajaran matematika, Alat AI seperti Assessment and Learning in Knowledge Spaces (ALEKS) menerapkan algoritma canggih untuk memetakan pengetahuan mahasiswa dan menentukan urutan pembelajaran terbaik. Sistem ini terus memantau pemahaman mahasiswa dan menyesuaikan pengajaran sebagai respons, dengan mengharuskan konsep prasyarat dikuasai sebelum membahas topik yang lebih lanjut. Pembelajaran oleh Fang dkk. menunjukkan bahwa mahasiswa yang belajar dengan ALEKS menunjukkan peningkatan signifikan dalam penalaran aljabar dan kemampuan pemecahan masalah.

Pembelajaran Gamifikasi yang Ditingkatkan AI

Integrasi AI dan pembelajaran berbasis game telah menghasilkan pengalaman belajar yang menarik yang mendorong peserta didik melalui tantangan interaktif dan sistem penghargaan yang disesuaikan. Program AI ini mempelajari pola perilaku pemain untuk menyempurnakan mekanisme permainan, memungkinkan tingkat tantangan yang tepat untuk menjaga minat mereka dan mendorong mereka untuk bermain lagi dan lagi tanpa membuat mereka frustrasi. AI dalam platform pembelajaran gamifikasi membuka jalan untuk menghasilkan alur cerita dinamis yang merespons keputusan dan tingkat kinerja mahasiswa. Dengan menggunakan algoritma RL, sistem mempelajari apa yang memotivasi mahasiswa secara individual dan menyesuaikan mekanisme permainan yang juga mencakup pengembangan cerita dan sistem penghargaan.

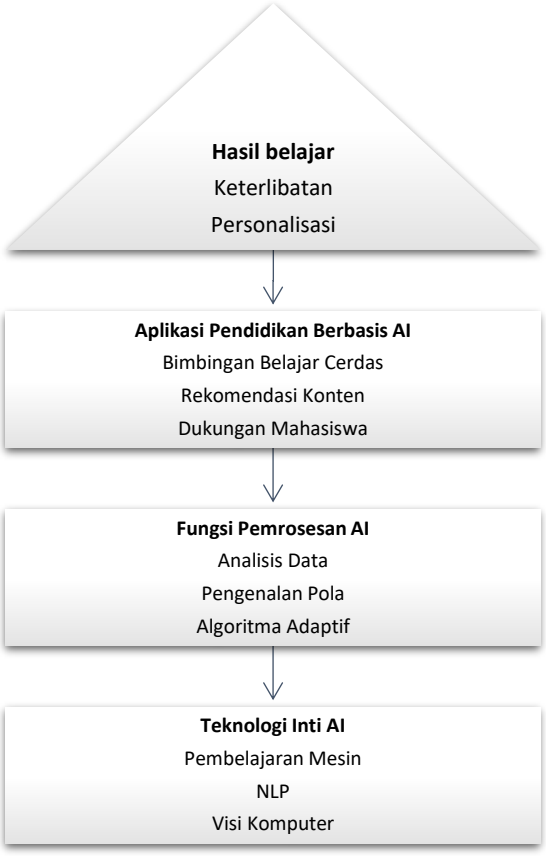
DragonBox adalah permainan pembelajaran aljabar yang menggambarkan bagaimana AI dapat membuat konsep matematika abstrak dapat diakses dalam bentuk interaksi yang menyenangkan. Permainan ini memiliki ML untuk memeriksa strategi mahasiswa dalam pemecahan masalah dan menyesuaikan kesulitan teka-teki agar tetap pada tingkat optimal. Mahasiswa mempelajari manipulasi aljabar dengan memainkan permainan simbolik sehingga mereka memperoleh pengetahuan tentang teknik matematika. *Classcraft* adalah sistem manajemen kelas yang menggunakan AI untuk memantau keterlibatan mahasiswa dan pola karakteristik mereka. Peran teknologi AI dalam pendidikan menggambarkan gerakan revolusioner menuju proses pembelajaran yang lebih individual, efektif, dan inklusif.

Tabel 4.2 menggambarkan aplikasi, manfaat utama, dan tantangan implementasi AI dalam pendidikan. Setiap aplikasi menghadirkan keuntungan yang berbeda, mulai dari instruksi satu lawan satu hingga imersi realitas virtual. Tantangan yang umum ditemukan di seluruh implementasi, yang berkisar dari masalah privasi data dan persyaratan infrastruktur teknis yang signifikan hingga kebutuhan untuk melindungi kendali manusia atas proses pembelajaran. Teknologi-teknologi ini terus berubah, sehingga implementasinya akan dipertimbangkan berdasarkan pelatihan pengajar dan integrasi yang seimbang dalam kehidupan manusia, bukan hanya berdasarkan prinsip-prinsip akademis yang berorientasi pada manusia.

Tabel 4.2 Pemeriksaan perbandingan aplikasi AI dalam pendidikan

Aplikasi	Teknologi AI Utama	Manfaat Utama	Tantangan Utama
Sistem Bimbingan Belajar Cerdas	Pemodelan kognitif, sistem pakar, pemrosesan bahasa alami	Instruksi yang dipersonalisasi, umpan balik langsung, ketersediaan yang konsisten	Biaya pengembangan yang tinggi, persyaratan keahlian domain, cakupan subjek yang terbatas
Platform Pembelajaran yang Dipersonalisasi	Pembelajaran mesin, sistem rekomendasi, analitik pembelajaran	Penyampaian konten adaptif, kecepatan belajar individual, wawasan berbasis data	Kekhawatiran tentang privasi data, transparansi algoritma, masalah kesenjangan digital

AI dalam Pembelajaran Bahasa	Pengenalan suara, pemrosesan bahasa alami, AI percakapan	Umpan balik pengucapan, praktik imersif, integrasi konteks budaya	Bias aksen, kedalaman percakapan yang terbatas, tantangan sensitivitas budaya
AI untuk Pendidikan STEM	Mesin simulasi, representasi pengetahuan, bimbingan cerdas	Eksperimen virtual, pemodelan konseptual, lingkungan belajar yang aman	Kompleksitas teknis, persyaratan perangkat keras, kesulitan penilaian autentik
Pembelajaran Gamifikasi yang Ditingkatkan dengan AI	Pembelajaran penguatan, sistem analitik perilaku	Peningkatan keterlibatan, motivasi intrinsik, fitur pembelajaran sosial	Potensi gangguan, validitas penilaian, risiko perilaku adiktif



Gambar 4.2 Tingkat integrasi AI dalam aplikasi pendidikan.

Kerangka kerja yang diberikan pada Gambar 4.2 menggambarkan bagaimana teknologi AI fundamental dimanfaatkan untuk memajukan hasil pendidikan. Dimulai dari tingkat dasar, ML, NLP, dan visi komputer digunakan untuk memungkinkan kemampuan pemrosesan AI seperti pemeriksaan data, deteksi pola, dan algoritma adaptif. Ini dimanfaatkan melalui aplikasi AI pembelajaran, seperti sistem bimbingan cerdas, sistem rekomendasi konten, dan

alat pendukung pembelajaran. Pada gilirannya, hasil pembelajaran yang lebih baik seperti personalisasi dan keterlibatan diperoleh.

4.4 AI DALAM PEMBUATAN DAN MANAJEMEN KONTEN PENDIDIKAN

Pada bagian ini, pengoperasian sistem AI akan dipemeriksaan dalam bidang pengembangan dan administrasi konten pendidikan. Peran AI dalam mengubah buku teks tradisional menjadi buku teks cerdas akan disorot bersama dengan bagaimana otomatisasi proses di berbagai bidang diaktifkan.

Pembuatan Konten Otomatis

Kecerdasan buatan mendominasi bidang pembuatan konten dengan bantuan teknologi seperti jaringan adversarial generatif (GAN) dan model bahasa besar (LLM) seperti GPT-4. Pembuatan materi pendidikan secara otomatis difasilitasi dengan model-model ini, termasuk video, grafik, soal kuis, dan kartu flash. Selain itu, AI dapat memberikan penjelasan yang disesuaikan dan menghasilkan soal-soal untuk mahasiswa berdasarkan kebutuhan mereka, seperti yang digambarkan pada Gambar 4.3.

Gambar 4.3 Alur kerja pembuatan konten.

Manfaat Utama

- AI mengurangi upaya manual yang terlibat dalam pembuatan konten
- Konten dapat dipersonalisasi berdasarkan kebutuhan mahasiswa
- Berbagai macam materi pendidikan dapat dihasilkan, yang dapat membantu dalam pembuatan buku teks gratis

Sebuah Lembaga Pembelajaran Digital menyoroti bahwa AI meningkatkan nilai dengan menciptakan konten untuk program pembelajaran digital, termasuk kuis, kartu flash, simulasi, dan studi kasus, sehingga mempercepat seluruh proses.

Buku Teks Pintar

Salah satu kemajuan terbesar dalam materi pendidikan tradisional adalah pengenalan buku teks pintar beserta fitur AI. Hal ini membantu mahasiswa untuk menggabungkan gaya belajar dan interaksi mereka. Alat digital menggunakan analitik terintegrasi untuk mengatasi keterlibatan mahasiswa, menyesuaikan kompleksitas dan presentasi konten. Salah satu inovasi tersebut adalah platform MyLab milik Pearson, di mana algoritma adaptif digunakan untuk merespons kinerja mahasiswa dan mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan.

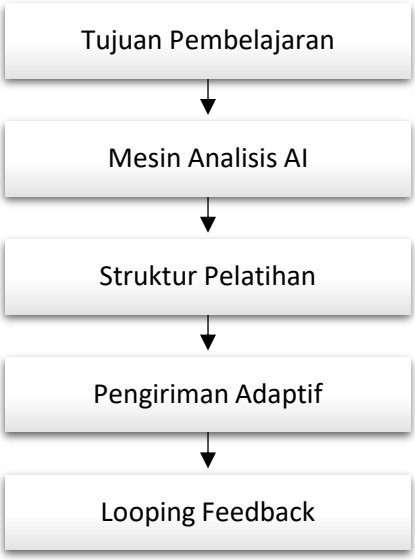
Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.3, buku teks pintar mendapatkan simulasi dan umpan balik instan dari mahasiswa untuk menciptakan ruang belajar yang lebih efektif bagi mahasiswa daripada buku teks tradisional. Berbagai mata pelajaran yang terutama difokuskan di sekolah telah beradaptasi dengan buku teks pintar. Peningkatan yang wajar terjadi pada kinerja mahasiswa karena implementasi teknologi yang ditingkatkan AI dalam pendidikan. Studi terbaru melaporkan bahwa ada peningkatan tingkat penyelesaian pembelajaran hingga 15% ketika teknologi pembelajaran yang dapat disesuaikan ini diintegrasikan ke dalam kurikulum.

Tabel 4.3 Perbandingan antara buku teks tradisional dan buku teks pintar

Fitur	Buku Teks Tradisional	Buku Teks Pintar
Umpan Balik	Hanya di akhir bab	Umpan balik adaptif instan
Multimedia	Ilustrasi statis	Visual interaktif/AR: Realitas Tertambah
Adaptivitas	Tidak ada	Berdasarkan kemajuan pembelajaran

Desain Kurikulum dengan AI

Rencana kurikulum yang terintegrasi dengan AI adalah model rencana pembelajaran yang mengandalkan ML dan ilmu data untuk mengoptimalkan urutan pembelajaran, pemilihan konten, dan pembelajaran keterampilan (lihat Gambar 4.4). Dari pemeriksaan data kinerja mahasiswa dan kebutuhan kurikulum ini, sistem akan menyediakan jalur instruksi yang optimal. Knewton adalah perusahaan yang menggunakan pemodelan prediktif yang memetakan hubungan antara konsep pembelajaran yang menjamin saran kurikulum yang disesuaikan tergantung pada variabel seperti kompleksitas konsep dan kesiapan peserta didik. Perpengajaran tinggi yang telah mengadopsi sistem desain kurikulum berbasis AI melaporkan adanya peningkatan hasil belajar mahasiswa. Studi kasus terbaru membuktikan bahwa teknologi tersebut mampu mewujudkan penurunan waktu penyelesaian pembelajaran hingga 25% sambil mempertahankan standar kualitas pendidikan.



Gambar 4.4 Alur kerja desain kurikulum dengan AI.

Tantangan

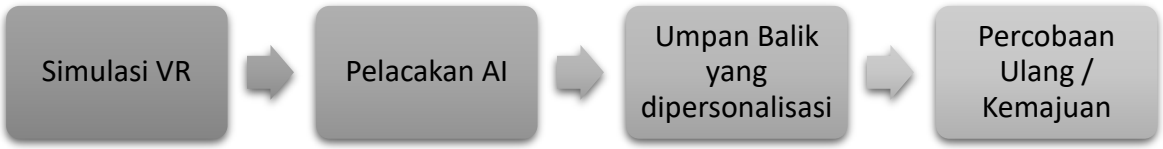
- Akurasi dan Bias Konten: Sulit untuk memastikan akurasi dan kesadaran budaya. Kesesuaian pedagogis konten AI dan pemantauan manusia harus digunakan untuk menangkal bias.
- Kesetaraan dan Privasi Digital: Buku teks pintar sulit dalam hal kesetaraan dan privasi digital.
- Hambatan Teknologi: Biaya implementasi teknologi ini di sekolah akan sangat besar.
- Keselarasan dengan Standar Lokal: Implementasi teknologi ini di bidang lokal membutuhkan intervensi manusia.

4.5 TREN TERKINI DAN PERKEMBANGAN BARU

AI dengan AR/VR dalam Pendidikan

Penggunaan AI dalam pendidikan yang dikombinasikan dengan AR dan VR membantu menciptakan pengalaman imersif untuk semua usia, termasuk anak-anak, membuat mereka terlibat tanpa pikiran mereka terganggu. Penggunaan animasi dan kartun yang tepat membantu mereka belajar dan memahami konten dengan lebih baik. Ini juga membantu orang dewasa dengan cara setiap konsep tertanam dalam pikiran ketika subjek yang diajarkan lebih praktis, pengalaman dunia nyata. AR dan VR memungkinkan hal ini. AI dapat digunakan untuk mengelola keterlibatan mata pengguna untuk menentukan jenis konten yang mereka sukai; ini membantu menemukan dan menyampaikan konten yang lebih disukai pengguna. AI menyesuaikan tingkat kesulitan dan menawarkan saran konten berdasarkan deteksi tersebut. Perusahaan seperti VR Education dan Zspace berada di garis depan inovasi ini di mana mahasiswa dapat memvisualisasikan dan merasakan konsep-konsep menarik yang dulunya terasa sulit bagi mereka, seperti laboratorium virtual, menjelajahi peristiwa sejarah, dan memvisualisasikan konsep-konsep kompleks.

Teknologi ini terbukti memiliki dampak signifikan pada perjalanan pembelajaran dan mengembangkan keterampilan praktis, khususnya dalam sains dan teknologi. Seorang mahasiswa kedokteran mendapat kesempatan untuk berlatih operasi dengan teknologi imersif; dengan mengulanginya, AI dapat memastikan bahwa ia dapat dengan mudah melakukan operasi dengan tingkat kepercayaan diri yang baik. Sejarah adalah mata pelajaran yang sulit karena isinya yang luas, tanggal, dan nama-nama orang. Sejarah seringkali hanya dilihat sebagai teks, tanpa merasakan empati atau koneksi yang nyata. Kekurangan ini dapat diatasi melalui AR/VR, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.5. Hal ini membuat pembelajaran lebih menarik dan mempersiapkan mereka untuk penerapan di dunia nyata.



Gambar 4.5 Mekanisme umpan balik VR-AI untuk pembelajaran berbasis keterampilan.

Penggunaan AI Generatif

AI Generatif, seperti Generative Pre-trained Transformer (GPT), adalah pemain utama dalam industri AI karena pengetahuan mendalam yang diperoleh melalui pelatihan bertahun-tahun dalam korpus besar. Ini membantu memberikan respons dan umpan balik yang disesuaikan kepada pengguna dalam bentuk antarmuka obrolan, chatbot, asisten suara, dan banyak lagi. Aplikasi terintegrasi AI seperti Duolingo membuat tugas kompleks belajar bahasa menjadi lebih mudah dan dapat dicapai bagi pemula; Khanmigo dari Khan Academy menawarkan dukungan dalam berbagai mata pelajaran. Selain itu, salah satu manfaat besar adalah aksesibilitas solusi AI 24/7. Ini memungkinkan mahasiswa untuk belajar dengan kecepatan lebih cepat dan membuat keputusan lebih sering, sedangkan dalam pengaturan pendidikan sekolah mahasiswa perlu menunggu untuk mendapatkan respons dari pengajar mereka (lihat Tabel 4.4). Selain itu, banyak peneliti telah membuktikan bahwa mahasiswa yang menggunakan teknologi AI untuk pembelajaran mereka cenderung memiliki peningkatan keterampilan dalam pemecahan masalah dan keterlibatan dengan materi pembelajaran.

Tabel 4.4 Aplikasi, manfaat, dan risiko penggunaan AI generatif

Aplikasi	Manfaat	Risiko
Pembuatan Konten	Hemat waktu, dapat diskalakan	Dapat mengalami halusinasi fakta
Umpan Balik	Langsung, personal	Kesalahpahaman konteks
Bimbingan Belajar AI	Dukungan sesuai permintaan	Ketergantungan berlebihan

Meskipun memiliki banyak manfaat, ada beberapa area di mana AI kurang efektif, seperti kesalahan faktual, salah tafsir, dan ketergantungan yang berlebihan. AI harus digunakan dengan hati-hati untuk mendapatkan hasil terbaik.

AI dalam Pembelajaran Mikro dan Pembelajaran Sepanjang Hayat

Bagi generasi saat ini, tersedia banyak sumber daya, dan semua orang bersaing, meningkatkan pengetahuan mereka dari hari ke hari, tidak seperti zaman dahulu ketika buku adalah sumber pengetahuan utama. AI membantu kita mempelajari konten dan informasi yang dibutuhkan dengan cepat tanpa membuang banyak waktu untuk mencari sumber daya yang lebih baik. *Pembelajaran* mikro adalah teknik di mana, alih-alih menghabiskan banyak waktu dari jadwal kita yang sibuk, kita dapat meminta AI untuk menjelaskan konsep beserta beberapa contoh dengan cara yang lebih singkat. Hal ini membuat konten lebih bermanfaat dan membantu meningkatkan kemampuan retensi pengetahuan kita. Pembelajaran sepanjang hayat adalah proses berkelanjutan dari minat murni seseorang dalam belajar dan meningkatkan pengetahuan serta keterampilan. Platform seperti *Axonify* dan *Grovo* dikenal karena menyediakan pembelajaran yang bermanfaat dalam jangka waktu yang lebih singkat dengan konten berkualitas, dan mereka juga memperbarui konten dan durasi pembelajaran berdasarkan interaksi pengguna. Investigasi terbaru menunjukkan bahwa mahasiswa yang mengikuti pembelajaran mikro dengan bantuan AI dapat meningkatkan retensi pengetahuan mereka hingga 50% dibandingkan dengan metode tradisional.

Tantangan

- Produk dan solusi teknologi canggih memiliki biaya tinggi yang membuat implementasi di dunia nyata menjadi sulit.
- Menghabiskan banyak waktu tanpa bergerak dan membuat mata tegang dapat menyebabkan masalah kesehatan bagi pengguna yang perlu dipertimbangkan.
- Mahasiswa bergantung pada AI, sehingga lebih sulit bagi individu untuk meningkatkan keterampilan mereka sendiri.

4.6 PRAKTIK LAPANGAN DAN HAMBATAN INTEGRASI AI

Inisiatif Global

Implementasi solusi AI secara global, menjadikannya solusi yang layak dan terbaik, merupakan tugas yang besar. Rencana Aksi Pendidikan Digital Uni Eropa (UE) dan inisiatif AI dan Pendidikan oleh Organisasi Pendidikan, Ilmu Pengetahuan, dan Kebudayaan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNESCO) memanfaatkan AI untuk peningkatan pendidikan (lihat Gambar 4.6). Banyak pelajar saat ini sangat menginginkan pengalaman belajar yang diimplementasikan dengan AI, karena AI memiliki peran besar dalam pasar pendidikan global.

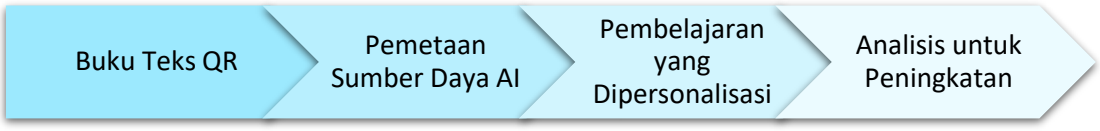
Sebagian besar implementasi skala besar yang dilakukan di bidang pendidikan menyatakan bahwa pendidikan yang terintegrasi dengan AI memiliki peningkatan signifikan dalam sistem mereka. Mereka juga mendokumentasikan kinerja tersebut, menyatakan bahwa peningkatan kinerja mencapai 30% dibandingkan dengan cara pengajaran tradisional. Informasi seperti yang disebutkan di atas, memberikan data signifikan tentang betapa pentingnya penggunaan AI dalam pendidikan. Sementara itu, tindakan Finlandia dalam hal ini mendapat perhatian yang signifikan. Mereka berfokus pada pertimbangan etis implementasi AI dan menyatakan dampak yang dapat diberikan pengajar sungguhan kepada mahasiswa.

Mereka menunjukkan bahwa AI tidak dapat menggantikan pengajar karena pengajar membantu membangun kreativitas dalam pendidikan.

Gambar 4.6 Strategi pendidikan AI global.

Proyek Nasional (DIKSHA)

Inisiatif besar India yang bernama platform DIKSHA benar-benar merupakan terobosan dalam sektor pendidikan. Platform ini membantu lebih dari 35 juta pengguna dengan menyampaikan konten pendidikan secara lancar. Platform ini juga mengintegrasikan AI untuk merekomendasikan materi pembelajaran, memahami bagaimana mahasiswa belajar, memberikan umpan balik tentang area yang perlu ditingkatkan, dan memberikan personalisasi yang disesuaikan untuk setiap mahasiswa. Salah satu tujuan utama DIKSHA adalah untuk menjembatani kesenjangan pendidikan bagi setiap orang secara adil. Ini melibatkan penyediaan konten berkualitas kepada setiap mahasiswa yang membutuhkannya, terlepas dari latar belakang mereka. Inisiatif ini telah membawa peningkatan besar dalam kehidupan banyak mahasiswa di daerah pedesaan, memberikan dampak nyata. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.7, visi utama DIKSHA menyatakan bahwa pendidikan dapat diberikan kepada mahasiswa di daerah pedesaan dan pegunungan melalui aplikasi virtual terintegrasi AI, sehingga sumber daya tersebut tersedia bagi siapa pun dan kapan pun. Metode pembelajaran tradisional tidak memungkinkan di wilayah tersebut. Hal ini akan memastikan bahwa setiap mahasiswa di India mendapatkan akses berkualitas dan terdemokratisasi terhadap konten pendidikan.



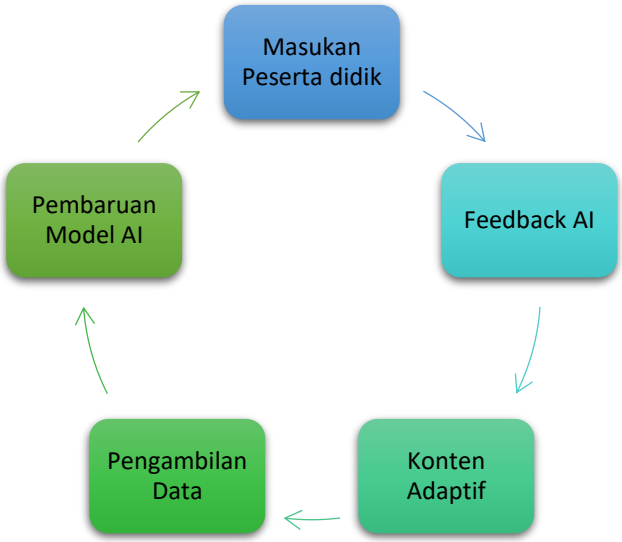
Gambar 4.7 Integrasi AI Diksha.

Startup EdTech yang Menggunakan AI

Munculnya startup seperti EdTech yang berbasis teknologi AI telah menghasilkan ekosistem yang kaya dan beragam untuk solusi pendidikan. Sejumlah besar pemain seperti Century Tech, Cognii, dan Third Space Learning telah menciptakan aplikasi khusus yang berfokus pada isu-isu tertentu dalam pendidikan. Platform pembelajaran berbasis AI seperti

Century Tech menggabungkan ilmu kognitif dan ML untuk membangun jalur pembelajaran yang disesuaikan untuk mahasiswa. Penerapannya di sekolah-sekolah di Inggris telah menunjukkan peningkatan yang signifikan, dengan beberapa sekolah mencatat peningkatan hingga 20% dalam nilai ujian, yang membuktikan kemampuan AI untuk meningkatkan efisiensi pembelajaran dengan mengisi kesenjangan pembelajaran secara real-time. Sistem bimbingan AI dari aplikasi percakapan Cognii menyediakan instruksi penulisan yang disesuaikan dan opsi umpan balik. Seperti yang digambarkan pada Gambar 4.8, dengan menggunakan berbagai algoritma NLP, sistem ini mengpemeriksaan respons mahasiswa dari setiap ujian untuk menawarkan panduan yang tepat sasaran.

Hal ini telah menghasilkan peningkatan keterampilan menulis dan kepuasan mahasiswa secara keseluruhan di pendidikan tinggi. Integrasi analitik perilaku dalam platform pendidikan telah memungkinkan pemahaman yang lebih canggih tentang pola keterlibatan mahasiswa, memungkinkan intervensi proaktif dan strategi dukungan yang dipersonalisasi. Tabel 4.5 menunjukkan bahwa meskipun AI generatif meningkatkan pembuatan konten, umpan balik, dan pendampingan, AI ini juga memiliki risiko terkait seperti ketidakakuratan faktual, salah tafsir, dan ketergantungan berlebihan. Penggunaan yang bijaksana harus dipastikan agar keuntungan dan kerugian ini tetap seimbang.



Gambar 4.8 Siklus inovasi AI EdTech.

Tabel 4.5 Perbandingan inisiatif global, proyek nasional, dan startup EdTech

Kategori	Inisiatif Global	Proyek Nasional	Startup EdTech
Lingkup	Multi-negara	Di seluruh negeri	Segmen pasar sasaran
Pemangku Kepentingan	LSM, pemerintah	Kementerian, pemerintah daerah	Sektor swasta
Manfaat Utama	Berbagi pengetahuan	Akses publik ke alat AI	Inovasi dan kustomisasi

Tantangan Utama	Skala, kesesuaian budaya	Kesenjangan infrastruktur	Monetisasi dan privasi

Tantangan

- Biaya pengembangan yang sangat tinggi dan perangkat keras khusus membuat penerapan teknologi baru dalam pendidikan menjadi sulit.
- Masalah terkait mabuk perjalanan dan ketegangan mata digital harus diatasi.
- Integritas akademik adalah perhatian utama dengan potensi mahasiswa untuk terlalu bergantung pada AI.
- Lembaga harus merancang kebijakan yang akan menyelaraskan nilai AI generatif dengan kebutuhan akan pemikiran kritis.
- Pembelajaran mikro berbasis AI membutuhkan sumber daya dan pengawasan yang ekstensif, dan ini harus dikoordinasikan dengan tujuan pembelajaran.

4.7 TANTANGAN DALAM MENGADOPSI AI DI BIDANG PENDIDIKAN

Menerapkan AI di sektor pendidikan menawarkan banyak manfaat tetapi jelas juga memiliki banyak tantangan. Tantangan tersebut dapat diringkas sebagai tantangan teknologi, etika, infrastruktur, dan pedagogi (lihat Tabel 4.6). Tantangan-tantangan ini harus diatasi agar dapat diterapkan pada AI.

Tabel 4.6 Ringkasan tantangan dalam mengadopsi AI

Kategori	Tantangan Utama
Teknologi	Masalah terkait data, integrasi paket sistem, dan bias dalam program
Pedagogi	Pelatihan yang kurang memadai, terlalu bergantung atau percaya pada AI, silabus tidak sesuai
Infrastruktur	Platform digital, biaya terlalu tinggi, kemampuan pengukuran dan skala
Etika	Risiko privasi masyarakat, kurangnya keterbukaan, tidak mengikuti aturan

Tantangan Teknologi

- *Kualitas dan Ketersediaan Data*: AI membutuhkan sejumlah besar data berkualitas tinggi yang mungkin tidak selalu praktis karena beberapa masalah, terutama di desa atau daerah yang belum berkembang. Kualitas data sangat dibutuhkan saat ini karena banyak pemeriksaan yang salah jika inputnya meragukan.
- *Integrasi Sistem*: Menggabungkan AI dengan pedagogi pendidikan saat ini, terutama dengan Kebijakan Pendidikan Nasional, akan sangat sulit untuk dipatuhi dan seringkali mahal. Integrasi sistem dapat menyebabkan kekecewaan karena bias yang ada.
- *Bias Algoritma*: AI mengikuti beberapa algoritma yang telah ditetapkan yang terkadang dapat salah. Meskipun pemrogramannya sangat teruji, masih ada beberapa kekurangan. Ancaman yang ada adalah algoritma dapat diretas dan menyebabkan implementasi yang buruk.

Tantangan Pedagogis

- *Pelatihan Pengajar*: Pengajar yang mengajar dari tingkat taman kanak-kanak hingga perpengajaran tinggi mungkin belum siap untuk mempelajari teknologi baru, terutama AI, karena ancaman yang dirasakan bahwa teknologi tersebut akan menggantikan mereka dalam waktu dekat.
- *Ketergantungan Berlebihan pada Teknologi*: Ketergantungan berlebihan pada AI pasti akan mengurangi interaksi manusia, yang sangat penting. Akibatnya, mahasiswa tidak akan terkendali. Teknologi mungkin gagal kadang-kadang dan ini harus diterima.
- *Adaptasi Kurikulum*: Kurikulum tradisional yang ada jelas tidak sesuai dengan sistem berbasis AI yang membutuhkan tim yang sangat berdedikasi untuk mengimplementasikannya guna melewati banyak rintangan. Sederhananya, ini seperti menarik gunung dengan tangan, yang mustahil.

Tantangan Infrastruktur

- *Kesenjangan Digital*: Tentu saja tidak mungkin semua lembaga pendidikan memiliki akses untuk mengimplementasikan perangkat keras, konektivitas internet, dan bagian atau perangkat lunak digital lainnya yang dibutuhkan. Banyak lembaga pemerintah masih belum memiliki basis digital.
- *Biaya Implementasi*: Meskipun AI bermanfaat bagi sektor pendidikan, investasi awal untuk implementasinya tidak terjangkau bagi semua institusi, terutama sekolah negeri dan sekolah yang dibantu pemerintah. Biaya merupakan faktor besar bagi banyak pihak.
- *Masalah Skalabilitas*: Paket AI khusus yang dikembangkan untuk beberapa sektor pendidikan tidak akan dapat diskalakan atau disamakan dengan solusi AI lainnya karena sebagian besar merupakan solusi AI yang dibuat khusus.

Kekhawatiran Etika dan Privasi

- *Privasi Data*: Pengumpulan dan penyimpanan data pribadi dan non-pribadi mahasiswa, yang disimpan dalam basis data AI, akan menimbulkan banyak risiko keamanan karena data dapat diretas oleh para ahli tingkat tinggi, dan akan memberikan peluang untuk penyalahgunaan.
- *Transparansi*: Penggunaan AI akan menimbulkan pertanyaan tentang transparansi karena seringkali pekerja tingkat bawah (di sini, para pengajar) tidak dapat memahami keputusan dan kejadian berbasis AI karena keterbatasan pengetahuan mereka.
- *Kesetaraan dan Inklusi*: AI pasti akan memperlebar kesenjangan yang ada antara mahasiswa yang lambat belajar dan mahasiswa yang cepat belajar. Mahasiswa yang lambat belajar akan merasa sangat sulit untuk mengadopsi AI karena pengajar mungkin tidak memiliki cukup kesabaran untuk menjelaskannya secara menyeluruh.

Resistensi terhadap Perubahan

- *Skeptisisme Pemangku Kepentingan*: Semua manusia seperti pengajar, orang tua, dan bahkan mahasiswa akan takut bahwa AI akan menggantikan peluang kerja dalam waktu dekat. Mereka juga merasa bahwa AI akan mengurangi kemampuan belajar.

- *Kesenjangan Kebijakan dan Regulasi*: Implementasi AI di sektor pendidikan kurang memiliki pedoman yang jelas yang akan berdampak buruk pada sektor tersebut. Pengajar, mahasiswa, dan bahkan manajemen akan bingung tentang regulasi mana yang harus diikuti.

4.8 PROSPEK MASA DEPAN DAN ARAH PEMBELAJARAN

Bagian ini merangkum prospek masa depan dan arah pembelajaran dalam penerapan AI di bidang pendidikan, khususnya terkait dengan NEP 2020 India. Masa depan menawarkan prospek yang cerah untuk implementasi AI, terutama di sektor pendidikan.

Prospek Masa Depan AI di Bidang Pendidikan

Tabel 4.7 dengan jelas menggambarkan arah pembelajaran utama dalam implementasi AI di bidang pendidikan, di mana fokusnya harus pada penggunaan yang efektif.

Tabel 4.7 Arah pembelajaran utama

Bidang Studi	**Topik Pembelajaran**
AI Etis dalam Pendidikan	Perlindungan data, keadilan program, pedoman hukum
AI untuk Pengembangan Keterampilan	Bagaimana AI mendukung pendidikan musiman, pembelajaran karir
Alat AI Lintas Bahasa	AI berbasis NLP di berbagai bahasa India
Pemeriksaan Pembelajaran	Big data untuk pemeriksaan AI, berbasis hasil melalui AI
Kolaborasi Manusia-AI	Mempelajari pentingnya AI seperti pengajar atau asisten pengajar
AI dalam Penilaian	Evaluasi otomatis dalam pekerjaan proyek, studi kasus
AI dan Kesetaraan	Mencakup solusi berbasis AI untuk setiap kelompok sosial ekonomi

Pembelajaran Personalisasi dalam Skala Besar

- Menerapkan basis pembelajaran personalisasi akan menawarkan solusi yang disesuaikan dengan kecepatan belajar mahasiswa, minat, bakat, dan keahlian mereka. Hasilnya, pembelajaran mereka akan lebih baik.
- Tutorial AI dan chatbot akan menyediakan bantuan akademik 24/7 dalam berbagai bahasa. Chatbot seperti ChatGPT akan memberikan manfaat positif bagi semua orang.

Sistem Penilaian Cerdas

- Dengan bantuan NLP dan pengenalan gambar, penilaian dan umpan balik mandiri dapat dilakukan. Pembuatan gambar dan pengenalan gambar akan memimpin masa depan, tetapi dalam hal pendidikan, pengenalan gambar akan memimpin masa depan.
- AI akan mengukur pengetahuan akademik dengan pemikiran kritis, kecerdasan emosional, dan kreativitas. Kecerdasan emosional adalah yang terpenting.
- AI untuk Pendidikan Inklusif

- Ada beberapa alat untuk mahasiswa berkebutuhan khusus, seperti pengenalan suara untuk mahasiswa yang membutuhkan dukungan pendengaran, teks-ke-ucapan untuk mahasiswa tunanetra.
- Dengan bantuan alat terjemahan waktu nyata, AI akan membantu mengatasi hambatan bahasa.
- AI pasti akan membantu mereka yang mengalami kendala bahasa.

Sistem Pendukung Pengajar

- Sistem ini membantu pengajar dalam perencanaan silabus, pemantauan dan evaluasi mahasiswa, serta untuk menghasilkan laporan. Pengajar dapat memperoleh banyak manfaat dengan menggunakan AI dan chatbot.
- Melalui analitik prediktif, dimungkinkan untuk memprediksi kemampuan belajar mahasiswa. Analitik prediktif juga merupakan sistem peramalan jangka panjang yang baik di bidang bisnis.

Gamifikasi dan Pembelajaran Imersif

- AR dan VR memainkan peran yang sangat signifikan dalam permainan, yang merupakan pengalaman yang sepenuhnya baru.
- Laboratorium virtual dan simulasi untuk mata pelajaran tingkat dasar hingga perpengajaran tinggi akan membuat mahasiswa menjalani pembelajaran berbasis pengalaman. Pembelajaran akan menyenangkan melalui simulasi.

Arah pembelajaran yang disorot dalam Tabel 4.7 mencerminkan semakin pentingnya AI dalam mentransformasi pendidikan. Penggunaan AI yang etis harus dipastikan melalui perlindungan data yang tepat dan pedoman keadilan. Pengembangan keterampilan dengan AI perlu mendukung kebutuhan pembelajaran yang fleksibel dan sepanjang hayat. Keragaman bahasa dapat diatasi menggunakan alat NLP lintas bahasa. Pemeriksaan berbasis AI diharapkan dapat meningkatkan pelacakan kinerja mahasiswa dan umpan balik. Kolaborasi antara manusia dan AI harus dipupuk untuk hasil pengajaran yang lebih baik. Secara keseluruhan, pembelajaran AI harus bertujuan untuk mempromosikan kesetaraan dan inklusi di semua komunitas pembelajaran.

4.9 PENUTUP

Lingkungan pembelajaran telah direvolusi secara besar-besaran melalui integrasi AI. Perubahan ini menandakan bukan hanya perkembangan teknologi tetapi juga langkah besar menuju ruang pembelajaran yang disesuaikan dan adaptif yang memenuhi kebutuhan setiap mahasiswa. Sepanjang eksplorasi ini, telah ditunjukkan bagaimana platform adaptif memahami pola pembelajaran individu menggunakan ML. Selain itu, hambatan komunikasi sedang diatasi oleh NLP dan interaksi intuitif sedang diaktifkan. Kemungkinan aksesibilitas baru sedang dibuka oleh visi komputer, dan jalur pendidikan sedang dioptimalkan dengan cara yang belum pernah terjadi sebelumnya melalui RL. Relevansi dunia nyata sudah ditunjukkan. Jutaan mahasiswa dijangkau melalui platform DIKSHA India, peningkatan pembelajaran yang terukur dibuktikan oleh sistem bimbingan cerdas, dan bagaimana akses ke pendidikan berkualitas dapat didemokratisasi diilustrasikan oleh proyek-proyek EdTech internasional,

terutama populasi yang kurang terlayani. Namun, hal ini sangat membebani perjalanan revolusi ini. Pertanyaan tentang privasi data, bias algoritma, persyaratan infrastruktur, dan masalah pengembangan profesional pendidik memerlukan pertimbangan etis yang cermat. Kesenjangan digital tetap menjadi perhatian utama—semua pelajar harus diuntungkan oleh AI, bukan hanya mereka yang memiliki hak istimewa untuk mengakses teknologi ini.

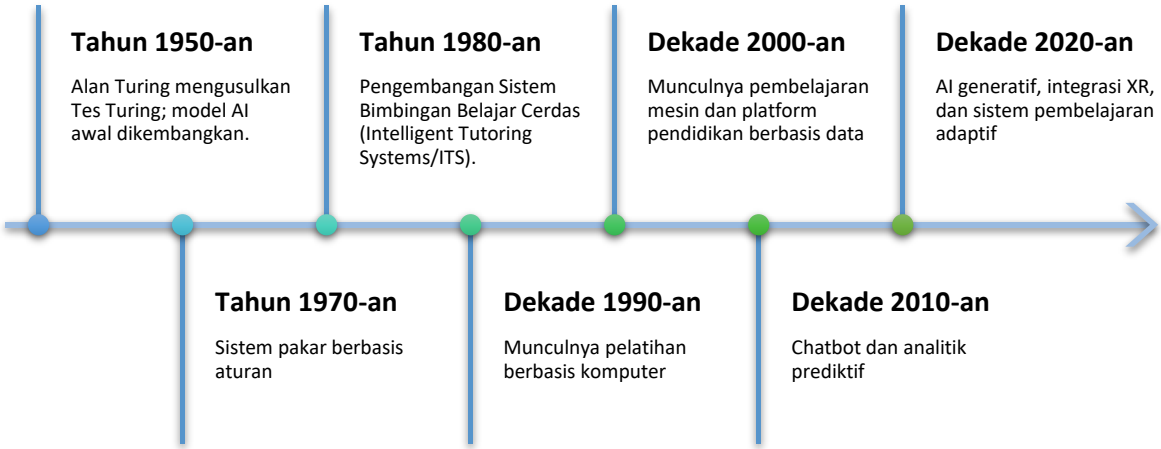
Masa depan yang menjanjikan ditawarkan oleh tren yang muncul seperti AI generatif, pengalaman AR/VR, dan lingkungan pembelajaran mikro. Namun, keberhasilan di masa depan tidak bergantung pada teknologi itu sendiri, tetapi pada implementasi yang bertanggung jawab dan etis yang bertujuan untuk meningkatkan hasil pembelajaran bagi semua pelajar. Pendidik, ahli teknologi, pembuat kebijakan, dan mahasiswa perlu bekerja sama untuk menciptakan masa depan. Dalam visi yang berpusat pada manusia ini, yang tetap dipertahankan sambil merangkul inovasi, potensi AI dapat dimanfaatkan untuk memberikan pendidikan yang efektif, efisien, menarik, inklusif, dan inspiratif bagi mahasiswa di seluruh dunia.

BAB 5
MASA DEPAN APLIKASI AI DALAM PENDIDIKAN

5.1 EKSPLORASI PELUANG, TANTANGAN, DAN MASA DEPAN AI

Kecerdasan buatan (AI) adalah cabang ilmu komputer yang memungkinkan mesin untuk meniru kecerdasan manusia. AI dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi mulai dari deteksi objek hingga keamanan siber, menunjukkan keunggulannya dan membawa transformasi teknologi yang besar. Dalam konteks pendidikan, AI mengacu pada sistem yang mampu melakukan tugas-tugas yang secara tradisional membutuhkan kecerdasan manusia, seperti pemecahan masalah, pemahaman bahasa alami, dan belajar dari pengalaman. Tujuan mengintegrasikan AI ke dalam pendidikan adalah untuk meningkatkan hasil pendidikan. Sektor pendidikan memanfaatkan kemungkinan AI di ruang kelas, serta untuk tujuan administratif. Manfaat pendidikan berbasis AI meliputi pembelajaran personal, sistem bimbingan cerdas (ITS), dan otomatisasi administrasi. Selain itu, pendidikan berbasis AI meningkatkan antusiasme baik pendidik maupun peserta didik, membuat proses pengajaran dan pembelajaran menjadi lebih menarik. Meskipun AI bermanfaat bagi pendidikan dalam banyak hal, AI juga membawa banyak tantangan, seperti masalah etika, pelanggaran privasi, dan kesenjangan antara mereka yang memiliki akses ke teknologi dan mereka yang tidak memilikinya.

Penggunaan AI dalam pendidikan dimulai bertahun-tahun yang lalu. Pembelajaran AI awal berfokus pada penalaran simbolik dan sistem berbasis aturan, dan dimulai pada tahun 1950-an dan 1960-an. Para peneliti mengembangkan sistem pakar pada tahun 1970-an, yang dapat mensimulasikan kemampuan pengambilan keputusan tutor manusia. ITS muncul pada tahun 1980-an dan 1990-an dan telah membawa kemajuan lebih lanjut dalam pembelajaran adaptif. Dengan diperkenalkannya model pembelajaran mesin pada tahun 2000-an, platform pembelajaran personalisasi diperkenalkan. Kemajuan lebih lanjut dalam pembelajaran mesin telah menyaksikan revolusi dalam pendidikan berbasis AI dengan diperkenalkannya chatbot, penilaian otomatis, dan pemeriksaan sentimen menggunakan pemrosesan bahasa alami (NLP) dan pembelajaran mendalam pada tahun 2010-an. Saat ini, AI menghadirkan metode baru untuk menyampaikan dan mengonsumsi pengetahuan dengan diperkenalkannya AI generatif dan antarmuka pembelajaran multimodal. Gambar 5.1 menggambarkan garis waktu tonggak sejarah AI dalam pendidikan.



Gambar 5.1 Garis Waktu Tonggak Sejarah AI dalam Pendidikan (1950-an hingga Sekarang).

Mempelajari ruang lingkup masa depan AI dalam pendidikan sangat penting karena beberapa alasan. Pertama, memahami tren yang muncul membantu pembuat kebijakan dan pendidik untuk memprediksi perubahan dan merancang kurikulum serta program pelatihan yang sesuai. Kedua, meskipun AI menawarkan banyak manfaat, ada potensi risiko dalam mengintegrasikannya ke dalam pendidikan. Privasi data, bias algoritmik, dan membuat pembelajaran kurang manusiawi merupakan kekhawatiran signifikan yang perlu ditangani melalui etika dan aturan. Ketiga, melihat tantangan dan peluang membantu semua orang membayangkan sistem pendidikan yang lebih adil di mana teknologi mendukung pengajar alih-alih menggantikan peran mereka. Bab ini berfokus pada bagaimana AI membentuk masa depan pendidikan. Bab ini berfokus pada penggunaan saat ini, teknologi yang sedang berkembang, peluang di masa depan, dan tantangan etis serta teknis yang harus diatasi untuk penggunaan AI yang efektif dalam pendidikan. Bab ini bertujuan untuk membantu pendidik, pembuat kebijakan, peneliti, dan pengembang teknologi memahami bagaimana AI dapat mengubah pendidikan sambil mempertahankan unsur-unsur manusia yang membuat pembelajaran bermakna dan transformatif. “AI membuat pendidikan lebih inklusif dengan menghadirkan beragam alat pembelajaran kepada jutaan orang di seluruh dunia.”

5.2 AI DALAM PENDIDIKAN SAAT INI: DI MANA KITA SEKARANG?

Lembaga pendidikan mempromosikan proses pengajaran-pembelajaran berbasis AI untuk meningkatkan kualitas kedua proses tersebut. Platform pembelajaran diperkenalkan untuk mengpemeriksaan kinerja mahasiswa secara real-time dan beradaptasi dengan kemampuan mahasiswa dengan menyesuaikan tingkat kesulitan, sehingga memudahkan mahasiswa yang lambat belajar. Sistem ini dapat mengidentifikasi kapan seorang mahasiswa kesulitan dengan konsep tertentu dan menyediakan sumber daya tambahan atau penjelasan alternatif yang spesifik untuk preferensi belajar mereka. ITS telah merevolusi pendidikan dengan menyediakan dukungan 24 jam kepada peserta didik melalui AI percakapan. Mahasiswa dapat mengajukan pertanyaan, yang akan dijawab, dan penjelasan langkah demi

langkah juga akan diberikan untuk masalah yang kompleks. ITS terdiri dari empat model berbeda: domain, mahasiswa, bimbingan, dan antarmuka pengguna. Model domain mencakup keahlian materi pelajaran dan struktur kurikulum yang mendefinisikan apa yang perlu dipelajari mahasiswa. Basis pengetahuan ini menjadi masukan bagi model mahasiswa, yang terus-menerus menilai dan memperbarui pemahaman setiap mahasiswa, melacak kemajuan mereka, dan mengidentifikasi kesenjangan.

Model bimbingan kemudian membangun strategi pengajaran yang paling tepat berdasarkan masukan dari dua model lainnya. Model antarmuka pengguna berfungsi sebagai jembatan antara manusia dan mesin, menciptakan lingkungan interaktif di mana mahasiswa dapat terlibat dengan konten, menerima bimbingan, dan menunjukkan pemahaman mereka. ITS memungkinkan pendidik untuk memberikan umpan balik langsung dan mengadopsi perubahan yang diperlukan sambil memantau setiap individu. Para mahasiswa mendapatkan pengalaman belajar yang dipersonalisasi. Namun, ITS memiliki keterbatasan tertentu seperti biaya pengembangan yang tinggi, kurangnya keterikatan emosional antara mahasiswa dan pendidik, dan ketergantungan yang berlebihan pada sistem, sehingga menyebabkan penurunan interaksi mahasiswa-pendidik. Pembelajaran bahasa menjadi lebih mudah dengan aplikasi bertenaga AI yang memberikan umpan balik pengucapan, koreksi tata bahasa, dan latihan percakapan dengan penutur asli virtual. Alat AI untuk pembelajaran bahasa membuat pembelajaran menjadi mudah dan menarik, khususnya bagi mereka yang mungkin tidak memiliki akses ke mitra bahasa manusia atau pengajaran kelas tradisional.

Alat atau metodologi berbasis AI tidak hanya membuat proses pengajaran-pembelajaran menjadi efisien, tetapi juga sangat menguntungkan di tingkat administrasi. Alih-alih menerapkan metode tradisional untuk menilai mahasiswa, implementasi berbasis AI dapat dilakukan, yang memungkinkan penilaian otomatis. Sistem penilaian seperti itu dapat membantu instruktur untuk menilai mahasiswa sejak awal tahun ajaran, dan juga membantu mereka memberikan instruksi tepat waktu kepada mahasiswa untuk menghindari kegagalan akademik.

5.3 APLIKASI AI SAAT INI DALAM PENDIDIKAN

Kecerdasan buatan memainkan peran yang sangat penting dalam mentransformasi sistem pendidikan tradisional. Beberapa aplikasi AI yang saat ini digunakan di sektor pendidikan dirinci dalam bagian ini. Gambar 5.2 menunjukkan representasi bergambar dari berbagai komponen AI dan aplikasinya di sektor pendidikan.

Sistem Bimbingan Belajar Cerdas (ITS)

Sistem bimbingan belajar cerdas adalah platform bimbingan belajar satu lawan satu yang didukung oleh AI yang memberikan umpan balik dan petunjuk secara real-time kepada peserta didik, mengevaluasi kemajuan mereka, dan menyediakan jalur adaptif. ITS mengpemeriksaan berbagai faktor peserta didik, seperti motivasi, keadaan emosional, proses mental, pengetahuan yang ada, kemampuan individu, dan preferensi belajar, dan beradaptasi secara dinamis dengan kemampuan setiap peserta didik. ITS terus memantau kinerja dan pertumbuhan peserta didik dan menawarkan dukungan yang dipersonalisasi melalui umpan

balik tepat waktu dan bantuan terarah. ITS juga memodifikasi pengalaman belajar dengan memilih latihan dan tugas yang sesuai dengan tingkat dan kemampuan belajar mahasiswa saat ini. ITS dapat mendiagnosis kesalahpahaman, mempersonalisasi instruksi, dan menawarkan dukungan yang lebih mirip bimbingan manusia, yang tidak mungkin dilakukan dengan modul e-learning statis.

Gambar 5.2 Komponen AI dan aplikasinya di sektor pendidikan.

Contoh ITS termasuk MATHia oleh Carnegie Learning dan AutoTutor. Alat ITS MATHia menawarkan bimbingan matematika kepada mahasiswa secara satu lawan satu, dengan fokus pada mahasiswa sekolah menengah pertama dan atas. Alat AutoTutor menghasilkan pembelajaran sesuai permintaan dan menyediakan konten pembelajaran yang disesuaikan untuk AI Tutor. ITS mengpemeriksaan respons peserta didik dan menentukan metode pengajaran terbaik bagi mahasiswa dengan memanfaatkan pembelajaran mesin, penelusuran pengetahuan Bayesian, dan aturan khusus domain. Sistem ini sangat berguna di kelas besar di mana perhatian individual mungkin tidak memungkinkan.

Pembelajaran yang Ditingkatkan Teknologi (TEL)

Pengajaran dan pembelajaran yang efisien dimungkinkan dengan pembelajaran yang ditingkatkan teknologi (TEL). TEL melibatkan penerapan teknologi untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih efektif daripada hanya menggunakan alat digital. TEL memanfaatkan platform web interaktif dan media sosial untuk menciptakan pengalaman seperti augmented reality (AR) dan virtual reality (VR), dan juga mencakup pembelajaran berbasis game. Pendekatan ini sangat disambut baik dalam pendidikan saat ini, di mana model pembelajaran jarak jauh dan hibrida menjadi umum. Dengan TEL, peserta didik mendapatkan kendali yang lebih besar atas kecepatan dan gaya belajar mereka, yang mengarah pada

pembelajaran yang lebih menarik dan hasil yang lebih baik. Namun, penting untuk memastikan bahwa teknologi tersebut mendukung pembelajaran secara berkelanjutan.

Platform Pembelajaran yang Dipersonalisasi

Coursera, Duolingo, Squirrel AI, dll., adalah beberapa platform pembelajaran personalisasi berbasis AI yang menyesuaikan konten pendidikan dengan kecepatan, gaya, dan preferensi belajar setiap peserta didik. Platform-platform ini menggunakan algoritma untuk mengpemeriksaan data pengguna seperti waktu yang dihabiskan untuk tugas, akurasi, dan preferensi belajar, serta menyesuaikan konten yang diberikan kepada setiap pengguna. Squirrel AI di Tiongkok memiliki akses ke basis data mahasiswa terbesar di dunia dan menggunakan poin pengetahuan yang paling detail dan jalur pembelajaran adaptif untuk mengajar mahasiswa dengan akurasi seperti manusia. Duolingo, aplikasi pembelajaran bahasa, menggunakan pembelajaran penguatan untuk menyarankan latihan yang memastikan keterlibatan mahasiswa yang lebih besar dan membantu mereka mengingat apa yang mereka pelajari. Coursera, penyedia pembelajaran daring terbuka besar-besaran (MOOC) Amerika, bekerja sama dengan Univ Stekom dan organisasi lain untuk menawarkan pembelajaran daring, sertifikasi, dan gelar dalam berbagai mata pelajaran. Platform-platform ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi dan efisiensi pembelajaran.

Alat Penilaian dan Evaluasi Otomatis

Penilaian adalah salah satu tugas yang paling memakan waktu bagi pendidik. Sistem AI mampu mengotomatiskan penilaian kuis pilihan ganda, pertanyaan isian singkat, dan jawaban terbuka. Alat seperti Gradescope, ExamSoft, dan Feedback Studio menggunakan pembelajaran mesin dan NLP untuk mengevaluasi tugas mahasiswa dan memberikan umpan balik. Google Forms banyak digunakan dalam dunia akademis untuk penilaian otomatis. Gradescope memberikan mahasiswa pembaruan tepat waktu dan mendalam tentang kinerja mereka. Para pendidik menggunakan sistem ini untuk mengpemeriksaan pertanyaan individual dan tren tugas secara keseluruhan. Gradescope juga menawarkan pengiriman digital, memastikan bahwa karya asli mahasiswa disimpan dan dapat diakses dengan mudah dari lokasi mana pun, sehingga seluruh proses evaluasi menjadi lebih nyaman bagi semua pihak yang terlibat. ExamSoft menyediakan platform penilaian digital offline yang aman, sementara Feedback Studio mendukung peserta didik dalam mengembangkan keterampilan menulis, berpikir kritis, dan pemecahan masalah yang penting. AI dapat digunakan untuk penilaian formatif, membuat mahasiswa menyadari kinerja mereka dan membantu pengajar menyesuaikan pengajaran sesuai kebutuhan. Hal ini mengurangi beban kerja dan juga memberikan evaluasi akademik berkualitas tinggi.

Chatbot untuk Dukungan Mahasiswa

Chatbot bertenaga AI adalah asisten virtual yang memberikan dukungan kepada mahasiswa kapan saja. Mereka dapat menjawab pertanyaan tentang isi pembelajaran, tenggat waktu, pendaftaran, dan tugas administratif lainnya. IBM Watson digunakan di beberapa lembaga pendidikan untuk memungkinkan komunikasi yang lebih lancar antara mahasiswa dan departemen administrasi. Chatbot ini menggunakan NLP untuk memahami dan menanggapi pertanyaan mahasiswa secara real-time, meningkatkan efisiensi dan

responsivitas layanan dukungan mahasiswa. Hal ini sangat bermanfaat di lembaga besar atau lingkungan pembelajaran daring.

Pemeriksaan Prediktif untuk Kinerja Mahasiswa

Pemeriksaan prediktif melibatkan penggunaan AI untuk memprediksi hasil belajar mahasiswa berdasarkan data historis dan real-time. Lembaga menggunakan alat tersebut untuk mengidentifikasi mahasiswa yang berisiko, memprediksi tingkat putus sekolah, dan mempersonalisasi intervensi. Civitas Learning dan Brightspace Insights menawarkan dasbor yang memvisualisasikan kinerja mahasiswa dan memberikan saran tepat waktu untuk mendukung mereka. Sistem ini menggunakan data dari kehadiran, pengumpulan tugas, hasil kuis, dan bahkan pola perilaku di platform pembelajaran. Hasilnya, pendidik dapat mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk mendukung mahasiswa dan mencegah kegagalan akademis mereka.

5.4 TREN DAN INOVASI YANG MUNCUL DALAM AI UNTUK PENDIDIKAN

Aplikasi AI dalam pendidikan meningkat pesat, dan beberapa tren serta teknologi baru membentuk masa depan pengajaran dan pembelajaran. Teknologi berbasis AI membuat pembelajaran lebih personal, interaktif, dan lebih mudah diakses. Dengan diperkenalkannya teknologi berbasis AI, mahasiswa lebih terlibat dalam pembelajaran dan merasa lebih tertarik.

AI Generatif dan Model Bahasa Besar (LLM)

AI generatif adalah teknologi AI yang menciptakan konten baru, seperti teks, gambar, audio, atau bahkan video, berdasarkan data yang telah dipelajarinya. AI generatif mampu menghasilkan konten yang identik atau sangat mirip dengan konten yang dibuat manusia. Model bahasa besar (LLM) adalah salah satu bentuk AI generatif yang paling terkenal. Generative Pre-trained Transformer (GPT), sebuah model LLM, mempelajari pola, struktur, dan detail penting lainnya dari bahasa manusia dengan dilatih dari sejumlah besar teks dari buku, artikel, situs web, dan banyak lagi. GPT menghasilkan teks yang sesuai dengan konteks dengan belajar dari data. Model LLM mampu membuat esai, menjawab pertanyaan, atau meringkas konten. Model ini juga digunakan untuk menerjemahkan bahasa dan mensimulasikan percakapan. AI generatif dan LLM bermanfaat di sektor pendidikan dengan membantu mahasiswa dalam menulis dan melakukan pembelajaran, membuat ringkasan, dan menyediakan materi pembelajaran. Mereka dapat mendukung pengajar dalam perencanaan pelajaran dan pembuatan konten, memungkinkan pembelajaran personal melalui chatbot interaktif dan sistem bimbingan belajar. Claude, DeepSeek, dan ChatGPT adalah contoh AI generatif yang dibangun di atas LLM.

Realitas Virtual (VR) dan Realitas Tertambah (AR) yang Ditingkatkan AI

Realitas tertambah dan VR yang dikombinasikan dengan AI membuat pembelajaran menjadi menyenangkan dan lebih mudah dipahami. Mahasiswa dapat mengalami pelajaran dengan cara yang lebih menarik dengan AR dan VR yang didukung AI daripada hanya membaca dari buku. VR dapat membawa mahasiswa ke dunia yang berbeda di mana mereka dapat memvisualisasikan pelajaran dan belajar dengan lebih baik. Para pelajar juga dapat

menjelajahi tempat atau ide yang sulit dilihat dalam kehidupan nyata. Misalnya, mahasiswa dapat:

- melihat ke dalam tubuh manusia untuk melihat bagaimana organ bekerja;
- mengunjungi landmark bersejarah seperti piramida di Mesir; dan
- mempraktikkan eksperimen sains dengan aman di laboratorium virtual.

Ketika AI ditambahkan, pengalaman menjadi lebih cerdas dengan menyesuaikan pelajaran berdasarkan apa yang dibutuhkan mahasiswa, atau menawarkan kiat selama aktivitas.

Augmented reality menambahkan hal-hal digital ke dunia nyata menggunakan ponsel, tablet, atau kacamata AR. Misalnya:

- Dalam kelas geografi, mahasiswa dapat mengarahkan ponsel mereka ke peta dan melihat gunung muncul dalam 3D.
- Dalam kimia, mereka dapat mengamati bagaimana molekul bergerak dan bereaksi.
- Dalam pembelajaran bahasa, mereka dapat melihat objek yang diberi label dalam berbagai bahasa hanya dengan memindainya.

Kecerdasan buatan membantu alat AR memahami apa yang dilakukan mahasiswa dan membimbing mereka dengan umpan balik atau pertanyaan yang bermanfaat untuk dipikirkan. VR dan AR yang ditingkatkan dengan AI membuat pembelajaran lebih menyenangkan, personal, dan mudah diingat, membantu mahasiswa lebih memahami dan terhubung dengan materi.

Ekosistem Pembelajaran Adaptif

Kecerdasan buatan membantu menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih cerdas yang dikenal sebagai ekosistem pembelajaran adaptif, sistem yang mempelajari tentang pembelajar. Platform ini melacak bagaimana kinerja mahasiswa secara real-time dan menyesuaikan pengalaman belajar berdasarkan kemajuan, kebutuhan, dan pemahaman mereka. Sebagai contoh, sistem pembelajaran dapat mengidentifikasi jika mahasiswa mengalami kesulitan dengan konsep matematika, dan karenanya dapat memperlambat proses pembelajaran. Sistem kemudian dapat memberikan saran untuk latihan tambahan dan juga dapat memberikan penjelasan dengan cara yang lebih sederhana dengan bantuan beberapa video tambahan. Sistem ini juga mampu melewati topik tertentu atau menyajikan soal-soal sulit jika mengidentifikasi bahwa mahasiswa bergerak cepat melalui pelajaran. Ekosistem pembelajaran adaptif menggunakan alat seperti analitik pembelajaran, grafik pengetahuan, dan algoritma AI untuk mengidentifikasi kemajuan pembelajar. Knewton dan Smart Sparrow adalah contoh ekosistem pembelajaran adaptif, di mana mahasiswa menerima saran yang dipersonalisasi daripada rencana pembelajaran yang seragam untuk semua. Ekosistem pembelajaran ini memberikan informasi tentang kemajuan mahasiswa dan mendorong mereka untuk tetap termotivasi dan menyelesaikan tugas belajar mereka. Dengan munculnya ekosistem pembelajaran adaptif, pendidikan menjadi lebih fleksibel, efektif, dan membantu pertumbuhan setiap individu.

AI Emosi dan Pemeriksaan Sentimen

AI Emosi, juga dikenal sebagai komputasi afektif, adalah cabang AI yang dapat mendeteksi dan merespons emosi manusia. AI Emosi mengpemeriksaan emosi manusia dari

ekspresi wajah, nada suara, bahasa tubuh, pilihan kata, dan mencoba memahami apa yang dirasakannya. Sektor pendidikan dapat memanfaatkan teknologi ini untuk menciptakan lingkungan belajar yang sadar emosi. Sistem pendidikan yang sadar emosi seperti itu, di mana sistem bimbingan belajar bertenaga AI mengidentifikasi kapan seorang mahasiswa terlihat frustrasi atau bosan berdasarkan isyarat wajah mereka atau bagaimana mereka berinteraksi dengan konten, dapat membantu membuat pembelajaran lebih menarik. Alat AI, berdasarkan pemeriksaan mereka, dapat merespons dengan menawarkan dorongan, materi yang lebih mudah, atau istirahat singkat. Pemeriksaan sentimen mampu menentukan apakah nadanya positif, negatif, atau netral berdasarkan bahasa tertulis atau lisan. WordNet Affect, SenticNet, dan SentiWordNet adalah contoh alat yang berbasis pemeriksaan sentimen. Pengajar dapat memanfaatkan AI Emosi di ruang kelas virtual dan dapat memodifikasi metode pengajaran sesuai dengan pemahaman waktu nyata tentang bagaimana perasaan mahasiswa. Teknologi ini masih dalam tahap pengembangan, tetapi tentu dapat menawarkan cara baru untuk membuat pendidikan lebih manusiawi, suportif, dan cerdas secara emosional.

AI untuk Pendidikan Inklusif

Kecerdasan buatan membuat pendidikan terbuka untuk semua dengan membantu mahasiswa dari semua kemampuan, latar belakang, dan gaya belajar belajar dengan cara yang paling sesuai untuk mereka. Beberapa tahun yang lalu, pembelajaran bagi mahasiswa penyandang disabilitas tidak praktis. Tetapi sekarang, dengan bantuan alat AI, pembelajaran bukan lagi mimpi bagi mereka. Immersive Reader oleh Microsoft mendukung mahasiswa dengan disleksia atau gangguan penglihatan dengan membacakan teks dengan lantang, memecah suku kata, dan menerjemahkan konten ke berbagai bahasa. Tersedia alat yang dapat mengubah ucapan menjadi teks dan dengan demikian membantu mahasiswa yang kesulitan menulis atau memiliki disabilitas fisik untuk mengekspresikan ide mereka dengan lebih mudah. Google Translate atau subtitle yang didukung AI memungkinkan terjemahan waktu nyata dan membantu penutur non-asli memahami pelajaran dalam bahasa mereka. Teknologi AI dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan materi pembelajaran yang dipersonalisasi berdasarkan kebutuhan kognitif mahasiswa, sehingga setiap individu akan mendapatkan manfaat. Asisten AI dapat tersedia di ruang kelas virtual dan memantau mahasiswa untuk menyarankan cara mendukung mereka yang mungkin membutuhkan bantuan tambahan.

5.5 TANTANGAN DALAM MENERAPKAN AI DI BIDANG PENDIDIKAN

Kecerdasan buatan dalam pendidikan memiliki efek positif dan dampak negatif. Hal ini disertai dengan banyak tantangan. Tantangan-tantangan ini harus diidentifikasi dan diatasi untuk sistem pendidikan berbasis AI yang efisien dan aman.

Kekhawatiran Etika dan Privasi

Mengintegrasikan AI ke dalam pendidikan membuat proses pengajaran-pembelajaran menjadi efisien, tetapi juga menimbulkan kekhawatiran etika dan privasi penting yang tidak boleh diabaikan. Alat AI mengumpulkan informasi dari mahasiswa seperti kebiasaan belajar mereka, nilai ujian, dan respons emosional. Alat-alat tertentu, seperti pengawasan daring, mengumpulkan informasi biometrik untuk memvalidasi identitas mahasiswa sebelum

penilaian daring dimulai. Informasi ini digunakan untuk mempersonalisasi pelajaran bagi setiap mahasiswa. Namun, keamanan data ini tidak terjamin. Informasi sensitif dapat terungkap jika tidak diamankan dengan benar. Pertimbangkan skenario di mana informasi mahasiswa bocor karena perlindungan data yang lemah. Jika mahasiswa tersebut adalah pembelajar yang lemah, kesulitan belajarnya akan terungkap, yang menyebabkan diskriminasi. Bias dalam algoritma AI adalah masalah etika lain yang harus ditangani. Model AI yang dilatih pada data yang mencerminkan ketidaksetaraan sosial yang ada mungkin menyebabkan keberpihakan pada kelompok mahasiswa tertentu dibandingkan yang lain. Misalnya, pertimbangkan model AI untuk sistem penilaian yang mengevaluasi mahasiswa secara berbeda berdasarkan latar belakang budaya atau kemampuan bahasa mereka; atau alat penerimaan berbasis AI, jika dilatih pada data masa lalu yang mewakili mahasiswa dari sekolah tertentu atau latar belakang sosial ekonomi tertentu, mungkin hanya akan mengutamakan pelamar yang serupa.

Hal ini dapat memengaruhi penerimaan mahasiswa berbakat dari komunitas lain. Ini menyebabkan penilaian yang tidak adil, dan kepercayaan pada sistem akan hilang. Sistem AI dalam pendidikan harus transparan, dan mahasiswa serta pendidik harus menyadari bagaimana alat tersebut membuat keputusan. Untuk memastikan bahwa algoritma tersebut transparan, para pengembang harus memeriksa data pelatihan secara menyeluruh untuk mencari bias tersembunyi dan mempertimbangkan semua informasi yang relevan. Berbagai kelompok dapat dilibatkan dalam proses desain, dan alat AI dapat diuji secara rutin untuk memastikan keadilannya. Oleh karena itu, algoritma yang digunakan dalam sistem AI harus adil, sehingga AI mendukung pendidikan bagi para pelajar tanpa adanya ketidaksetaraan. Peraturan Perlindungan Data Umum (GDPR) di Eropa, Undang-Undang Hak dan Privasi Pendidikan Keluarga (FERPA) di AS, dan Undang-Undang Digital India di India adalah beberapa kerangka peraturan untuk melindungi data dan privasi mahasiswa ketika AI digunakan dalam pendidikan. GDPR menetapkan aturan ketat tentang bagaimana data pribadi harus dikumpulkan, disimpan, dan diproses. GDPR juga memberi individu kendali atas informasi mereka. FERPA juga memastikan bahwa mahasiswa dan orang tua memiliki hak atas catatan pendidikan dan membatasi siapa yang dapat mengakses data sensitif ini.

Undang-Undang Digital India menyediakan kerangka kerja untuk mengatasi perlindungan data, transparansi, dan akuntabilitas sambil mengintegrasikan AI dalam pendidikan. Peraturan ini membantu menciptakan kepercayaan dalam menggunakan alat AI di ruang kelas. Namun, banyak negara berkembang kekurangan kebijakan komprehensif seperti itu, yang menciptakan tantangan. Tanpa hukum yang jelas, sekolah dan perusahaan AI mungkin tidak memiliki pedoman untuk menangani data mahasiswa, sehingga meningkatkan risiko penyalahgunaan atau pelanggaran. Sebagai contoh, di beberapa negara, data mahasiswa mungkin dibagikan kepada pihak ketiga tanpa persetujuan yang semestinya, yang dapat membuat mahasiswa rentan. Oleh karena itu, saat menggunakan AI dalam pendidikan, harus dipastikan bahwa privasi pengguna akhir dijaga, model AI tidak bias, dan manusia harus dilibatkan untuk membangun kepercayaan dan melindungi hak-hak mahasiswa.

Kurangnya Infrastruktur dan Kesenjangan Digital

Tantangan utama lainnya dalam menerapkan AI untuk pendidikan, khususnya di daerah pedesaan dan negara berkembang, adalah kurangnya infrastruktur dan kesenjangan digital. Alat AI, tutor virtual, dan ruang kelas pintar sudah sangat mapan dan mentransformasi pendidikan di daerah perkotaan dan wilayah yang terhubung dengan baik. Namun, para pelajar dari komunitas terpencil atau berpenghasilan rendah masih belum mendapatkan manfaatnya. Daerah pedesaan di mana koneksi internet tidak stabil tidak dapat memanfaatkan teknologi AI canggih. Selain itu, jika para pelajar tidak memiliki perangkat pintar pribadi, mereka tidak akan dapat menikmati manfaat platform pembelajaran berbasis AI. Sebagian besar negara berkembang masih kekurangan fasilitas infrastruktur dasar seperti konektivitas broadband atau laboratorium komputer.

Kesenjangan antara mereka yang memiliki fasilitas ini dan mereka yang tidak memilikinya menciptakan pengalaman pendidikan berbasis AI yang tidak setara. Tidak hanya para pelajar yang terpengaruh, tetapi juga para pendidik di daerah yang kurang sumber daya mungkin kurang memiliki pelatihan yang memadai untuk menggunakan alat AI, sehingga mengurangi efektivitas alat-alat tersebut. Sekolah di kota yang terhubung dengan baik memanfaatkan AI untuk melacak kinerja dan kemajuan mahasiswa serta memberikan saran dan langkah-langkah untuk meningkatkan kinerja, sementara sekolah tanpa akses digital mungkin masih bergantung pada metode pengajaran yang ketinggalan zaman.

Tidak hanya diperlukan implementasi alat AI di daerah-daerah berkembang ini, tetapi juga perlu diambil langkah-langkah untuk meningkatkan infrastruktur fisik, konektivitas yang terjangkau, dan literasi digital, sehingga setiap mahasiswa dapat memperoleh manfaat yang sama dari AI dalam pendidikan. Pemerintah dan organisasi non-pemerintah lainnya dapat mengambil langkah-langkah yang tepat untuk memastikan internet dan perangkat keras yang terjangkau di negara mereka. Mereka juga dapat menyelenggarakan program pelatihan pengajar tentang AI dan menyediakan alat AI sumber terbuka dan ringan yang sesuai untuk lingkungan dengan sumber daya terbatas.

Ketidaksesuaian Pedagogis

Ketidaksesuaian pedagogis adalah istilah yang merujuk pada ketidakcocokan antara pendidikan berbasis AI dan metode pengajaran tradisional. Pendidik dan peserta didik mungkin lebih menyukai cara pengajaran-pembelajaran yang berbeda, tetapi alat AI mungkin menyediakan metode penilaian atau penyampaian konten, atau rencana studi yang berbeda. Sebagai contoh, saat menilai kinerja mahasiswa, platform AI mungkin memberikan tes yang sangat sulit, sementara pengajar mungkin lebih menyukai pemikiran kreatif, kolaborasi, atau pembelajaran sosial-emosional. Dalam kasus seperti itu, fokus alat AI hanya akan pada hasil yang terukur seperti nilai tes, sedangkan hasil yang sangat dibutuhkan seperti pemikiran kritis atau rasa ingin tahu tetap tidak dievaluasi. Hal ini juga dapat mempersempit pengalaman belajar mahasiswa. Ia mungkin hanya dilatih untuk melakukan tugas-tugas tertentu dan tidak akan memahami apa sebenarnya inti dari mata pelajaran tersebut. Di atas semua itu, jika alat AI diimplementasikan tanpa masukan dari pendidik, alat tersebut dapat mengganggu dinamika kelas, membingungkan mahasiswa, atau bahkan melemahkan peran pengajar. Untuk

menghindari ketidaksesuaian pedagogis, AI harus diintegrasikan dalam pendidikan hanya sebagai alat pendukung dan bukan sebagai pengganti proses pengajaran-pembelajaran tradisional.

Resistensi Pengajar dan Mahasiswa

Meskipun pendidikan berbasis AI menunjukkan transformasi dalam pendidikan, dampaknya tidak akan terwujud kecuali peserta didik dan pendidik siap untuk memanfaatkannya. Pendidikan berbasis AI mengancam banyak pengajar karena mereka takut suatu hari nanti akan digantikan atau otoritas mereka di kelas akan berkurang. Pengajar berbasis AI telah menjadi pemandangan umum di sebagian besar lembaga pendidikan saat ini. Selain itu, jika penilaian berbasis AI berbeda dari penilaian pengajar, hal itu dapat menimbulkan stres. Pengajar mungkin juga menolak mengadopsi AI karena mereka tidak terlatih dengan baik dalam menggunakan alat-alat ini, atau mereka tidak dikonsultasikan saat menerapkannya.

Mahasiswa mungkin juga merasa tidak nyaman menggunakan alat AI jika pembelajaran lebih didorong oleh data. Pengawasan ujian daring berbasis AI telah menjadi hal umum di lembaga pendidikan, tetapi mahasiswa mungkin kesulitan berkonsentrasi pada ujian dengan peringatan yang tidak perlu yang diberikan oleh perangkat lunak. Beberapa mahasiswa mungkin kesulitan untuk terlibat dengan alat AI ketika mereka menemukan bahwa alat-alat ini tidak beradaptasi dengan baik dengan gaya belajar atau konteks budaya mereka. Baik itu mahasiswa maupun pengajar, penolakan terhadap penggunaan alat AI dalam pendidikan muncul dari kurangnya kepercayaan, kesadaran, atau keterlibatan dalam desain dan implementasi teknologi ini. Untuk mengatasi hal ini, sekolah dan pembuat kebijakan harus melibatkan pengajar dan mahasiswa sejak awal implementasinya. Pengajar harus diberikan pelatihan yang tepat. Selain itu, umpan balik yang tepat waktu harus diterima, dan harus dipastikan bahwa AI hanya berfungsi sebagai alat pendukung. Membangun kepercayaan ini sangat penting untuk menciptakan lingkungan pendidikan di mana AI benar-benar dapat meningkatkan pembelajaran.

Biaya dan Keberlanjutan

Pendidikan berbasis kecerdasan buatan membutuhkan investasi besar dalam hal pembelian perangkat lunak, penyebaran perangkat keras, pelatihan pengajar, pemeliharaan infrastruktur, pembaruan dan pemeliharaan sistem secara berkala, dan lain sebagainya. Untuk membangun platform pembelajaran personalisasi berbasis AI, mungkin diperlukan server berkinerja tinggi, konektivitas internet yang andal, dan dukungan teknis berkelanjutan. Banyak sekolah, terutama di daerah pedesaan atau berkembang, mungkin tidak memiliki dana yang cukup untuk memenuhi persyaratan ini. Banyak alat AI beroperasi dengan model berlangganan, dan oleh karena itu, akses jangka panjang ke alat-alat ini akan bergantung pada kemampuan finansial lembaga tersebut.

Keberlanjutan melibatkan pertanyaan apakah teknologi ini dapat berkembang sesuai dengan kebutuhan pendidikan dari waktu ke waktu. Ketika kurikulum diperbarui atau praktik pengajaran diubah, sistem AI mungkin menjadi usang atau tidak kompatibel. Jika alat-alat ini tidak diperbarui atau dipelihara secara teratur, kinerjanya dapat menurun atau gagal

mencerminkan standar pedagogis terbaru. Untuk memastikan efektivitas biaya dan keberlanjutan, sistem pendidikan harus mengadopsi solusi AI yang adaptif dan memprioritaskan kemitraan yang mendukung tujuan jangka panjang. Tantangan dalam mengimplementasikan AI di bidang pendidikan dan strategi untuk mengatasinya dirangkum dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Matriks tantangan dalam mengimplementasikan AI di bidang pendidikan

Kategori	Contoh Tantangan	Pihak-pihak yang Terdampak	Strategi Mitigasi
Etika dan Privasi	Penyalahgunaan data biometrik	Mahasiswa, orang tua	Kebijakan data yang sesuai dengan GDPR
Bias dan Keadilan	Prediksi diskriminatif	Kelompok mahasiswa yang terpinggirkan	Audit algoritma dan kumpulan data yang beragam
Infrastruktur	Konektivitas internet yang buruk	Sekolah-sekolah di daerah pedesaan	Rencana infrastruktur digital pemerintah
Pedagogi	Ketidaksesuaian AI dengan kurikulum	Pengajar, mahasiswa	Kerangka kerja desain bersama
Resistensi Pemangku Kepentingan	Ketidakamanan pekerjaan di kalangan pengajar	Pendidik	Pelatihan dan jaminan
Biaya	Biaya lisensi yang tinggi untuk platform AI	Administrasi sekolah	Solusi sumber terbuka, Kemitraan Publik-Swasta (PPP)

5.6 RUANG LINGKUP DAN PELUANG MASA DEPAN AI DI BIDANG PENDIDIKAN

Dengan perkembangan teknologi AI, sektor pendidikan memanfaatkannya untuk meningkatkan proses pengajaran-pembelajaran. AI digunakan di lembaga pendidikan untuk mengotomatisasi tugas administratif, mempersonalisasi pembelajaran, serta menciptakan sistem cerdas yang mampu mendukung pembelajaran sepanjang hayat bagi individu. Bagian ini menyajikan diskusi singkat tentang berbagai peluang yang dapat diberikan AI bagi peserta didik, pendidik, dan lembaga di tahun-tahun mendatang.

Jalur Pembelajaran Sepanjang Hayat yang Dipersonalisasi

Jalur pembelajaran sepanjang hayat yang dipersonalisasi berarti berbagai cara AI dapat digunakan untuk mendukung pendidikan sepanjang hidup seseorang, tidak hanya di ruang kelas tradisional. Alat AI mengpemeriksaan peserta didik berdasarkan kekuatan, kelemahan, minat, dan kecepatan belajar mereka, serta menciptakan pengalaman belajar yang disesuaikan. Misalnya, alat AI dapat dirancang sedemikian rupa sehingga mampu mengidentifikasi bahwa seorang mahasiswa unggul dalam matematika tetapi kesulitan dalam pemahaman bacaan. Alat tersebut kemudian dapat merekomendasikan sumber daya khusus kepada peserta didik, atau dapat menyesuaikan tingkat kesulitan sehingga peserta didik dapat belajar dengan kecepatan mereka sendiri.

Sistem dapat beradaptasi dengan kemampuan peserta didik, dan seiring pertumbuhan peserta didik, sistem dapat merekomendasikan pembelajaran berdasarkan tujuan karir, tren industri, atau minat pribadi mereka. Platform adaptif seperti itu sangat penting di dunia yang berubah dengan cepat ini di mana individu dapat meningkatkan diri untuk tetap relevan di bidang mereka. Dengan bantuan jalur pembelajaran yang dipersonalisasi, pendidikan menjadi lebih fleksibel, menarik, dan terbuka untuk semua. Harus dipastikan bahwa sistem AI ini dapat diakses oleh semua orang, tanpa memandang latar belakang sosial ekonomi, karena hal ini penting untuk mencegah ketidaksetaraan pendidikan.

Pembelajaran seumur hidup yang dipersonalisasi dapat memberdayakan individu di setiap tahap kehidupan, tetapi hanya dengan infrastruktur yang tepat dan desain etis yang benar. Hal ini dapat mengubah pendidikan menjadi perjalanan yang berkelanjutan dan mandiri bagi setiap individu. Perkembangan seperti pelatih berbasis AI dan sistem pendidikan modular merupakan arah masa depan dalam hal pembelajaran seumur hidup yang dipersonalisasi. Pelatih Pembelajaran berbasis AI harus mampu melacak perkembangan peserta didik dari sekolah hingga karier, sehingga dapat merekomendasikan pembelajaran, pengalaman, dan mikro-kredensial tepat waktu. Sistem pendidikan modular harus dikembangkan di mana AI membantu peserta didik membangun kurikulum mereka sendiri dengan memilih unit pembelajaran di berbagai institusi, platform, dan format.

Sistem Pendidikan Cerdas dan Otonom

Sistem pendidikan cerdas dan otonom mengacu pada platform berbasis AI yang dapat secara mandiri mengelola, beradaptasi, dan memberikan pengalaman belajar dengan keterlibatan manusia minimal. Sistem Pembelajaran Cerdas (ITS) dapat memantau kinerja mahasiswa, mengidentifikasi area kesulitan, dan langsung menyesuaikan konten atau strategi pengajaran, seperti halnya tutor manusia. Sistem otonom digunakan dalam proses administratif seperti penjadwalan, penilaian, dan pelacakan keterlibatan mahasiswa. Dengan demikian, pendidik dapat lebih fokus pada bimbingan dan kreativitas dengan bantuan sistem otonom tersebut. Chatbot AI digunakan di ruang kelas virtual yang dapat menjawab pertanyaan mahasiswa, memberikan dukungan langsung, dan mengurangi waktu tunggu. Terdapat sistem yang memanfaatkan AR dan VR untuk mensimulasikan lingkungan kelas, sehingga memberikan pengalaman belajar langsung. Teknologi ini menjanjikan efisiensi dan personalisasi, tetapi pada saat yang sama menimbulkan tantangan dalam hal privasi data, interaksi manusia, dan ketergantungan yang berlebihan pada mesin. Untuk memastikan bahwa teknologi ini hanya membantu pendidik dan tidak menggantikan mereka, pengambilan keputusan AI yang dipandu manusia sangat penting.

Sistem AI harus dirancang sedemikian rupa sehingga mengikuti prinsip-prinsip etika dan sistem tersebut transparan, tidak bias, dan mencakup semua kelas pembelajar. Alat AI dapat berubah dari alat bantu sederhana menjadi agen otonom. Agen-agen ini mampu mengelola lingkungan pembelajaran tanpa pengawasan manusia. Sistem AI yang mampu mengelola jadwal, alokasi sumber daya, dan membuat pengelompokan mahasiswa berdasarkan data waktu nyata dapat dirancang. Sistem otonom semacam itu dapat secara efektif meningkatkan kualitas pendidikan.

AI untuk Kesetaraan Pendidikan Global

Kecerdasan buatan untuk kesetaraan pendidikan global mengurangi kesenjangan pembelajaran antara berbagai wilayah, kelompok pendapatan, dan kemampuan belajar. Mahasiswa dari berbagai belahan dunia, terutama di daerah pedesaan, menghadapi tantangan seperti kurangnya pengajar terlatih, materi yang ketinggalan zaman, dan akses terbatas terhadap pendidikan berkualitas. Alat AI dapat dimanfaatkan di wilayah ini untuk mengatasi kesenjangan tersebut. Alat AI dapat memberikan pelajaran yang dipersonalisasi dalam berbagai bahasa, memungkinkan anak-anak di desa terpencil untuk belajar sendiri, bahkan tanpa pengawasan pengajar yang terus-menerus.

Untuk mendukung mahasiswa penyandang disabilitas, alat seperti konversi ucapan ke teks dan teks ke ucapan diperkenalkan. Alat AI juga diperkenalkan untuk mengpemeriksaan kinerja mahasiswa, mengidentifikasi mahasiswa yang berisiko putus sekolah, dan memberikan dukungan tepat waktu kepada mereka. Alat-alat ini juga dapat memberikan gambaran kepada pendidik tentang apa yang harus mereka lakukan untuk mendukung mahasiswa-mahasiswa ini. Dengan infrastruktur yang memadai, AI dapat mendorong kesetaraan pendidikan dan mendukung sistem pendidikan inklusif. Platform pembelajaran multibahasa yang menggunakan terjemahan waktu nyata dan sintesis ucapan, tutor AI untuk wilayah dengan sumber daya terbatas, menggunakan model offline yang beradaptasi dengan kurikulum dan bahasa lokal, inovasi aksesibilitas seperti penerjemah bahasa isyarat AI atau tutor yang peka emosi untuk pembelajar neurodiversitas adalah beberapa peluang yang memastikan AI untuk pendidikan global. Ketika dikombinasikan dengan sumber daya pendidikan terbuka dan perangkat berbiaya rendah, AI dapat membantu mencapai tujuan UNESCO "pendidikan untuk semua".

Integrasi dengan Desain Berpusat pada Manusia

Ketika alat AI dikembangkan dan diterapkan dalam sistem pendidikan, harus dipastikan bahwa alat tersebut berpusat pada manusia untuk melayani kebutuhan peserta didik dan pendidik. Intervensi manusia dalam pengembangan sistem AI berfokus pada empati, inklusi, dan kegunaan di dunia nyata, memprioritaskan manusia daripada proses. Sistem AI yang dikembangkan dengan masukan dari pengajar, mahasiswa, dan orang tua kemungkinan besar akan efektif dan diterima di ruang kelas. Misalnya, alih-alih merancang aplikasi pembelajaran yang seragam untuk semua, pengembang dapat bekerja sama dengan pendidik untuk menciptakan antarmuka yang mengakomodasi berbagai gaya belajar, konteks budaya, dan kelompok usia. Pendekatan yang berpusat pada manusia memastikan bahwa AI mendukung, bukan menggantikan, peran pengajar dan juga beradaptasi dengan kebutuhan manusia daripada memaksa manusia untuk beradaptasi dengan alat tersebut.

Inovasi Potensial:

- Sistem pengajaran bersama, di mana AI bermitra dengan pengajar untuk merencanakan pelajaran bersama, memantau keterlibatan kelas, dan menyarankan intervensi.

- Kecerdasan emosional dalam AI, yang memungkinkannya untuk mendeteksi dan menanggapi emosi mahasiswa, menawarkan dorongan, atau memberi sinyal ketika perhatian pengajar dibutuhkan.

Lingkungan Pembelajaran Lintas Disiplin dan Antarbudaya

Kecerdasan buatan dapat secara signifikan meningkatkan lingkungan pembelajaran lintas disiplin dan antarbudaya. Lingkungan pembelajaran antarbudaya mengembangkan pemikiran kritis di antara mahasiswa, meningkatkan kreativitas mereka, dan membawa kesadaran global dengan menggabungkan pengetahuan dari berbagai bidang akademik dan perspektif budaya.

AI mendukung lingkungan pembelajaran ini dengan menghubungkan peserta didik dengan beragam sumber daya dan mentor dari seluruh dunia. Ruang kelas virtual yang didukung AI dapat memfasilitasi kolaborasi waktu nyata antar mahasiswa di berbagai negara, sehingga tercipta pemahaman antarbudaya dan menghilangkan hambatan geografis dan bahasa. AI juga dapat membantu merancang kurikulum yang mengintegrasikan berbagai sudut pandang disiplin ilmu dan budaya, seperti keberlanjutan atau keadilan sosial. Namun, sistem AI harus dirancang dengan mempertimbangkan konteks budaya untuk mendukung pembelajaran lintas disiplin dan antarbudaya. Dengan desain yang tepat, AI dapat memberikan beragam pengalaman belajar yang mempersiapkan mahasiswa untuk berkembang di dunia yang kompleks dan multikultural.

Pembelajaran Pendidikan dan Evolusi Kurikulum Secara Real-time

Alat AI mempercepat proses pengembangan kurikulum tradisional dengan beradaptasi dengan kebutuhan yang berubah. Informasi mengenai kinerja mahasiswa, teknologi terkini, keterampilan yang dibutuhkan untuk pekerjaan yang tersedia di pasar, dan lain-lain, akan dikumpulkan, dan alat AI akan dimodelkan berdasarkan data ini. Alat tersebut kemudian dapat mengembangkan kurikulum dalam waktu yang lebih cepat yang memenuhi tuntutan dunia saat ini. Para peneliti juga memanfaatkan alat AI dalam melakukan studi skala besar secara lebih efisien.

AI dalam Pendidikan Kejuruan dan Berbasis Keterampilan

Pembelajaran kejuruan seperti pertukangan, pekerjaan listrik, dan perawatan kesehatan dapat mengintegrasikan AI untuk memberikan pengalaman dunia nyata yang lebih baik kepada para pelajar. Alih-alih berinvestasi pada instrumen yang mahal, emulasi berbasis AI dapat dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang topik yang dipelajari. Misalnya, seorang mahasiswa yang belajar tentang perbaikan otomotif dapat menggunakan simulasi virtual untuk memahami diagnostik dan perbaikan. Alat AI membantu pekerja meningkatkan diri dengan terus memperbarui keterampilan yang dibutuhkan di pasar kerja saat ini. Aplikasi seluler berbasis AI dan laboratorium virtual tersedia, memungkinkan pilihan pembelajaran bagi pelajar di daerah terpencil. Peluang-peluang yang disebutkan di atas menjanjikan, tetapi tidak dapat diwujudkan tanpa:

- kerangka kerja etika yang kuat yang mengatur penggunaan data dan keputusan algoritmik;
- investasi dalam infrastruktur dan peningkatan kapasitas pengajar;

- desain inklusif yang melibatkan semua pemangku kepentingan, termasuk mahasiswa, orang tua, dan kelompok yang terpinggirkan;
- kerja sama global untuk berbagi inovasi dan praktik terbaik AI, terutama dengan negara-negara berkembang.

5.7 REKOMENDASI KEBIJAKAN DAN PETA JALAN STRATEGIS

Kecerdasan buatan harus diintegrasikan dengan pendidikan hanya dengan dukungan kebijakan yang kuat dan inisiatif strategis. Bagian ini memperkenalkan rekomendasi kebijakan dan mengusulkan panduan bagi pemerintah, lembaga pendidikan, pengembang teknologi, dan pemangku kepentingan lainnya dalam membangun sistem pendidikan berbasis AI yang etis, inklusif, dan efektif.

Menetapkan Pedoman Etika untuk Pendidikan Berbasis AI

Kebutuhan utama dalam integrasi AI-pendidikan adalah transparansi, akuntabilitas, dan praktik yang adil. Oleh karena itu, kebijakan pendidikan harus memastikan:

- Transparansi: Dokumentasi yang jelas tentang bagaimana algoritma AI mengambil keputusan.
- Kemampuan menjelaskan: Alat harus mampu membenarkan outputnya kepada pendidik, mahasiswa, dan orang tua.
- Mitigasi Bias: Sistem harus diaudit secara berkala untuk mendeteksi dan memperbaiki bias yang terkait dengan ras, jenis kelamin, atau latar belakang sosial ekonomi.
- Perlindungan Data: Kepatuhan yang ketat terhadap hukum privasi data global dan lokal (misalnya, GDPR, FERPA) untuk melindungi informasi mahasiswa.

Tindakan Kebijakan: Komite etik nasional dan kerangka kerja peraturan harus dibentuk oleh pemerintah khusus untuk pendidikan, dengan mempertimbangkan model yang ada seperti dokumen ini Rekomendasi UNESCO tentang Etika AI dapat diakses dari perpustakaan digital UNESCO (UNESDOC).

Mendorong Kemitraan Publik-Swasta (PPP)

Pengembangan dan implementasi teknologi AI pada sistem pendidikan membutuhkan kolaborasi antara pemerintah, lembaga pendidikan, sektor swasta, dan perusahaan rintisan. Pemerintah harus memperkenalkan peraturan untuk melindungi hak-hak peserta didik dan juga menyediakan dana yang memadai untuk mewujudkan pendidikan berbasis AI. Lembaga pendidikan harus menerapkan kurikulum adaptif, dan dukungan dari sektor swasta dan perusahaan rintisan sangat penting untuk memperoleh infrastruktur yang memadai dan memperkenalkan inovasi. Model PPP dapat memfasilitasi:

- pengembangan bersama alat AI yang disesuaikan dengan kebutuhan lokal;
- inisiatif berbagi kumpulan data dan pembandingan; dan
- program pelatihan pengajar bersama.

Tindakan Kebijakan: Perkenalkan insentif bagi perusahaan teknologi pendidikan untuk berkolaborasi dengan sekolah negeri dan lembaga pedesaan, memastikan akses yang adil dan solusi yang sesuai dengan konteks.

Mengembangkan Kerangka Kesiapan AI Nasional untuk Pendidikan

Negara-negara harus mengadopsi model penilaian kesiapan AI yang komprehensif yang disesuaikan untuk sektor pendidikan. Ini termasuk mengevaluasi ketersediaan infrastruktur digital, seperti internet atau perangkat lain, kemampuan adaptasi terhadap kurikulum, literasi digital pendidik, dan ketersediaan data. Tindakan Kebijakan: Kementerian pendidikan harus membuat rencana aksi nasional untuk AI dalam pendidikan yang selaras dengan tujuan transformasi digital yang lebih luas, didukung oleh pemantauan kemajuan secara berkala.

Berinvestasi dalam Pelatihan dan Pengembangan Profesional Dosen

Dosen adalah kunci keberhasilan integrasi AI. Namun, banyak yang kurang memiliki pelatihan untuk menggunakan atau mengkritik alat AI secara efektif. Para pembuat kebijakan harus memberikan arahan untuk pelatihan pra-jabatan dan dalam jabatan tentang dasar-dasar AI dan aplikasinya di kelas serta etika yang mengatur pendidikan berbasis AI. Pembelajaran pengembangan profesional yang menggabungkan AI, seperti pembelajaran campuran dan kelas terbalik, harus diberikan kepada para pendidik. Para pendidik juga harus diberikan akses ke komunitas pembelajaran sebaya dan perangkat pendidikan AI.

Tindakan Kebijakan: Alokasikan dana untuk beamahasiswa dosen, pusat inovasi, dan kolaborasi dengan Univ Stekom untuk mendukung integrasi pembelajaran-praktik.

Mendorong Desain AI yang Inklusif dan Mudah Diakses

Solusi AI harus melayani semua pelajar, termasuk mereka yang memiliki disabilitas, dari beragam latar belakang bahasa dan budaya, dan komunitas yang kurang mampu.

Tindakan Kebijakan:

- Mewajibkan prinsip desain universal dalam semua alat pendidikan berbasis AI
- Memberikan subsidi atau insentif untuk alat yang dikembangkan dalam bahasa lokal atau untuk kebutuhan pendidikan khusus
- Melibatkan mahasiswa, orang tua, dan kelompok marginal dalam lokakarya desain bersama selama pengembangan sistem AI

Mempromosikan Standar Terbuka dan Interoperabilitas

Untuk menghindari ketergantungan pada vendor dan menjaga agar sistem data tetap terhubung, AI dalam pendidikan harus mengikuti standar terbuka dan kerangka kerja interoperabilitas. Manfaat dari kerangka kerja tersebut adalah:

- integrasi alat AI yang mulus di berbagai platform Sistem Manajemen Pembelajaran (LMS), Sistem Manajemen Konten (CMS), dan Sistem Informasi Mahasiswa (SIS).
- Mempermudah penskalaan dan replikasi solusi yang sukses
- Meningkatkan berbagi data untuk pembelajaran dan pengambilan keputusan kebijakan
- Tindakan Kebijakan: Mendorong pengembangan sumber terbuka dan mewajibkan kepatuhan interoperabilitas dalam pedoman pengadaan teknologi pendidikan.

Membuat Sandbox AI dan Zona Inovasi

Untuk bereksperimen dengan aman dengan aplikasi AI mutakhir, pemerintah dan lembaga harus menetapkan "sandbox AI", lingkungan yang diatur untuk menguji alat baru

tanpa implikasi kebijakan jangka panjang. Beberapa contohnya termasuk implementasi proyek percontohan untuk penilaian formatif berbasis AI di suatu distrik atau memanfaatkan AI Emosi dalam lingkungan pembelajaran hibrida. Memberikan pengecualian peraturan sementara untuk zona inovasi yang disetujui, bersama dengan pemantauan berkelanjutan dan dewan peninjau etika.

Menerapkan Mekanisme Evaluasi dan Umpan Balik Berkelanjutan

Kecerdasan buatan dalam pendidikan harus berkembang dengan umpan balik pemangku kepentingan dan berdasarkan bukti dunia nyata. Oleh karena itu, perlu untuk menetapkan:

- Kerangka kerja evaluasi dampak yang melacak hasil pembelajaran, kepuasan pengguna, dan implikasi kesetaraan;
- Observatorium pendidikan AI untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menyebarluaskan praktik terbaik secara global;
- Sistem peringatan dini untuk konsekuensi yang tidak diinginkan, seperti kesenjangan pembelajaran atau ketidakaktifan.
- Tindakan Kebijakan: Membangun umpan balik reguler di antara pendidik, peserta didik, ahli teknologi, dan pembuat kebijakan.

5.8 MENATAP MASA DEPAN PENDIDIKAN BERBASIS KECERDASAN BUATAN

Kecerdasan buatan telah berkembang selama bertahun-tahun dan menemukan aplikasi di hampir setiap bidang, baik itu hiburan, medis, atau pendidikan. AI, ketika diintegrasikan dengan pendidikan, mampu meningkatkan hasil pembelajaran, mempersonalisasi pengajaran, dan membawa efek transformatif. Berbagai aplikasi AI dalam pendidikan meliputi ITS hingga platform pembelajaran yang peka terhadap emosi. AR dan VR dapat diintegrasikan dengan AI untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan seperti dunia nyata.

Namun, pendidikan berbasis AI juga menimbulkan berbagai tantangan kompleks. Privasi data, bias algoritma, dan transparansi adalah masalah yang harus diatasi untuk pendidikan berbasis AI yang efisien. Kebijakan yang kuat dan prinsip-prinsip desain etis harus dikembangkan untuk mengatasi tantangan-tantangan ini. Selain itu, pendidikan berbasis AI harus terbuka untuk semua, terlepas dari apakah peserta didik atau pendidik berasal dari wilayah yang memiliki konektivitas yang baik atau wilayah yang kurang sumber daya, untuk memastikan kesetaraan dalam pendidikan. Kurangnya infrastruktur, pelatihan dosen yang tidak memadai, dan kurangnya praktik standar juga memengaruhi integrasi AI yang efisien ke dalam pendidikan.

Kecerdasan buatan adalah teknologi yang ampuh, dan dapat memungkinkan sistem pendidikan yang berkelanjutan dan adil dengan kebijakan dan standar yang tepat. Semua pemangku kepentingan harus bekerja sama untuk memastikan bahwa alat AI tidak hanya inovatif tetapi juga berpusat pada manusia dan bertanggung jawab. Teknologi saja tidak dapat membentuk masa depan pendidikan, hal itu sangat bergantung pada bagaimana teknologi tersebut diterapkan. AI mampu membuat pengetahuan dapat diakses oleh semua,

memberdayakan pendidik, dan menginspirasi generasi baru pembelajar seumur hidup. Pilihan yang kita buat hari ini akan membantu membangun pendidikan untuk masa depan.

BAB 6
KECERDASAN BUATAN DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF

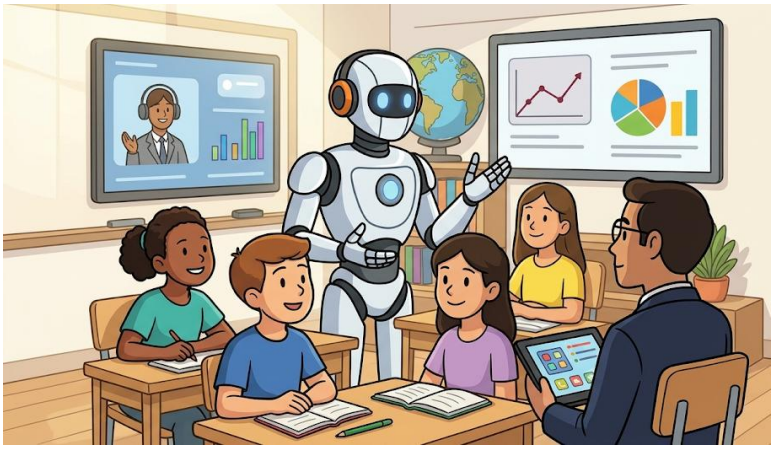
6.1 PENGANTAR AI DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF

Mahasiswa yang terlibat dalam kelompok kolaboratif yang bertukar ide, memecahkan masalah, dan membangun pengetahuan bersama telah lama menjadi inti dari pembelajaran kolaboratif. Saat ini, berkat sesuatu yang disebut kecerdasan buatan (AI), proses ini bahkan lebih individual dan canggih daripada sebelumnya. AI dalam pembelajaran kolaboratif bertindak sebagai mediator tak terlihat yang memelihara beragam kelompok dengan mengenali perbedaan pembelajaran antara pembelajar visual, auditori, dan kinestetik, serta perbedaan kemampuan kognitif, tingkat motivasi, dan pengetahuan subjek sebelumnya. AI juga dapat menilai tingkat keterlibatan, merekomendasikan materi yang sesuai, dan bahkan memberi tahu instruktur ketika seseorang berpotensi tidak terlibat atau tidak berpartisipasi aktif. Dengan memeriksa pola kerja kelompok, AI dapat membantu peserta didik dan pendidik dalam mengidentifikasi apa yang efektif dan apa yang perlu disesuaikan. Jadi, meskipun AI tidak dapat menggantikan koneksi antarmanusia yang menjadi inti pembelajaran kolaboratif, AI dapat melengkapinya dengan memanfaatkan teknologi untuk menciptakan koneksi dan keseimbangan yang lebih besar, mengubah kolaborasi menjadi pengalaman yang lebih adil dan produktif bagi semua.

Apa itu AI dalam Pendidikan

Integrasi pembelajaran mesin, pemrosesan bahasa alami, dan pendekatan berbasis AI lainnya dalam pendidikan dimungkinkan melalui alat cerdas yang mempersonalisasi pembelajaran, mengotomatiskan tugas administratif, memberikan umpan balik secara real-time, dan memberikan dukungan yang luas kepada mahasiswa dan dosen. AI membuat pendidikan lebih efisien, menarik, dan mudah diakses. Salah satu contoh terbaiknya adalah sistem pembelajaran personalisasi tingkat lanjut di mana mahasiswa dibimbing ke konten yang paling sesuai untuk mereka, kekuatan mereka, dan gaya belajar mereka—semuanya didukung oleh AI. Selain itu, otomatisasi tugas administratif seperti penilaian, kehadiran, dan penjadwalan membebaskan waktu pendidik untuk mengajar dengan lebih baik. Sistem bimbingan cerdas berbasis AI tingkat lanjut menawarkan instruksi konsep kompleks dengan kecepatan belajar mandiri beserta umpan balik dan dukungan langsung.

Teknologi AI juga mendorong peningkatan keterlibatan dalam pembelajaran melalui penggunaan chatbot dan gamifikasi yang mengubah mahasiswa pasif menjadi pembelajar aktif. Lebih lanjut, penggabungan ucapan ke teks, terjemahan real-time, dan alat lainnya bermanfaat bagi mahasiswa penyandang disabilitas, sehingga meningkatkan akses bagi semua. Dengan menyediakan data kepada AI, wawasan yang bermanfaat dapat diperoleh mengenai penggunaan metode pengajaran adaptif untuk meningkatkan kinerja mahasiswa dengan mengatasi hambatan belajar yang teridentifikasi. Dengan menggunakan ruang kelas virtual dan pembelajaran jarak jauh, mahasiswa di seluruh dunia dapat mengakses materi pendidikan, memberi mereka kesempatan global untuk belajar (lihat Gambar 6.1).



Gambar 6.1 AI dalam pendidikan.

Perbedaan antara Pembelajaran Kolaboratif Tatap Muka dan Daring

Baik pembelajaran kolaboratif tatap muka (F2F) maupun daring dibatasi oleh kendala proses kelompok. Modalitasnya berbeda dalam hal metode dan mode komunikasi, keterlibatan rekan sebaya, fleksibilitas jadwal, dan hasil pembelajaran yang nyata.

Mode Interaksi

Dalam pembelajaran tatap muka, mahasiswa terhubung dan berinteraksi satu sama lain melalui isyarat verbal dan non-verbal seperti diskusi, gerakan, dan bahkan ekspresi wajah untuk koherensi. Dibandingkan dengan pendidikan tatap muka, pendidikan daring bergantung pada teknologi seperti konferensi video, papan diskusi, dan ruang obrolan yang kurang memiliki tingkat interaktivitas dan koneksi yang sama. Bagi banyak pelajar, diskriminasi dan pengucilan historis telah menciptakan hambatan untuk menghadiri kelas tatap muka pada waktu dan lokasi tetap.

Pembelajaran kolaboratif virtual mengatasi masalah ini dengan memungkinkan orang-orang dari berbagai latar belakang untuk bergabung dari mana saja, kapan saja. Mahasiswa di kelas memiliki kesempatan untuk terhubung dan berkolaborasi dengan sesama mahasiswa di satu ruang fisik dan secara real-time, dan seringkali secara mengejutkan, hal ini menghasilkan proyek kelompok yang lebih kaya dan rasa kebahagiaan kolektif yang lebih besar. Melalui platform online, mahasiswa dapat terhubung dan berkolaborasi dengan teman sebaya secara real-time, yang seringkali menghasilkan proyek kelompok yang lebih kaya dan rasa keterlibatan kolektif yang lebih kuat.

Namun, pendidikan online juga menghadirkan keterbatasan seperti kesulitan teknis, perbedaan zona waktu, dan kurangnya umpan balik langsung, yang dapat mengurangi fokus dan kejelasan. Sebaliknya, diskusi tatap muka memberikan peluang untuk mengimbangi kekurangan ini, meskipun diskusi tersebut memiliki hambatan akses dan penjadwalan tersendiri. Berbagai platform digital, seperti konferensi video, dokumen bersama, dan forum diskusi online, banyak digunakan dalam pendidikan online. Pendidikan tatap muka memanfaatkan alat yang lebih konkret seperti papan tulis, selebaran kertas, dan kuliah di kelas.

Kolaborasi/Kerja Tim

Mahasiswa lebih cepat membangun koneksi, terlibat dalam pembelajaran pengalaman, dan kerja tim yang produktif di kelas tatap muka. Dalam pembelajaran daring, kolaborasi melibatkan lebih banyak upaya dalam mengatur pertemuan virtual, berbagi sumber daya, dan berkomunikasi secara aktif.

Penilaian dan Umpan Balik

Meskipun peserta didik menerima respons instan dari instruktur dan sesama peserta didik selama interaksi tatap muka, peserta didik dalam pengaturan daring menerima umpan balik melalui catatan tertulis, kuis, atau rekaman, yang seringkali bersifat impersonal.

Tabel 6.1 Perbedaan utama antara kolaborasi tatap muka dan daring

Fitur	Pembelajaran Kolaboratif Tatap Muka	Pembelajaran Kolaboratif Daring
Interaksi Sosial	Interaksi langsung yang kaya; komunikasi non-verbal yang kuat; menumbuhkan ikatan sosial yang kuat	Interaksi digital; potensi kurangnya isyarat non-verbal; dapat lebih menantang untuk membangun ikatan sosial
Umpan Balik	Umpan balik dan klarifikasi langsung dan real-time	Umpan balik mungkin tertunda; bergantung pada komunikasi digital untuk klarifikasi
Fleksibilitas	Jadwal terstruktur; fleksibilitas terbatas dalam waktu dan lokasi	Sangat fleksibel; peserta didik dapat berpartisipasi dengan kecepatan dan lokasi mereka sendiri
Aksesibilitas	Terbatas oleh kendala geografis; membutuhkan kehadiran fisik	Dapat diakses oleh peserta didik di daerah terpencil atau dengan keterbatasan
Teknologi	Teknologi dapat digunakan sebagai pelengkap; kurang bergantung pada alat digital	Integrasi yang kuat dari alat dan platform daring
Struktur	Lingkungan yang lebih terstruktur, waktu dan tempat yang telah ditentukan	Lingkungan yang kurang terstruktur, sangat bergantung pada motivasi individu
Biaya	Biasanya, biaya lebih tinggi karena tempat dan perjalanan	Potensi biaya lebih rendah, bergantung pada teknologi yang dibutuhkan

Pembangunan Komunitas	Umumnya perkembangan hubungan lebih mudah dan spontan	Membutuhkan tindakan yang disengaja untuk menciptakan rasa kebersamaan
Komunikasi	Mengandalkan komunikasi verbal dan non-verbal	Sangat bergantung pada komunikasi tertulis dan terkadang video

Tabel 6.1 merangkum bahwa pembelajaran kolaboratif tatap muka (F2F) dan daring memiliki daftar manfaat dan kekurangan masing-masing. Pembelajaran tatap muka mendorong pembelajaran dan keterlibatan berbasis pengalaman, mendalam, dan waktu nyata, sementara pembelajaran daring menawarkan fleksibilitas dan aksesibilitas yang membuat banyak pelajar berkembang. Pada akhirnya, seberapa kuat masing-masing metode sangat bervariasi berdasarkan kebutuhan pelajar, tingkat akses mereka terhadap teknologi, dan lingkungan pembelajaran secara keseluruhan tempat mereka berada.

Ingin Terlibat: Berikut Cara AI Meningkatkan Keterlibatan, Personalisasi, dan Efisiensi dalam Pendidikan

Kecerdasan buatan (AI) dengan cepat mengubah ruang kelas, menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam, disesuaikan, dan bermakna. Alat AI memungkinkan pelajar dan pendidik untuk terlibat dalam pengalaman pendidikan yang lebih interaktif, personal, dan efisien.

Meningkatkan Keterlibatan

Platform yang didukung AI memperkenalkan tingkat interaktivitas baru dengan chatbot, gamifikasi, dan alat simulasi virtual yang membawa tingkat keterlibatan baru dalam pembelajaran. Bahkan lebih dari sekadar permainan edukatif tradisional, berbagai pengalaman yang diintegrasikan dengan AI seperti kuis adaptif membantu mahasiswa menjadi lebih termotivasi dengan kepuasan instan dan umpan balik yang sering mereka berikan. Model yang didukung oleh AI, realitas virtual/realitas tertambah (VR/AR) memberikan pengalaman belajar yang mendalam untuk membuat topik yang kompleks lebih mudah dipahami dan dicerna. Selain itu, chatbot AI memberikan bantuan kepada mahasiswa dengan menjawab pertanyaan mereka, membimbing mereka melalui pelajaran, dan secara umum membuat mereka tetap terlibat.

Memungkinkan Personalisasi

Kecerdasan buatan dapat menghadirkan pengalaman belajar yang dipersonalisasi untuk setiap mahasiswa berdasarkan kebutuhan, kekuatan, dan kecepatan mereka sendiri. Alat pembelajaran adaptif menggunakan AI untuk melacak kinerja mahasiswa secara real-time dan kemudian menyarankan sumber daya, latihan praktik, atau tantangan tingkat lanjut. Jadi, jika mahasiswa kesulitan dengan konsep matematika tertentu, maka AI akan mengambil alih dan memberi mereka penjelasan tambahan atau pertanyaan latihan berdasarkan seberapa sulitnya bagi mereka. Tutor AI dapat memberikan perhatian satu lawan satu sebanyak yang

dibutuhkan yang disesuaikan dengan gaya belajar setiap mahasiswa, menjaga pendidikan tetap satu lawan satu.

Meningkatkan Efisiensi

Dalam tugas-tugas yang kurang kreatif seperti penilaian tugas, pemantauan kehadiran, dan penjadwalan tugas, AI berperan, memungkinkan dosen memiliki waktu luang untuk lebih fokus pada pendidikan. Analisis berbasis AI mengidentifikasi area pembelajaran mahasiswa, memungkinkan dosen untuk segera melakukan intervensi jika diperlukan dan memberikan dukungan yang tepat sasaran kepada mahasiswa. Selanjutnya, AI menangani penerimaan dan pertanyaan mahasiswa lainnya melalui chatbot komunikasi, mengurangi beban kerja staf sekolah. Efisiensi ini membuat integrasi lebih lancar bagi mahasiswa dan dosen. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 6.2, AI meningkatkan proses pendidikan dengan meningkatkan keterlibatan, mendukung pembelajaran personal, dan meningkatkan efisiensi.

Tabel 6.2 AI meningkatkan keterlibatan, personalisasi, dan efisiensi dalam pendidikan

Aspek	Bagaimana AI Meningkatkan Hal Ini	Contoh
Keterlibatan	Alat-alat bertenaga AI membuat pembelajaran interaktif dan memotivasi melalui gamifikasi, simulasi, dan chatbot	• Game edukasi berbasis AI dengan hadiah instan • Realitas virtual/realitas tertambah (VR/AR) untuk pembelajaran imersif • Chatbot AI yang membimbing mahasiswa melalui pelajaran
Personalisasi	AI menyesuaikan pengalaman belajar berdasarkan kebutuhan, kekuatan, dan kecepatan belajar masing-masing mahasiswa	• Platform pembelajaran adaptif yang merekomendasikan sumber daya • Tutor AI yang menyesuaikan metode pengajaran • Latihan yang disesuaikan berdasarkan kinerja mahasiswa
Efisiensi	AI mengotomatiskan tugas-tugas administratif dan pengajaran, meningkatkan produktivitas bagi pendidik dan mahasiswa	• AI menilai tugas dan melacak kehadiran • Analisis berbasis AI mengidentifikasi pola pembelajaran • Chatbot otomatis menangani pertanyaan mahasiswa

Kecerdasan buatan meningkatkan keterlibatan dengan sumber daya interaktif, mempersonalisasi pembelajaran melalui konten yang disesuaikan, dan meningkatkan efisiensi dengan mengotomatiskan tugas-tugas administratif. Perkembangan ini berkontribusi pada pembelajaran yang lebih baik, lebih mudah, dan lebih menyenangkan sekaligus mempersiapkan mahasiswa untuk masa depan di bidang teknologi.

6.2 TEKNIK AI UNTUK PEMBELAJARAN KOLABORATIF

Kecerdasan buatan meningkatkan pengalaman pembelajaran kolaboratif, memungkinkan mahasiswa untuk bekerja sama secara lebih efektif, berkomunikasi dengan jelas, dan menerima dukungan yang dipersonalisasi. Beberapa pendekatan AI yang dirancang untuk memberdayakan mahasiswa dan dosen, sekaligus mendorong pengalaman pembelajaran kolaboratif daring dan tatap muka, juga tersedia, seperti:

- *Pemrosesan Bahasa dan Teks dengan Kecerdasan Buatan:* Teknologi NLP berbasis AI dapat mendukung terjemahan waktu nyata, analisis sentimen, dan umpan balik otomatis. Teknologi ini membantu mahasiswa untuk bekerja sama secara lebih produktif dengan menghilangkan hambatan bahasa dan menilai kualitas diskusi di papan diskusi dan obrolan. Chatbot berbasis NLP melengkapi kecepatan ini dengan panduan percakapan yang lebih personal, membantu mahasiswa menavigasi proyek dan diskusi kelompok yang kompleks.
- *Pembelajaran Mesin dan Pembelajaran Adaptif:* Pembelajaran mesin menawarkan cara yang ampuh untuk menganalisis cara mahasiswa belajar dan berinteraksi dengan rekan-rekan mereka untuk mengembangkan rekomendasi untuk aktivitas kelompok yang optimal. Hal ini memastikan bahwa mahasiswa dengan keterampilan yang sangat saling melengkapi—tetapi lemah secara individual—ditugaskan ke kelompok yang sama, memaksimalkan efisiensi kerja tim. Hal ini dapat membantu mengurangi kesenjangan kesetaraan pembelajaran. Platform pembelajaran adaptif semakin banyak menggunakan ML untuk menentukan tingkat kesulitan optimal untuk suatu pertanyaan berdasarkan kinerja seluruh kelompok sehingga semua anggota tetap tertantang.
- *Sistem Bimbingan Cerdas (ITS):* Tutor berbasis AI memungkinkan peserta didik untuk berlatih secara kolaboratif, dengan chatbot AI yang memberikan petunjuk, saran, dan koreksi secara real-time. Terakhir, ITS dapat melacak kemajuan kelompok secara keseluruhan, menemukan area kelemahan, dan merekomendasikan materi pembelajaran yang selaras untuk mengoptimalkan kinerja keseluruhan kelompok.
- *Mesin Rekomendasi Berbasis AI:* AI merekomendasikan materi studi, topik diskusi, dan kolaborasi antar teman sebaya yang paling relevan kepada mahasiswa, berdasarkan minat dan keterlibatan mereka sebelumnya. Sistem ini memastikan bahwa mahasiswa terlibat dengan konten yang paling relevan bagi mereka, memaksimalkan manfaat pembelajaran kelompok.
- *Analisis Sentimen dan Emosi:* AI dapat menilai emosi dan tingkat keterlibatan mahasiswa dalam diskusi dengan pengenalan wajah atau analisis sentimen berbasis teks. Ketika mahasiswa mulai menunjukkan rasa frustrasi atau ketidakaktifan, AI dapat merespons dengan dorongan atau merekomendasikan agar dosen turun tangan dan memberikan dukungan.
- *Moderasi dan Resolusi Konflik Otomatis:* Alat AI dapat menggunakan model ini untuk secara otomatis mendeteksi ketika pengguna berperilaku tidak pantas, menyimpang terlalu jauh dari topik, atau berdebat dengan anggota kelompok lainnya, dan menerapkan moderasi secara otomatis. Ini membantu menciptakan komunitas

pembelajaran kolaboratif yang produktif dan positif. AI memberdayakan pembelajaran kolaboratif. Pada kondisi terbaiknya, AI memperkuat pengalaman pembelajaran kolaboratif dengan dukungan cerdas, umpan balik adaptif, dan lingkungan interaktif yang imersif. Beberapa teknik AI penting yang diterapkan dalam pembelajaran kolaboratif diberikan pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3 Teknik AI yang digunakan dalam pembelajaran kolaboratif

Teknik AI	Deskripsi	Aplikasi dalam Pembelajaran Kolaboratif
Pemrosesan Bahasa Alami (NLP)	Pemahaman bahasa berbasis AI untuk menganalisis dan menghasilkan teks	• Chatbot AI memfasilitasi diskusi • Analisis sentimen untuk memantau interaksi kelompok • Ringkasan diskusi otomatis
Pembelajaran Mesin (ML)	Model AI menganalisis pola data untuk meningkatkan pengalaman belajar	• Rekomendasi kelompok yang dipersonalisasi berdasarkan gaya belajar • Analisis prediktif untuk mengidentifikasi mahasiswa yang kesulitan dalam tim • Penilaian dan umpan balik rekan sejawat otomatis
Sistem Bimbingan Belajar Cerdas (ITS)	Tutor virtual berbasis AI yang memberikan bantuan secara real-time	• Pemecahan masalah kelompok dengan bantuan AI • Petunjuk dan panduan yang sesuai konteks • Saran adaptif berdasarkan kinerja kelompok
Sistem Rekomendasi	AI yang menyarankan sumber belajar berdasarkan perilaku pengguna	• Merekomendasikan artikel, video, atau latihan yang relevan untuk proyek kelompok • Menyarankan formasi tim yang optimal berdasarkan keterampilan dan minat
Pengenalan Ucapan dan Gerakan	AI yang menafsirkan suara dan gerakan untuk interaksi	• Konversi ucapan ke teks secara real-time untuk kolaborasi yang mudah diakses • Interaksi berbasis gerakan dalam lingkungan grup virtual
Agen AI Kolaboratif	Asisten AI virtual yang mendukung kerja tim	• Moderator AI yang memastikan partisipasi seimbang • Asisten brainstorming berbasis AI • Alat penyelesaian konflik otomatis
Analisis Pembelajaran	AI yang menganalisis pola kolaborasi dan keterlibatan	• Melacak kontribusi mahasiswa dalam proyek kelompok • Memberikan wawasan tentang efektivitas kerja tim • Mendeteksi mahasiswa yang kurang terlibat untuk intervensi tepat waktu

Dengan mengintegrasikan berbagai pendekatan AI ini, pembelajaran kolaboratif menjadi lebih dinamis, personal, dan menarik, sehingga meningkatkan peluang kolaborasi dan

berbagi pengetahuan yang tersedia bagi mahasiswa. Metode AI mutakhir seperti NLP, ML, ITS, sistem rekomendasi, deteksi sentimen, dan moderasi otomatis semakin merevolusi pembelajaran kolaboratif melalui kekuatan AI yang meluas. Teknologi-teknologi ini semuanya meningkatkan keterlibatan dan komunikasi peserta didik, sekaligus memberikan bantuan yang dipersonalisasi, membantu menjadikan pembelajaran dalam kelompok besar lebih efisien dan efektif.

NLP dalam Pendidikan

Pemrosesan bahasa alami (NLP) adalah teknik AI yang memungkinkan mesin untuk memahami, memproses, dan menanggapi bahasa manusia. Dalam pendidikan, NLP memainkan peran penting dalam meningkatkan komunikasi, kolaborasi, dan pembelajaran yang dipersonalisasi. Aplikasi NLP utama meliputi chatbot, umpan balik otomatis, dan analisis sentimen.

Chatbot untuk Bantuan Pembelajaran

Chatbot bertenaga AI seperti asisten virtual, membantu mahasiswa dan dosen dengan memberikan jawaban dan panduan. Chatbot membantu pembelajaran dengan cara berikut:

- Dukungan 24/7: Mahasiswa dapat mengajukan pertanyaan dan mendapatkan jawaban kapan saja.
- Bantuan Pekerjaan Rumah: Chatbot menjelaskan konsep dan menyelesaikan keraguan.
- Kerja Kelompok: Chatbot memfasilitasi diskusi, menyarankan sumber daya, dan membantu mahasiswa tetap fokus pada proyek.
- Dukungan Administratif: Mereka membantu menjawab pertanyaan yang sering diajukan (FAQ) tentang jadwal, tenggat waktu, dan materi pembelajaran.
- Contoh: Chatbot seperti “EdTech AI” dapat membantu menyelesaikan soal matematika dengan menjelaskan solusi langkah demi langkah.

Sistem Umpan Balik Otomatis

Sistem berbasis NLP memberikan umpan balik secara real-time pada pekerjaan mahasiswa, membantu mereka meningkatkan tugas dan tulisan. Manfaat umpan balik otomatis adalah:

- Penilaian Instan: AI dengan cepat menilai esai, kuis, dan tugas.
- Saran Tata Bahasa dan Gaya: Alat berbasis NLP seperti Grammarly mengoreksi kesalahan dan menyarankan perbaikan.
- Pemahaman Konsep: AI menyoroti area yang lemah dan menyediakan materi pembelajaran tambahan.
- Contoh: Alat seperti Grammarly atau Turnitin menggunakan NLP untuk memeriksa tata bahasa, plagiarisme, dan kejelasan tulisan.

Pemeriksaan Sentimen untuk Keterlibatan Mahasiswa

Analisis sentimen AI melihat emosi dan tingkat keterlibatan mahasiswa dari masukan teks, nada suara, atau ekspresi wajah. Analisis sentimen membantu dengan cara berikut:

- *Mendeteksi Kesulitan*: AI dapat mendeteksi frustrasi atau kebingungan dalam respons mahasiswa dan mengingatkan dosen untuk melakukan intervensi.

- *Menyesuaikan Konten*: Jika mahasiswa merasa konten terlalu sulit, AI dapat menyarankan penjelasan yang lebih mudah atau sumber daya tambahan.
- *Meningkatkan Diskusi*: NLP dapat menganalisis forum diskusi untuk memastikan mahasiswa tetap terlibat dan mendapatkan dukungan yang mereka butuhkan.
- *Contoh*: Sistem AI dalam pembelajaran daring dapat mendeteksi jika mahasiswa sering menggunakan kata-kata negatif seperti "bingung" atau "terjebak" dan menyarankan penjelasan yang lebih sederhana.

Chatbot berbasis NLP, umpan balik otomatis, dan analisis sentimen mengubah pendidikan dengan meningkatkan interaksi dan memberikan panduan waktu nyata serta pengalaman belajar yang lebih baik. Alat AI ini menciptakan lingkungan belajar yang lebih efisien, personal, dan menarik.

Pembelajaran Mesin dan Pembelajaran Mendalam

Pembelajaran mesin dan pembelajaran mendalam (DL) adalah teknologi AI yang mengubah permainan yang mendukung pembelajaran personal dan memprediksi perilaku mahasiswa. Mereka menganalisis sejumlah besar data untuk menemukan pola dan menyesuaikan metode pengajaran untuk meningkatkan keterlibatan dan hasil mahasiswa. Salah satu aplikasi utama ML dan DL adalah jalur pembelajaran personal. Dengan menganalisis kinerja dan gaya belajar mahasiswa sebelumnya, AI dapat membuat rencana studi yang disesuaikan dengan kebutuhan mereka. Platform pembelajaran adaptif menggunakan AI untuk menyesuaikan kesulitan pelajaran secara real-time berdasarkan respons mahasiswa sehingga mereka tidak pernah bosan atau kewalahan. AI juga merekomendasikan konten personal—video, buku, latihan—yang sesuai dengan kecepatan dan preferensi belajar mahasiswa, membuat pembelajaran lebih menarik dan efektif.

Aplikasi kunci lainnya adalah memprediksi perilaku mahasiswa. ML dan DL menganalisis pola seperti partisipasi mahasiswa, nilai kuis, dan pengumpulan tugas untuk memprediksi kinerja, keterlibatan, dan bahkan risiko putus sekolah. Hal ini memungkinkan pendidik untuk mengidentifikasi mahasiswa yang kesulitan sejak dini dan melakukan intervensi dengan dukungan yang tepat sasaran. Misalnya, AI dapat memberi peringatan kepada dosen ketika seorang mahasiswa berisiko tertinggal sehingga mereka dapat memberikan bantuan sebelum masalah tersebut semakin memburuk.

Visi Komputer

Visi komputer, bidang AI yang memungkinkan mesin untuk menafsirkan dan memahami data visual, sangat meningkatkan ruang kelas virtual dengan teknologi seperti pengenalan gerakan dan pelacakan perhatian. Pengenalan gerakan memungkinkan komputer untuk memahami gerakan manusia, termasuk gerakan tangan atau posisi tubuh, sehingga memfasilitasi pengalaman belajar yang lebih menarik dan mendalam. Di ruang kelas virtual, peserta didik dapat berinteraksi dengan materi dengan menggunakan tindakan seperti menunjuk ke layar atau mengangkat tangan. Interaksi langsung ini meningkatkan keterlibatan belajar dan memungkinkan mahasiswa penyandang disabilitas untuk berpartisipasi aktif dengan menggunakan gerakan daripada alat input konvensional seperti keyboard atau mouse. Misalnya, dalam kelas biologi virtual, peserta didik dapat menggunakan gerakan tangan untuk

fokus pada bagian tertentu dari model sel 3D atau memberi sinyal tanggapan mereka tanpa mengetik.

Sebaliknya, pelacakan perhatian menggunakan visi komputer untuk mengamati keterlibatan mahasiswa dengan memeriksa ekspresi wajah, gerakan mata, dan postur tubuh mereka. Hal ini memungkinkan sistem AI untuk mengidentifikasi apakah mahasiswa fokus, menatap layar, atau kehilangan konsentrasi. Pelacakan ini memberi dosen umpan balik langsung tentang keterlibatan mahasiswa, memungkinkan mereka untuk memodifikasi metode pengajaran mereka atau turun tangan bila diperlukan. Selain itu, pemantauan perhatian dapat mendorong platform bertenaga AI untuk menyesuaikan kecepatan atau materi pelajaran sesuai dengan keterlibatan mahasiswa. Misalnya, sebuah sistem dapat memberi tahu dosen ketika mata mahasiswa berpaling dari layar, menunjukkan kurangnya keterlibatan, sehingga mendorong partisipasi interaktif yang lebih besar. Secara kolektif, teknologi visi komputer ini—pengenalan gerakan dan pelacakan perhatian—meningkatkan lingkungan pembelajaran virtual, menjadikannya lebih interaktif, inklusif, dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa, sehingga mendorong pengalaman pendidikan daring yang lebih efisien dan menarik.

Pembelajaran Penguatan

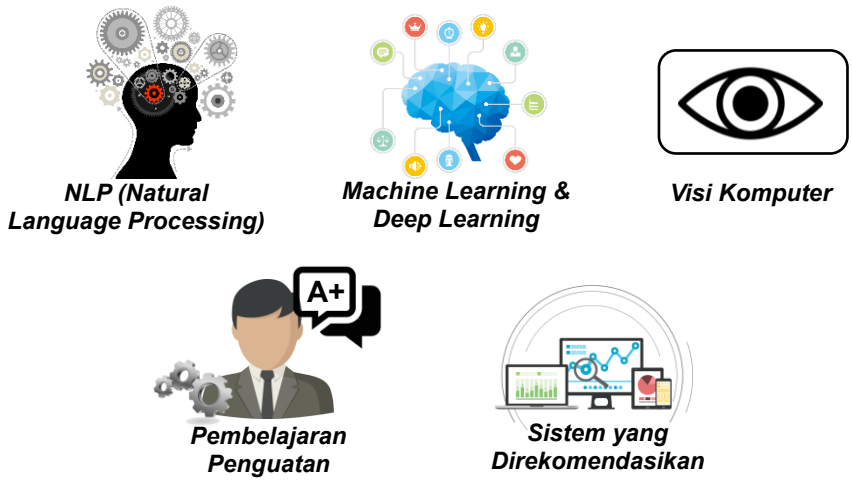
Pembelajaran penguatan (RL) adalah teknik AI yang memungkinkan sistem untuk belajar melalui percobaan dan kesalahan, menerima umpan balik berupa hadiah atau hukuman berdasarkan tindakan mereka. Dalam pendidikan, RL sangat efektif dalam pengembangan tutor AI yang dapat beradaptasi dengan kebutuhan dan gaya belajar unik mahasiswa. Tutor AI ini terus-menerus mengevaluasi respons dan kemajuan belajar mahasiswa, menyesuaikan metode pengajaran dan konten mereka sesuai dengan itu. Dalam konteks pembelajaran personalisasi, RL memungkinkan tutor AI untuk memberikan umpan balik adaptif. Saat mahasiswa berinteraksi dengan sistem, AI mempelajari strategi pengajaran mana yang paling efektif bagi mereka. Misalnya, jika seorang mahasiswa kesulitan dengan konsep matematika tertentu, tutor AI dapat memberikan soal latihan yang lebih terarah, menawarkan penjelasan dalam berbagai format (misalnya, video, teks, atau interaktif), atau menyederhanakan konten.

Seiring kemajuan dan peningkatan kemampuan mahasiswa, tutor AI menyesuaikan tingkat kesulitan tugas agar sesuai dengan peningkatan kemampuan mahasiswa, memastikan bahwa mereka selalu tertantang tanpa merasa kewalahan. Proses pembelajaran adaptif ini memungkinkan mahasiswa untuk belajar dengan kecepatan mereka sendiri sambil menerima bimbingan yang dipersonalisasi yang berkembang sesuai dengan kebutuhan mereka. RL juga memungkinkan tutor AI untuk memberikan intervensi secara real-time. Dengan memantau perilaku dan kinerja mahasiswa, sistem dapat mendeteksi ketika seorang mahasiswa tertinggal atau kesulitan dengan suatu topik dan segera melakukan intervensi. Ini mungkin termasuk memberikan petunjuk, menyediakan sumber daya tambahan, atau membimbing mahasiswa melalui solusi langkah demi langkah. Seiring waktu, saat tutor AI mengumpulkan lebih banyak data tentang kebiasaan belajar mahasiswa, ia menjadi semakin efektif dalam memprediksi dan mengatasi kesenjangan pengetahuan, sehingga meningkatkan pengalaman belajar secara

keseluruhan. Singkatnya, RL memberdayakan tutor AI untuk terus beradaptasi dengan kebutuhan mahasiswa, menyediakan lingkungan pembelajaran yang sangat personal dan dinamis yang mendukung pertumbuhan dan pencapaian individu.

Sistem Rekomendasi

Sistem rekomendasi adalah alat berbasis AI yang menganalisis data tentang preferensi, perilaku, dan interaksi pengguna untuk memberikan saran konten yang dipersonalisasi. Dalam pendidikan, sistem rekomendasi memainkan peran penting dengan menyesuaikan materi pembelajaran, seperti pembelajaran, video, artikel, dan latihan, agar sesuai dengan kebutuhan dan minat individu setiap mahasiswa. Dengan mengumpulkan data tentang bagaimana mahasiswa berinteraksi dengan konten—seperti topik mana yang paling sering mereka minati, kinerja mereka dalam kuis, atau gaya belajar mereka—sistem ini dapat menyarankan sumber daya yang relevan yang sesuai dengan tingkat pengetahuan dan tujuan pembelajaran mereka saat ini. Misalnya, jika seorang mahasiswa secara konsisten kesulitan dengan topik tertentu dalam matematika, sistem rekomendasi dapat menyarankan latihan tambahan, tutorial video, atau penjelasan alternatif untuk membantu memperkuat pemahaman mereka (lihat Gambar 6.2).



Gambar 6.2 Teknik AI dan aplikasinya dalam pendidikan.

Demikian pula, jika seorang mahasiswa menunjukkan minat pada mata pelajaran tertentu seperti sejarah atau pemrograman, sistem dapat merekomendasikan pembelajaran atau materi tambahan yang terkait dengan bidang tersebut, sehingga mahasiswa tetap terlibat dan termotivasi. Seiring kemajuan mahasiswa, sistem belajar dari interaksi mereka, terus menyempurnakan sarannya untuk memastikan mereka menerima konten yang paling relevan dan efektif untuk pengembangan berkelanjutan mereka. Sistem pemberi rekomendasi juga membantu pendidik dengan memberikan wawasan tentang sumber daya mana yang paling efektif untuk mahasiswa yang berbeda, memungkinkan mereka untuk lebih mendukung kebutuhan belajar individu. Secara keseluruhan, dengan menawarkan konten yang dipersonalisasi berdasarkan preferensi mahasiswa, gaya belajar, dan kinerja, sistem pemberi rekomendasi meningkatkan pengalaman pendidikan, membuat pembelajaran lebih terarah,

menarik, dan efektif (lihat Gambar 6.3) teks dipindahkan ke Tabel 6.4, Pemrosesan Bahasa Alami (NLP) di bawah Teknik AI dan aplikasinya dalam pendidikan.

Tabel 6.4 Teknik AI dan aplikasinya dalam pendidikan

Teknik AI	Deskripsi	Aplikasi dalam Pendidikan	Contoh
Pemrosesan Bahasa Alami (NLP)	AI yang memungkinkan mesin untuk menafsirkan dan menanggapi bahasa manusia	• Chatbot untuk bantuan pembelajaran instan • Umpan balik otomatis pada tugas • Analisis sentimen untuk melacak keterlibatan	• Chatbot berbasis AI yang menjawab pertanyaan mahasiswa • Grammarly untuk koreksi tata bahasa • Alat analisis sentimen yang mendeteksi frustrasi mahasiswa
Pembelajaran Mesin (ML) & Pembelajaran Mendalam (DL)	Teknik AI yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data dan membuat prediksi	• Jalur pembelajaran yang dipersonalisasi berdasarkan kinerja • Prediksi perilaku mahasiswa untuk intervensi dini	• Platform pembelajaran adaptif yang menyesuaikan tingkat kesulitan • Sistem AI yang memprediksi kinerja mahasiswa atau perilaku berisiko
Penglihatan Komputer	AI yang memungkinkan mesin untuk menafsirkan data visual (gambar, video, dan lain-lain.)	• Pengenalan gerakan untuk pembelajaran interaktif • Pelacakan perhatian untuk memantau keterlibatan mahasiswa	• Ruang kelas virtual menggunakan gerakan untuk interaksi • AI melacak fokus mahasiswa dalam kuliah video
Pembelajaran Penguatan (RL)	AI di mana sistem belajar dengan menerima umpan balik dari tindakan, mengoptimalkan keputusan di masa mendatang	• Tutor AI yang beradaptasi dengan kebutuhan dan kemajuan mahasiswa • Umpan balik yang dipersonalisasi dan intervensi secara real-time	• Sistem bimbingan belajar berbasis AI yang menyesuaikan tingkat kesulitan berdasarkan kinerja mahasiswa • Game edukasi berbasis RL untuk pengembangan keterampilan
Sistem Rekomendasi	Sistem AI yang menyarankan konten	• Rekomendasi konten yang dipersonalisasi	• Coursera merekomendasikan

	yang dipersonalisasi berdasarkan perilaku dan preferensi pengguna	(misalnya, pembelajaran, video, latihan) • Sumber belajar yang disesuaikan untuk mahasiswa	pembelajaran berdasarkan modul yang telah diselesaikan • YouTube menyarankan video edukasi berdasarkan riwayat tontonan

Gambar 6.3 NLP dalam pendidikan.

6.3 AI DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF TATAP MUKA

Pembentukan Kelompok Berbasis Gaya Belajar yang Dibantu AI

Dalam proyek kelompok atau pembelajaran berbasis tim, menyatukan orang yang tepat dapat membuat perbedaan besar. Di situlah AI berperan. Dengan pembentukan kelompok yang dibantu AI, sistem dapat melihat bagaimana setiap mahasiswa belajar dengan cara terbaik, apakah mereka lebih menyukai alat bantu visual, aktivitas langsung, diskusi, atau membaca dan menulis, dan menggunakan informasi tersebut untuk membangun tim yang seimbang. Alih-alih menyerahkan pemilihan kelompok kepada kebetulan, AI membantu mencocokkan mahasiswa yang gaya belajarnya saling melengkapi. Dengan cara ini, setiap orang mendapatkan kesempatan yang lebih baik untuk berkontribusi dengan cara mereka sendiri, belajar dari perspektif yang berbeda, dan tumbuh bersama sebagai sebuah tim. Ini seperti memiliki asisten cerdas di balik layar, memastikan dinamika kelompok bekerja untuk kepentingan semua orang. Gambar 6.4 mengilustrasikan teknologi AI utama yang digunakan

dalam pendidikan, termasuk NLP, sistem pemberi rekomendasi, analitik pembelajaran, dan robotika.

Gambar 6.4 Teknologi AI dalam pendidikan.

Pembentukan kelompok melalui bantuan AI menghilangkan tebak-tebakan dalam menyusun tim mahasiswa dengan berfokus pada bagaimana setiap orang belajar dengan cara terbaik. Baik seseorang adalah pembelajar visual, kinestetik (praktis), atau lebih suka membaca dan mendengarkan, AI dapat mengidentifikasi preferensi ini dan menggunakannya untuk membentuk kelompok yang seimbang. Ini berarti mahasiswa lebih cenderung bekerja sama dengan baik, saling membantu, dan mendapatkan manfaat dari kekuatan yang berbeda dalam tim. Alih-alih pendekatan satu ukuran untuk semua, AI melihat gaya belajar unik setiap individu untuk menciptakan pengelompokan khusus yang meningkatkan kolaborasi, pemahaman, dan hasil belajar secara keseluruhan. Ini adalah cara cerdas dan inklusif untuk memastikan setiap orang mendapatkan manfaat maksimal dari pengalaman kelompok.

Gambar 6.5 menunjukkan bagaimana AI dapat memainkan peran yang membantu dalam membentuk kelompok mahasiswa dengan memahami gaya belajar unik mereka. Setiap orang dalam lingkaran mewakili cara belajar yang berbeda—visual, kreatif, ekspresif, atau reflektif. Alih-alih menugaskan orang secara acak ke dalam tim, AI melihat preferensi belajar ini dan menciptakan kelompok di mana anggota dapat saling melengkapi. Pendekatan ini membantu memastikan setiap orang mendapat kesempatan untuk bersinar dan belajar dari satu sama lain, membuat kerja tim lebih seimbang dan efektif. Ini seperti memiliki panduan digital yang memahami cara terbaik kita belajar dan menggunakannya untuk membangun kelompok yang lebih kuat dan cerdas.

Gambar 6.5 Pembentukan kelompok dengan bantuan AI berdasarkan gaya belajar.

Alat Umpan Balik dan Penilaian Real-time Bertenaga AI

Bayangkan menyerahkan tugas dan mendapatkan umpan balik yang bermanfaat hampir secara instan—tidak perlu lagi menunggu berhari-hari untuk hasilnya—itulah kekuatan AI dalam umpan balik dan penilaian real-time. Alat pintar ini dapat dengan cepat meninjau pekerjaan Anda, menemukan kesalahan, menyoroti apa yang Anda lakukan dengan baik, dan bahkan menyarankan cara untuk meningkatkan. Baik itu menulis, kuis, atau tugas pemecahan masalah, AI dapat menganalisis kemajuan Anda di tempat dan memberi Anda wawasan yang membantu Anda belajar lebih cepat. Ini seperti memiliki pelatih pribadi yang selalu tersedia, membantu Anda berkembang seiring berjalannya waktu, bukan setelahnya. Bagi dosen, ini juga berarti mereka dapat lebih memahami kebutuhan setiap mahasiswa dan menyesuaikan dukungan mereka secara real-time.

Pemantauan dan Analisis Kelas Cerdas

Anggaplah pemantauan kelas cerdas sebagai asisten yang bekerja diam-diam di latar belakang, mengawasi jalannya kelas. Dengan menggunakan alat dan data cerdas, sistem ini dapat melacak hal-hal seperti keterlibatan mahasiswa, partisipasi, dan bahkan seberapa baik pelajaran dipahami. Ini bukan tentang memata-matai—melainkan lebih seperti memberikan gambaran yang lebih jelas kepada dosen tentang apa yang berhasil dan apa yang tidak. Misalnya, jika beberapa mahasiswa tampak kesulitan atau kehilangan fokus, sistem dapat menandainya sejak dini, sehingga dosen dapat turun tangan dengan dukungan tambahan. Seiring waktu, analisis dapat menunjukkan pola yang membantu meningkatkan strategi pengajaran dan membuat pembelajaran lebih personal. Ini semua tentang menciptakan kelas yang beradaptasi dengan kebutuhan mahasiswa dan membantu semua orang tetap berada di jalur yang benar.

Pengenalan Suara untuk Dukungan Multibahasa dan Aksesibilitas

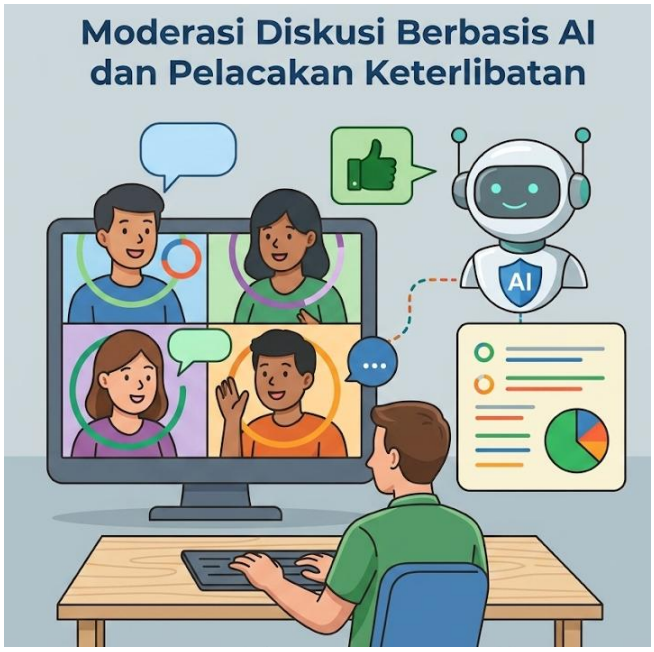
Teknologi pengenalan suara seperti memberikan suara kepada semua orang di kelas—secara harfiah. Bagi mahasiswa yang berbicara berbagai bahasa atau memiliki disabilitas yang membuat membaca atau menulis menjadi sulit, alat ini dapat mengubah segalanya. Alat ini mendengarkan apa yang dikatakan dan mengubahnya menjadi teks secara real-time, sehingga memudahkan mahasiswa untuk mengikuti, mencatat, atau bahkan mengkomunikasikan pikiran mereka. Alat ini juga dapat menerjemahkan ucapan ke bahasa lain, membantu mahasiswa multibahasa merasa lebih dilibatkan dan dipahami. Baik itu mendukung seseorang dengan gangguan pendengaran atau menjembatani kesenjangan bahasa, pengenalan suara membantu membuat pembelajaran lebih mudah diakses dan inklusif untuk semua.

6.4 AI DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF ONLINE

Kerja kelompok online terkadang terasa sedikit berantakan—orang-orang di zona waktu yang berbeda, partisipasi yang tidak merata, atau hanya tidak tahu bagaimana memulai. Di situlah AI dapat sangat membantu. Dalam pembelajaran kolaboratif online, AI dapat bertindak seperti panduan cerdas di balik layar. AI membantu mengatur tugas, menyarankan peran berdasarkan kekuatan masing-masing mahasiswa, dan bahkan melacak bagaimana setiap orang berkontribusi. Jika seseorang tertinggal, sistem dapat dengan lembut mengingatkan mereka atau memberi tahu dosen. AI juga dapat merekomendasikan sumber daya atau memicu diskusi untuk menjaga agar kelompok tetap fokus. Ini seperti memiliki rekan tim digital yang memastikan suara setiap orang didengar dan pembelajaran tetap terfokus dan adil.

Moderasi Diskusi dan Pelacakan Keterlibatan Berbasis AI

Dalam kelas atau forum daring, menjaga agar diskusi tetap bermakna dan memastikan semua orang terlibat dapat menjadi tantangan nyata. Di situlah moderasi dan pelacakan keterlibatan berbasis AI berperan. Anggap saja sebagai asisten cerdas yang diam-diam mengawasi percakapan—menjaga agar semuanya tetap hormat, sesuai topik, dan inklusif. Sistem ini dapat dengan lembut membimbing diskusi, menandai konten yang tidak pantas, atau menyoroti kontribusi yang bijaksana. Pada saat yang sama, sistem ini melacak siapa yang aktif berpartisipasi dan siapa yang mungkin mulai menjauh, sehingga dosen dapat turun tangan dan menawarkan dukungan jika diperlukan. Ini bukan tentang mengawasi mahasiswa, tetapi tentang menciptakan ruang yang aman dan seimbang di mana setiap orang merasa didorong untuk berbicara dan tetap terlibat. Gambar 6.6 menunjukkan moderasi diskusi dan pelacakan keterlibatan berbasis AI.



Gambar 6.6 Moderasi diskusi berbasis AI.

Sistem Bimbingan Belajar Cerdas untuk Mendukung Pembelajaran Jarak Jauh

Belajar dari rumah terkadang terasa mengisolasi, terutama ketika Anda kesulitan memahami sesuatu dan tidak ada orang di sekitar untuk membantu. Di situlah sistem bimbingan belajar cerdas berperan. Alat-alat bertenaga AI ini bertindak seperti tutor pribadi, tersedia 24/7 untuk membimbing Anda melalui pelajaran, menjelaskan konsep-konsep yang rumit, dan bahkan memberi Anda soal latihan yang disesuaikan dengan level Anda. Sistem ini menyesuaikan diri seiring berjalannya waktu, menawarkan lebih banyak bantuan ketika Anda kesulitan dan mundur ketika Anda berhasil. Ini seperti memiliki tutor yang sabar dan selalu tersedia yang memahami cara Anda belajar dan membantu Anda tetap termotivasi dan berada di jalur yang benar—bahkan ketika Anda belajar jarak jauh.

Sistem Penilaian dan Umpan Balik Sejawat Bertenaga AI

Memberikan dan menerima umpan balik dari teman sekelas bisa sangat berharga, tetapi tidak selalu mudah untuk mengetahui apa yang harus dikatakan—atau seberapa adil umpan balik tersebut. Di sinilah sistem penilaian sejawat berbasis AI berperan. Alat-alat ini membantu membimbing mahasiswa melalui proses peninjauan pekerjaan satu sama lain dengan menawarkan petunjuk, memeriksa kualitas, dan bahkan mendeteksi bias atau komentar yang terlalu keras. Mereka memastikan umpan balik bermanfaat, hormat, dan berfokus pada pembelajaran. Bagi mahasiswa, ini berarti mendapatkan masukan yang lebih seimbang, tidak hanya dari dosen tetapi juga dari teman sebaya. Dan bagi dosen, ini menghemat waktu sambil tetap membangun komunitas pembelajaran yang kuat dan suportif.

Asisten Pembelajaran Virtual dan Kuis Adaptif Berbasis AI

Asisten pembelajaran virtual seperti teman belajar yang ramah yang selalu ada ketika Anda membutuhkan bantuan. Mereka dapat menjawab pertanyaan, menjelaskan topik yang sulit, dan bahkan mengingatkan Anda tentang tenggat waktu—seperti memiliki teman yang

sangat terorganisir di sisi Anda. Dipasangkan dengan kuis adaptif berbasis AI, pembelajaran menjadi lebih personal (lihat Gambar 6.7).

Gambar 6.7 Asisten pembelajaran virtual.

Kuis pintar ini menyesuaikan diri secara real-time berdasarkan kinerja Anda—jika Anda mampu menjawab pertanyaan, kuis akan memberikan tantangan lebih, dan jika Anda kesulitan, kuis akan memperlambat dan menawarkan pertanyaan yang lebih mudah untuk membantu Anda mengejar ketinggalan. Bersama-sama, kuis ini membuat pembelajaran terasa kurang menakutkan dan jauh lebih sesuai dengan kecepatan dan kebutuhan Anda, membantu Anda berkembang dengan percaya diri.

6.5 PERSONALISASI PEMBELAJARAN BERBASIS AI

Setiap mahasiswa belajar dengan cara yang berbeda—beberapa bergerak cepat, yang lain membutuhkan lebih banyak waktu, dan setiap orang memiliki kekuatan dan kesulitan masing-masing. Analisis pembelajaran berbasis AI membantu memahami semua itu. Sistem ini secara diam-diam melacak kinerja mahasiswa—seperti topik mana yang mereka kuasai dengan mudah dan di mana mereka cenderung mengalami kesulitan—dan menggunakan informasi tersebut untuk mempersonalisasi pengalaman belajar. Alih-alih pendekatan satu ukuran untuk semua, sistem ini menyesuaikan pelajaran, sumber daya, dan bahkan kecepatan agar sesuai dengan kebutuhan setiap mahasiswa. Ini seperti memiliki dosen yang benar-benar memahami Anda, menyesuaikan rencana sehingga Anda dapat belajar dengan cara yang paling sesuai untuk Anda. Ini membantu mahasiswa tetap termotivasi dan memberikan wawasan yang bermanfaat bagi dosen untuk lebih mendukung setiap mahasiswa.

Memprediksi Kemajuan dan Kinerja Mahasiswa

Bayangkan jika dosen dapat mengetahui sejak dini ketika seorang mahasiswa mungkin tertinggal—atau bahkan ketika seseorang akan bersinar. Itulah tepatnya yang dapat dilakukan AI dengan memprediksi kemajuan dan kinerja mahasiswa. Dengan melihat pola dalam hal-hal seperti nilai kuis, partisipasi, dan kebiasaan belajar, AI dapat mendeteksi tanda-tanda awal

kesulitan atau keberhasilan. Ini bukan tentang memberi label pada mahasiswa, tetapi tentang membantu mereka. Dengan wawasan seperti ini, dosen dapat turun tangan dengan dukungan sebelum mahasiswa mulai menurun, atau menantang mereka lebih lanjut ketika mereka siap. Ini seperti memiliki bola kristal yang membantu menciptakan perjalanan belajar yang lebih lancar dan lebih mendukung bagi semua orang.

Mengidentifikasi Mahasiswa yang Kesulitan untuk Intervensi Tepat Waktu

Terkadang mahasiswa tertinggal secara diam-diam—mungkin mereka terlalu malu untuk meminta bantuan atau bahkan tidak menyadari bahwa mereka sedang kesulitan. Di situlah AI dapat membuat perbedaan nyata. Dengan melacak hal-hal seperti tugas yang tidak dikerjakan, nilai kuis yang rendah, atau kurangnya partisipasi, AI dapat mendeteksi pola yang menunjukkan bahwa seorang mahasiswa mungkin membutuhkan dukungan tambahan. Ini seperti sistem peringatan lembut yang membantu dosen mendeteksi masalah sejak dini, sehingga mereka dapat turun tangan dengan dorongan, sumber daya, atau bantuan satu lawan satu sebelum keadaan memburuk. Alih-alih membiarkan seseorang terabaikan, intervensi tepat waktu semacam ini memastikan tidak ada mahasiswa yang tertinggal.

Pemeriksaan Perilaku Belajar dan Rekomendasi Pembelajaran Adaptif

Setiap orang memiliki kebiasaan belajarnya sendiri—beberapa suka langsung terjun dan mengeksplorasi, sementara yang lain lebih suka mengambil langkah demi langkah. AI dapat mengamati perilaku ini, seperti berapa lama Anda menghabiskan waktu pada suatu topik, jenis sumber daya apa yang Anda gunakan, atau seberapa sering Anda meninjau kembali materi. Ini disebut analisis perilaku belajar, dan membantu menciptakan gambaran yang lebih jelas tentang bagaimana Anda belajar dengan terbaik. Berdasarkan itu, sistem dapat menyarankan pembelajaran atau jalur pembelajaran yang benar-benar sesuai dengan gaya dan tujuan Anda. Ini seperti memiliki penasihat akademik pribadi yang benar-benar tahu bagaimana otak Anda bekerja, membimbing Anda menuju konten yang tepat pada waktu yang tepat untuk membuat Anda tetap termotivasi, tertantang, dan berada di jalur yang benar.

6.6 PERTIMBANGAN DAN TANTANGAN ETIKA

Sehebat apa pun AI dalam pendidikan, penting untuk berhenti sejenak dan memikirkan sisi etika. Pertama, ada pertanyaan tentang privasi—data mahasiswa dikumpulkan dan dianalisis, jadi kita perlu memastikan data tersebut ditangani dengan aman dan penuh hormat. Kemudian ada masalah keadilan: jika AI tidak dilatih dengan benar, AI mungkin secara tidak sengaja memihak beberapa mahasiswa daripada yang lain. Selain itu, kita tidak ingin terlalu bergantung pada teknologi sehingga kita melupakan sisi manusiawi dari pengajaran. Menemukan keseimbangan yang tepat antara alat pintar dan koneksi manusia yang nyata adalah kuncinya. Jadi, meskipun AI membuka kemungkinan baru yang menarik, kita harus menggunakannya dengan bijaksana, dengan tetap menempatkan kesejahteraan, hak, dan martabat mahasiswa sebagai pusat dari semuanya.

Kekhawatiran Privasi dan Keamanan Data dalam Pembelajaran yang Didorong AI

Dengan AI yang memainkan peran lebih besar dalam pendidikan, wajar untuk bertanya-tanya ke mana semua data mahasiswa itu pergi dan siapa yang dapat melihatnya.

Setiap kali mahasiswa mengerjakan kuis, mengajukan pertanyaan, atau berinteraksi dengan platform pembelajaran, sebagian informasi pribadi dikumpulkan. Meskipun ini membantu AI menyesuaikan pengalaman belajar, hal ini juga menimbulkan kekhawatiran serius tentang privasi dan keamanan. Bagaimana jika data tersebut jatuh ke tangan yang salah? Atau bagaimana jika data tersebut digunakan dengan cara yang tidak disetujui oleh mahasiswa atau orang tua? Itulah mengapa sangat penting untuk memiliki perlindungan yang kuat—kebijakan yang jelas, sistem yang aman, dan transparansi penuh—agar mahasiswa dapat belajar dengan percaya diri, mengetahui bahwa informasi mereka aman dan dihormati.

Bias dalam Rekomendasi dan Penilaian Berbasis AI

Kecerdasan buatan itu cerdas, tetapi hanya seadil data yang dipelajarinya. Terkadang, sistem di balik rekomendasi dan penilaian berbasis AI dapat secara tidak sengaja membawa bias—seperti lebih mengutamakan kelompok mahasiswa tertentu daripada yang lain, atau membuat penilaian yang tidak adil berdasarkan pola masa lalu. Misalnya, jika data yang digunakan untuk melatih AI sebagian besar berasal dari satu jenis pembelajar atau latar belakang, maka rekomendasi yang diberikannya mungkin tidak cocok untuk semua orang. Itu berarti beberapa mahasiswa dapat diarahkan ke materi yang salah atau dinilai lebih keras, meskipun mereka sudah berusaha sebaik mungkin. Ini adalah pengingat besar bahwa meskipun AI dapat sangat membantu, kita tetap membutuhkan orang-orang nyata yang mengawasi untuk memastikan bahwa AI tetap adil, inklusif, dan mendukung bagi setiap pembelajar.

Keseimbangan antara Otomatisasi AI dan Interaksi Manusia

Kecerdasan buatan dapat melakukan banyak hal—memberi nilai kuis dalam hitungan detik, menawarkan umpan balik yang dipersonalisasi, dan bahkan menyarankan apa yang harus Anda pelajari selanjutnya. Namun, meskipun semua itu sangat membantu, hal itu tidak dapat menggantikan kehangatan, empati, dan pemahaman yang berasal dari hubungan manusia yang nyata. Dosen melakukan lebih dari sekadar menyampaikan konten—mereka mendengarkan, memotivasi, dan membangun hubungan yang membuat pembelajaran bermakna. Jadi, meskipun AI dapat menangani tugas-tugas berulang dan membantu mempersonalisasi pembelajaran, penting untuk tetap menempatkan manusia sebagai inti pendidikan. Pendekatan terbaik adalah menemukan titik keseimbangan di mana AI menangani hal-hal teknis dan manusia membawa hati—bekerja sama untuk menciptakan pengalaman belajar yang cerdas dan suportif.

Kesenjangan Digital dan Masalah Aksesibilitas

Seiring pendidikan menjadi lebih digital, mudah untuk melupakan bahwa tidak semua orang memiliki akses yang sama terhadap teknologi. Beberapa mahasiswa mungkin tidak memiliki koneksi internet yang andal, perangkat pribadi, atau bahkan tempat yang tenang untuk belajar—dan itu menciptakan kesenjangan nyata, yang dikenal sebagai kesenjangan digital. Meskipun alat pembelajaran bertenaga AI dapat sangat membantu, alat tersebut juga dapat membuat beberapa mahasiswa tertinggal jika mereka tidak memiliki sumber daya yang tepat untuk menggunakannya. Selain itu, mahasiswa penyandang disabilitas mungkin kesulitan jika platform tidak dirancang dengan mempertimbangkan aksesibilitas. Itulah

mengapa sangat penting untuk memastikan bahwa alat pembelajaran digital bersifat inklusif, terjangkau, dan mudah diakses oleh semua orang—karena setiap mahasiswa berhak mendapatkan kesempatan yang sama untuk belajar dan berhasil, di mana pun mereka berada atau tantangan apa pun yang mereka hadapi.

6.7 AI DAN METAVERSE DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF

Masa depan pembelajaran tampak sangat menarik, berkat pertumbuhan pesat AI dan teknologi cerdas lainnya. Kita berbicara tentang tutor virtual yang terasa hampir seperti manusia, platform pembelajaran yang beradaptasi seperti dosen sungguhan, dan bahkan pengalaman imersif menggunakan teknologi seperti VR untuk menghidupkan pelajaran. Bayangkan berjalan-jalan di kota-kota kuno di kelas sejarah atau melakukan percobaan sains di laboratorium virtual, semuanya dipandu oleh AI yang tahu bagaimana Anda belajar dengan cara terbaik. Kita juga akan melihat cara yang lebih cerdas untuk melacak kemajuan, mendeteksi tantangan belajar sejak dini, dan menawarkan dukungan yang terasa personal dan tepat waktu. Seiring dengan pertumbuhan inovasi ini, tujuannya bukanlah untuk menggantikan dosen, tetapi untuk memberdayakan mereka, dan untuk membuat pembelajaran lebih menarik, inklusif, dan disesuaikan dengan setiap individu. Ruang kelas masa depan bukan hanya digital, tetapi juga dinamis dan dibangun di sekitar pembelajar.

Bayangkan memasuki ruang kelas virtual di mana Anda dan teman sekelas Anda—di mana pun Anda berada di dunia—dapat bertemu, menjelajah, dan belajar bersama seolah-olah Anda berada di ruangan yang sama. Itulah yang terjadi ketika AI bertemu dengan Metaverse dalam pembelajaran kolaboratif. Di ruang virtual ini, Anda dapat mengerjakan proyek kelompok, melakukan eksperimen, atau bahkan mengunjungi tempat-tempat bersejarah—semuanya melalui avatar digital Anda. AI membantu membuat pengalaman lebih lancar dengan memandu interaksi, menawarkan dukungan instan, dan bahkan menyesuaikan lingkungan agar sesuai dengan gaya belajar yang berbeda. Ini lebih dari sekadar teknologi keren—ini adalah cara baru untuk terhubung, belajar, dan berkreasi bersama di ruang yang terasa menarik, imersif, dan personal. Ini seperti sesi belajar kelompok di masa depan, di mana jarak tidak menghalangi kerja tim atau pembelajaran.

Aplikasi VR dan AR yang Didukung AI

Belajar menjadi lebih menyenangkan—dan efektif—ketika Anda benar-benar dapat mengalaminya, dan itulah yang dimungkinkan oleh VR dan AR yang didukung AI. Dengan VR, mahasiswa dapat menjelajahi tempat-tempat yang tidak akan pernah mereka jangkau di kehidupan nyata—seperti menyelam ke laut untuk pelajaran sains atau berjalan melalui peradaban kuno di kelas sejarah. AR, di sisi lain, menghidupkan pembelajaran tepat di depan Anda, melapisi informasi atau objek 3D ke dunia nyata menggunakan ponsel atau tablet. Sekarang, ketika Anda mencampurkan AI, pengalaman ini menjadi lebih cerdas. Sistem dapat beradaptasi dengan cara Anda berinteraksi, membimbing Anda melalui tugas, dan menawarkan umpan balik yang dipersonalisasi di sepanjang jalan. Ini seperti memasuki pelajaran yang tahu persis bagaimana membantu Anda belajar—membuat pendidikan lebih praktis, imersif, dan tak terlupakan.

Kecerdasan Emosional dan Komputasi Afektif yang Didorong AI

Belajar bukan hanya tentang fakta dan nilai—tetapi juga tentang perasaan. Terkadang, mahasiswa merasa frustrasi, bosan, atau kewalahan, dan itu benar-benar dapat memengaruhi cara mereka belajar. Di sinilah kecerdasan emosional berbasis AI, yang juga dikenal sebagai komputasi afektif, berperan. Sistem cerdas ini dapat menangkap isyarat emosional melalui hal-hal seperti ekspresi wajah, nada suara, atau pola pengetikan, dan merespons dengan empati. Misalnya, jika seorang mahasiswa tampak stres, sistem tersebut mungkin menawarkan dorongan, menyesuaikan tingkat kesulitan tugas, atau mengingatkan dosen untuk memeriksa keadaan mahasiswa. Ini seperti memberi teknologi kemampuan untuk peduli—bukan hanya melacak kemajuan, tetapi benar-benar memahami bagaimana perasaan mahasiswa saat itu. Kesadaran emosional semacam ini membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih suportif dan berpusat pada manusia di mana mahasiswa merasa dilihat, didengar, dan diperhatikan.

Peran AI Generatif dalam Pembuatan dan Penilaian Konten

AI Generatif seperti memiliki asisten super kreatif di kelas—AI ini dapat membantu dosen dan mahasiswa dengan membuat konten secara cepat. Butuh kuis singkat, bacaan, atau ide menulis kreatif? AI Generatif dapat membuatnya dalam hitungan detik, menghemat waktu dan memunculkan ide-ide baru. Teknologi ini juga dapat membantu dalam penilaian dengan menghasilkan soal latihan, meringkas topik yang kompleks, atau bahkan memberikan umpan balik yang dipersonalisasi berdasarkan pekerjaan mahasiswa. Bagi dosen, ini berarti lebih banyak waktu untuk fokus pada hal yang benar-benar penting—berhubungan dengan mahasiswa dan mendukung pertumbuhan mereka. Dan bagi mahasiswa, ini berarti mendapatkan materi pembelajaran yang disesuaikan, menarik, dan tepat untuk tingkat mereka. Ini adalah alat yang ampuh yang menambah fleksibilitas dan kreativitas baik dalam pengajaran maupun pembelajaran.

Pada akhirnya, teknologi AI canggih tidak hanya membentuk kembali cara kita mengajar, tetapi juga mengubah cara kita terhubung, mendukung, dan menginspirasi peserta didik. Dari sistem bimbingan cerdas dan umpan balik waktu nyata hingga jalur pembelajaran yang dipersonalisasi dan asisten virtual, AI membantu menjadikan pendidikan lebih adaptif, inklusif, dan menarik. Tetapi saat kita merangkul inovasi ini, sama pentingnya untuk tetap memperhatikan tantangan—seperti privasi data, akses digital, dan kebutuhan akan koneksi manusia. Ketika kita menemukan keseimbangan yang tepat antara teknologi dan empati, kita dapat membangun sistem pendidikan yang tidak hanya mengikuti perkembangan zaman tetapi juga benar-benar memberdayakan setiap peserta didik untuk berkembang. Seperti yang telah dibahas di bagian sebelumnya, teknologi seperti NLP, sistem rekomendasi, dan AI generatif sedang mengubah cara kita merancang, menyampaikan, dan mempersonalisasi pendidikan.

BAB 7
PEMBELAJARAN KOLABORATIF BERBASIS AI PADA PENDIDIKAN HIBRIDA

7.1 PENDAHULUAN

Semakin banyaknya perubahan dalam pendidikan telah menyebabkan pendekatan kolaboratif diakui sebagai cara utama untuk merangsang pemikiran kritis, kerja tim, dan pembelajaran yang bermanfaat. Baik mahasiswa bekerja bersama secara tatap muka maupun daring, mereka menjadi lebih terlibat dengan apa yang mereka pelajari dan berbagi ide melalui kolaborasi. Hal ini meningkatkan pengetahuan seseorang dan juga mengajarkan keterampilan penting seperti berbicara, mendengarkan, menghargai orang lain, dan bermain tim. Kecerdasan buatan (AI) menjadi semakin penting dalam mengubah cara mahasiswa dan dosen bekerja sama karena perubahan teknologi. Selain melakukan pekerjaan administratif atau bimbingan pribadi, AI kini digunakan untuk meningkatkan kelas kelompok, baik yang diajarkan secara tatap muka maupun daring. Dengan mengotomatiskan beberapa tugas, kini menjadi penting untuk memahami peran AI bersama manusia dalam kegiatan kooperatif.

Bab ini mengkaji bagaimana AI membantu pembelajaran melalui kerja kelompok, mendorong keterlibatan, dan menghasilkan hasil pembelajaran yang lebih baik. AI saat ini mencakup berbagai hal, mulai dari membantu diskusi hingga membentuk tim pembelajaran, secara diam-diam namun produktif mendukung apa yang dilakukan dosen dan mahasiswa di sekolah. Ketika kita melihat perubahan-perubahan ini, kita juga membahas aspek moral, praktis, dan pendidikan dari penggunaan AI dalam pembelajaran berbasis tim.

7.2 ERA BARU KOLABORASI PENDIDIKAN BERBASIS AI

Pembelajaran kolaboratif bukan hanya tentang memberi mahasiswa akses satu sama lain dalam tim. Hal ini terutama melibatkan peserta didik untuk menemukan makna bersama melalui diskusi, saling bertanya, dan secara interaktif membentuk wawasan baru. Kelompok yang efektif memiliki diskusi terbuka, menunjukkan rasa hormat kepada semua orang, dan setiap orang berperan dalam mencapai tujuan bersama. Baik secara tatap muka maupun daring, bekerja sama secara efektif tidak akan terjadi dengan sendirinya; dibutuhkan perencanaan khusus, lingkungan yang terstruktur dengan baik, dan dukungan yang serius untuk membantu aspek akademik dan sosial.

Namun, pembelajaran kolaboratif membutuhkan perhatian khusus agar berhasil. Para pendidik sering menghadapi masalah umum seperti keterlibatan mahasiswa yang tidak merata, argumen dan sikap yang bertentangan di antara teman sekelas, pembagian peran yang kabur, umpan balik yang terbatas dan tepat waktu, serta pengelompokan yang tidak sesuai. Tantangan-tantangan tersebut dapat menghambat mahasiswa untuk mendapatkan interaksi yang baik dan mencapai tujuan pembelajaran mereka. Kesulitan di lingkungan virtual biasanya lebih besar daripada di lingkungan nyata. Karena orang-orang kekurangan interaksi tatap muka

dan koneksi sosial sehari-hari, seperti yang ditemukan di kantor, peluang untuk salah paham dan merasa terputus dari orang lain dapat meningkat, dan di atas itu, mengelola perbedaan waktu dan jaringan elektronik bukanlah hal yang mudah. Kecerdasan buatan dapat berperan untuk membuat perbedaan besar di bidang ini. Dengan menganalisis bagaimana mahasiswa berinteraksi, menyesuaikan diri dengan kebutuhan pembelajar, dan memberikan dukungan langsung, AI meningkatkan kesetaraan, membuat kolaborasi lebih responsif, dan membantu kelas berhasil terlepas dari apakah mereka bertemu tatap muka atau daring.

7.3 PERAN AI DALAM PEMBELAJARAN KOLABORATIF

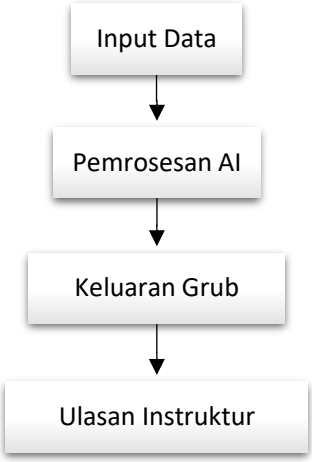
Kecerdasan buatan dalam pendidikan (AIED) menawarkan potensi untuk mengatasi hambatan utama dalam pembelajaran kolaboratif dengan memberikan dukungan yang dipersonalisasi, umpan balik adaptif, analitik waktu nyata, dan manajemen kelompok yang dinamis. Bagian ini membahas cara-cara utama penerapan AI.

Pembentukan Kelompok Cerdas

Fase penting dalam kolaborasi adalah memilih tim yang memiliki perbedaan dalam kemampuan dan pandangan, serta memiliki cara berinteraksi yang serupa dan lebih menyukai gaya kerja yang serupa. Tidak membentuk kelompok dengan benar dapat menyebabkan beberapa anggota kurang berpartisipasi, munculnya perbedaan di antara peserta, atau menjadi tidak tertarik, yang merusak apa yang dapat dilakukan oleh kerja tim. Biasanya, instruktur akan membuat kelompok dengan menggunakan metode seperti mengatur berdasarkan tempat duduk, memilih berdasarkan urutan abjad, atau hanya memutuskan secara acak. Meskipun mudah digunakan, pendekatan ini sering mengabaikan faktor-faktor penting yang memengaruhi seberapa baik suatu kelompok bekerja. Kecerdasan buatan menggunakan metode yang cerdas dan tepat untuk mengorganisir orang ke dalam kelompok. Dengan informasi tentang nilai-nilai mahasiswa sebelumnya, bagaimana mereka belajar, kinerja kognitif mereka, pendekatan komunikasi, dan kepribadian, AI menghasilkan kelompok yang mendukung keberhasilan mahasiswa. Sistem semacam itu mengumpulkan data historis masa lalu untuk mengidentifikasi perilaku khas di antara mahasiswa dan mengantisipasi kelompok mana yang kemungkinan akan berhasil.

Sebagai contoh, sistem AI dapat memasangkan mahasiswa yang memimpin dengan mahasiswa lain yang mampu menganalisis sesuatu atau menghasilkan ide, meskipun tidak seaktif secara sosial. Sistem ini juga dapat memikirkan tujuan pembelajaran dan memastikan bahwa mahasiswa dengan bakat yang berbeda saling membantu dengan cara yang bermanfaat. Dengan menggunakan data, pendekatan ini memungkinkan untuk membangun tim yang seimbang di mana semua anggota dapat saling membantu dan memperoleh keuntungan dari keterampilan masing-masing. Selain itu, algoritma cerdas untuk membagi mahasiswa ke dalam kelompok dapat dikembangkan agar sesuai dengan tujuan pembelajaran tertentu. Homogenitas dapat dipilih jika tugasnya adalah tentang mencakup materi tertentu, tetapi heterogenitas digunakan untuk memasukkan berbagai pandangan tentang masalah tersebut. AI berperan dalam memastikan mahasiswa mengalami berbagai kelompok sosial

selama masa sekolah mereka, yang mendorong setiap orang untuk berpartisipasi dalam proses pembelajaran.



Gambar 7.1 Proses pembentukan kelompok yang didukung AI melibatkan data masukan, pemrosesan AI, keluaran kelompok, dan riset instruktur.

Seiring sistem AI menjadi lebih adaptif, mereka dapat belajar dari hasil pengelompokan sebelumnya. Dengan menganalisis evaluasi rekan sejawat, tingkat keterlibatan, dan hasil kolaborasi, sistem ini dapat menyempurnakan strategi pengelompokan mereka dari waktu ke waktu, meningkatkan akurasi dan efektivitas. Dengan cara ini, AI tidak hanya menjadi alat untuk penugasan kelompok, tetapi juga fasilitator dinamis dari komunitas pembelajaran yang berkembang. Pada akhirnya, pembentukan kelompok cerdas yang didukung AI melampaui kenyamanan; ia menjadi elemen strategis dari desain instruksional, membantu mendorong kolaborasi yang bertujuan, seimbang, dan kondusif untuk pembelajaran yang lebih mendalam.

Fasilitasi yang Didukung AI: Peran Agen Cerdas dalam Memandu Kolaborasi

Proses pembelajaran kolaboratif yang sukses terutama bergantung pada pengajaran yang efektif. Di kelas tradisional, dosen dan fasilitator memimpin diskusi, membantu semua orang berpartisipasi, menyelesaikan konflik, dan mendorong mahasiswa untuk belajar lebih dalam. Namun, dengan lingkungan pendidikan yang semakin bergantung pada komputer dan pendekatan daring, instruktur tidak dapat membantu banyak orang sekaligus seperti dulu. Pada titik ini, agen cerdas atau fasilitator virtual menjadi bantuan yang menjanjikan karena AI.

Memahami Manfaat Penggunaan AI

Fasilitasi yang didukung AI berarti sistem AI terlibat dalam atau mengelola berbagai aktivitas pembelajaran dalam suatu kelompok. Fasilitator AI mendukung peserta didik dengan mengambil bagian dalam pelajaran, memberikan umpan balik yang bermanfaat, mendorong mahasiswa untuk bekerja sama, dan menunjukkan perilaku yang berguna. Seringkali, mereka menggunakan pemrosesan bahasa alami (NLP), pembelajaran mesin (ML), dan sistem dialog, yang membantu mereka memahami komentar mahasiswa, memperhatikan kerja tim, dan memberikan jawaban yang tepat. Jika dibuat dengan cara tertentu, mereka bertindak seperti chatbot, pendamping belajar tambahan, atau dosen di komputer.

Fungsi Utama Fasilitator AI dalam Pembelajaran Kolaboratif

1. Mendorong Partisipasi: Partisipasi yang tidak merata adalah salah satu kesulitan terbesar yang biasanya dihadapi tim. Beberapa mahasiswa berpartisipasi aktif di kelas, sementara sebagian besar lainnya kurang terlibat atau tidak terlibat sama sekali. Asisten AI dapat meninjau siapa yang bergiliran berdiskusi, memeriksa jumlah tanggapan, dan memperhatikan orang-orang yang tidak banyak berkontribusi dalam diskusi. Ketika tampak bahwa beberapa mahasiswa tidak berpartisipasi, dosen dapat menawarkan pertanyaan positif dan menarik untuk membantu mereka berpartisipasi .
2. Memfokuskan dan Menyesuaikan Diskusi: Diskusi kelompok mudah menyimpang dari topik dalam pengaturan apa pun. AI dapat meninjau konteks komunikasi dan dengan mudah mencocokkan makna yang relevan dengan tujuan utama. Jika orang mulai menyimpang, sistem dapat mengingatkan mereka dengan lembut atau mengajukan beberapa pertanyaan yang bijaksana.
3. Membimbing Mahasiswa untuk Berpikir Kritis: Fasilitator AI dapat dibuat untuk memiliki strategi yang mendorong pengguna untuk lebih fokus pada informasi. Mereka terkadang mengajukan pertanyaan terperinci, menawarkan sudut pandang mereka sendiri, atau mencoba membuat Anda berbicara lebih banyak dengan bertindak seperti orang berpengalaman yang bertanggung jawab atas diskusi.
4. Menangani Perselisihan dan Mengikuti Aturan: Terkadang, orang-orang dalam suatu kelompok tidak setuju atau gagal memahami satu sama lain. Meskipun beberapa konflik membantu mahasiswa, konflik juga dapat menghambat pembelajaran. Pengembang AI sedang merancang sistem canggih dengan fitur yang mengenali emosi negatif atau situasi yang menjadi tegang. Agen-agen ini mampu menyarankan cara untuk rileks dan memberi tahu instruktur jika diperlukan.
5. Mendemonstrasikan Cara Berkomunikasi dengan Baik: Ketika mahasiswa atau mereka yang memiliki bahasa ibu berbeda berada dalam sebuah kelompok, mereka mungkin tidak yakin bagaimana berkolaborasi dengan baik dengan orang lain. Agen AI dapat bertindak seolah-olah mereka meringkas komentar, meminta pemahaman lebih lanjut, dan menunjukkan rasa hormat ketika tidak setuju dengan seseorang.

Contoh

- Bazaar adalah agen percakapan yang dirancang untuk kerja tim STEM daring. Agen ini mendorong mahasiswa untuk berdebat dan menyelaraskan solusi. Studi menunjukkan mahasiswa yang dipasangkan dengan Bazaar terlibat lebih dalam dan berkinerja lebih baik.
- AutoTutor dan DeepTutor, yang awalnya dirancang untuk individu, kini diadaptasi untuk tutorial kelompok kecil.

Mengapa Penggunaan AI Bermanfaat untuk Fasilitasi

- Agen AI dapat secara efisien mendukung lingkungan skala besar seperti MOOC dan kelas campuran.
- Karena AI mengikuti metode yang konsisten, AI mendukung mahasiswa secara adil dan mudah diskalakan.

- Dengan setiap interaksi, sistem AI menjadi lebih sesuai dengan kebutuhan peserta didik, meningkatkan dukungan dan responsivitas.

Tantangan dan Manfaat Kerja Sama Tim

Namun demikian, AI tidak menyelesaikan setiap masalah yang mungkin terjadi. AI memiliki kesulitan dalam merasakan empati, membuat keputusan yang bijaksana, dan memahami perbedaan budaya, sementara manusia melakukan hal-hal ini secara alami. Penggunaan AI dan pendidik manusia menawarkan manfaat terbesar, karena AI cepat dan dapat membantu banyak mahasiswa, sementara manusia dapat menangani masalah yang lebih rumit, emosional, atau moral. Singkatnya, ada beberapa poin penting tentang pembelajaran. Bantuan AI mempermudah untuk membimbing kerja sama yang seimbang dan bertujuan untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Agen cerdas dapat langsung membimbing, mengubah fokus, dan mendukung mahasiswa dalam pembelajaran mereka. Meskipun AI sangat kuat, ia harus bekerja sama dengan fasilitator manusia. Tabel 7.1 menyoroti fungsi utama AI dalam lingkungan pembelajaran kolaboratif. Ini mencakup contoh alat AI dan referensi yang mendukung efektivitas setiap peran dalam meningkatkan kerja tim dan keterlibatan.

Tabel 7.1 Peran Kunci AI dalam Pembelajaran Kolaboratif

Peran	Deskripsi	Contoh Alat
Pembentukan Kelompok Cerdas	Menggunakan data mahasiswa untuk membentuk kelompok yang seimbang dan efektif	Algoritma AI
Fasilitasi yang Didukung AI	Agen virtual memandu kolaborasi dan partisipasi	Bazaar, AutoTutor
Analisis Waktu Nyata	Memantau dinamika kelompok dan memberikan umpan balik instan	Dasbor, NLP
Pengenalan Emosi	Mendeteksi keadaan emosional melalui teks, ucapan, dan video	Sistem AI Emosi

Pemeriksaan dan Umpan Balik Waktu Nyata

Pembelajaran kelompok sangat bergantung pada waktu pelaksanaan setiap aktivitas. Saat berpartisipasi dalam kerja kelompok, baik secara tatap muka maupun melalui platform daring, proses interaksi biasanya sama pentingnya dengan hasilnya. Namun, banyak kendala termasuk miskomunikasi, ketidakaktifan, dan perbedaan keterlibatan mahasiswa muncul di kelas dan membutuhkan tindakan cepat. Sebagian besar waktu, umpan balik yang diberikan setelah suatu aktivitas atau yang diamati oleh instruktur tidak membahas hal-hal yang muncul saat pembelajaran berlangsung. Di sinilah penggunaan AI secara waktu nyata untuk analisis dan umpan balik dapat mengubah keadaan menjadi lebih baik.

Sistem seperti itu selalu dapat mengamati mahasiswa saat mereka bekerja bersama dan menyimpan informasi ini untuk ditinjau. Mereka menerima masukan berupa pesan teks dalam obrolan atau dokumen, apa yang diucapkan di platform audio, dan informasi tentang bagaimana pengguna berperilaku, menggerakkan kursor, atau menghabiskan waktu untuk

bekerja. Beberapa alat canggih mampu memahami emosi seseorang berdasarkan ekspresi wajah dan cara mereka berbicara. Dengan menganalisis semua data, AI membentuk gambaran yang berubah tentang bagaimana setiap mahasiswa dan kelompok berfungsi. Manfaat utama dari proses ini adalah memberikan informasi yang tepat waktu dan bermanfaat untuk memandu aktivitas. Setiap kali anggota kelompok tidak berpartisipasi dalam waktu lama, sistem dapat mendorong mereka untuk berpartisipasi kembali. Pada saat yang sama, sistem dapat memberi tahu dosen sehingga mereka dapat segera membantu. Hal serupa dapat terjadi jika diskusi mulai menyimpang dari topik yang ditugaskan; dalam hal ini, AI dapat menawarkan petunjuk atau bahkan memandu kelompok kembali untuk membahas ide utama. Karena selalu ada respons langsung terhadap pertanyaan mereka, para pelajar terus maju dan mencapai tujuan mereka.

Selain hanya memeriksa berapa banyak waktu yang dihabiskan orang di situs tersebut, AI juga dapat mempelajari bagaimana mereka berkomunikasi dengan orang lain. Alat-alat ini dapat memeriksa pernyataan apa yang dibuat mahasiswa, seperti berbagi fakta, berdebat, bertanya, atau menawarkan analisis. Ketika sistem menyadari bahwa pembicaraan suatu kelompok tidak mendalam, sistem tersebut dapat mencoba mendorong anggota kelompok untuk membahas ide-ide mereka lebih dalam, menyebutkan keyakinan alternatif, atau mendukung pernyataan mereka. Dengan petunjuk ini, dosen tidak perlu terus-menerus mengawasi diskusi mahasiswa.

Karena mahasiswa tidak berinteraksi tatap muka secara daring, analisis cepat sangat membantu. AI memiliki kemampuan untuk mendeteksi tanda-tanda awal ketidakaktifan dengan melihat respons singkat, jeda yang lebih lama antar pembicaraan, atau penurunan tajam dalam kontak. Jika AI merasakan frustrasi atau kebingungan dalam nada emosional seseorang, AI dapat memberi tahu mereka tentang hal-hal yang bermanfaat, waktu istirahat, atau mengatakan sesuatu yang membangkitkan semangat. Meskipun AI empatik masih disempurnakan, AI ini membantu dosen memahami perasaan mahasiswa dan mendorong mereka dalam pembelajaran daring. Analisis pembelajaran waktu nyata membantu dosen dan mahasiswa. Lebih baik bagi instruktur untuk mengamati aktivitas kelompok melalui dasbor daripada meninjau kembali catatan atau transkrip nanti. Mereka memberikan gambaran tentang kelompok-kelompok yang lebih terlibat, anggota yang memberikan kontribusi terbesar, dan tim yang menghadapi tantangan. Dengan mampu melihat kemajuan mahasiswa mereka, seorang dosen dapat membantu setiap mahasiswa dengan bimbingan yang tepat sasaran bila diperlukan. Alih-alih hanya mengamati atau menyelesaikan masalah saat terjadi, dosen mengarahkan mahasiswa menggunakan informasi dari data.

Sebagai contoh, ambil kelas di mana mahasiswa, duduk berkelompok, mengerjakan tugas desain. Saat mahasiswa bekerja, sistem AI bekerja di balik layar, memeriksa file mereka dan mendengarkan apa yang mereka katakan. Sistem tersebut mendeteksi bahwa seorang mahasiswa telah diam dan belum membuat kemajuan selama beberapa waktu, dan bahwa tim belum memberikan alasan dari sumber untuk mendukung bagaimana mereka membuat keputusan. AI merekomendasikan pengambilan keputusan dengan bantuan bukti dan dengan lembut menyarankan mahasiswa yang diam untuk memberikan ide. Pada saat yang sama,

dosen melihat pola yang muncul di dasbor mereka dan ikut serta dalam kelompok untuk memberikan lebih banyak bantuan. Pada titik ini, teknologi bekerja sama dengan pemahaman orang untuk memberikan semua mahasiswa kesempatan belajar terbaik dan paling setara.

Namun, meskipun AI waktu nyata sangat efektif, hal itu juga dapat menimbulkan beberapa kekhawatiran besar. Jika mahasiswa menerima terlalu banyak umpan balik tentang berapa kali mereka melakukan kesalahan, hal itu dapat terasa berlebihan. Privasi harus dihormati, sehingga sistem yang mengamati suara, gerakan di kamera, atau emosi kita harus bekerja secara terbuka dan disetujui oleh pengguna. AI juga sulit memahami sarkasme, makna di balik perbedaan budaya, dan bagaimana konteks bekerja. Oleh karena itu, penggunaan umpan balik AI tidak boleh dianggap sebagai pengganti pengambilan keputusan manusia. Jika dibangun dan diimplementasikan dengan cara yang benar, analitik dan umpan balik waktu nyata dapat sangat meningkatkan pembelajaran kelompok. Mereka memberikan informasi yang cepat, mendorong semua orang untuk terlibat, dan memudahkan dosen untuk menanggapi kebutuhan mahasiswa yang ditentukan sebagai kelompok. Berkat kemajuan digital dan pertumbuhan data dalam pendidikan, alat-alat tersebut membantu menciptakan lingkungan belajar yang lebih ramah dan interaktif.

Rekomendasi dan Personalisasi Konten

Cara pembentukan kelompok di awal merupakan salah satu bagian terpenting, meskipun seringkali diabaikan, dalam pembelajaran kolaboratif yang baik. Pengaturan mahasiswa berdasarkan usia atau tingkatan kelas sangat memengaruhi interaksi, komunikasi, dan keberhasilan yang mereka amati. Biasanya, di kelas tradisional, instruktur akan mengatur kelompok sendiri, seringkali berdasarkan apa yang paling nyaman atau acak. Tentu saja, metode ini sederhana, tetapi biasanya mengabaikan bagaimana karakteristik seseorang dapat membentuk cara kerja kelompok. Ini adalah salah satu keunggulan AI, karena menggunakan data untuk menciptakan kelompok yang seimbang, produktif, dan beragam. Dalam pembentukan kelompok cerdas, untuk menciptakan tim mahasiswa, AI mempertimbangkan beberapa hal seperti keterampilan kognitif, gaya komunikasi, pengalaman sebelumnya, kemampuan emosional, dan kepribadian. Komposisi kelompok harus fokus pada pembagian peran dan bakat yang diperlukan untuk memastikan kolaborasi yang optimal. Biasanya, sistem AI menggunakan riwayat akademik mahasiswa, cara mereka bertindak daring, cara belajar mereka, dan survei tentang kemampuan mereka sendiri untuk memprediksi bagaimana mereka akan berinteraksi dalam berbagai kelompok.

Jadi, misalnya, AI di situs pembelajaran daring dapat meninjau profil mahasiswa, apa yang telah mereka serahkan, dan postingan mereka di forum diskusi untuk mengukur siapa yang biasanya memimpin, mengajukan pertanyaan sulit, dan membantu orang lain. Karena alasan itu, penting untuk memastikan bahwa setiap kelompok memiliki pemimpin, orang-orang kreatif, dan pendukung. Algoritma tersebut dapat menyatukan seorang mahasiswa dengan keterampilan logis, seorang mahasiswa dengan komunikasi verbal yang kuat, dan seorang mahasiswa lain dengan kreativitas dan ide-ide yang tidak biasa. Dengan pendekatan ini, keterampilan dan kemampuan mahasiswa dalam berbagai mata pelajaran dan cara berpikir terwakili. Alasan mengapa AI sangat ampuh dalam situasi ini adalah karena ia dapat belajar

dan menyesuaikan diri seiring berjalannya waktu. Jika kelompok-kelompok tertentu selalu menghasilkan kerja sama dan pembelajaran yang sukses, sistem akan memperhatikan dan menggunakan informasi ini untuk mengatur kelompok di masa mendatang. Sebaliknya, jika mahasiswa tertentu memiliki masalah dengan beberapa kelompok, sistem harus mencegah mereka dikelompokkan bersama lagi. Akibatnya, AI melampaui peran sebelumnya saja dan terus membantu dengan belajar dari pengalaman masa lalu serta data baru.

Sebuah ilustrasi dapat didasarkan pada pembelajaran bisnis yang menggabungkan peserta didik di kelas dan meminta mereka untuk menghasilkan ide-ide kampanye pemasaran. AI ini dapat mengakses kemampuan menulis mahasiswa, nilai kreativitas dari upaya sebelumnya, log yang merekam video mereka, dan ulasan yang diberikan dan diterima oleh rekan-rekan. Ia menemukan bahwa beberapa mahasiswa bekerja secara efisien ketika mereka berbagi kata-kata dengan pasangan, sedangkan yang lain bergabung dengan kelompok di mana struktur dan organisasi adalah kunci. Dengan informasi ini, ia menciptakan kelompok yang beragam dan sekaligus sesuai satu sama lain. Seiring berjalannya waktu dalam proyek, umpan balik dan tingkat keterlibatan di antara peserta dievaluasi, dan pengelompokan diubah untuk mendorong koneksi yang lebih baik di antara rekan-rekan.

Tentu saja, penting untuk menangani penggunaan AI dalam pembentukan kelompok dengan hati-hati. Penggunaan data yang cerdas dapat dengan mudah berubah menjadi pembuatan profil yang dapat diandalkan. Algoritma yang jelas diperlukan, karena mahasiswa atau dosen harus diizinkan untuk mengubahnya ketika situasi membutuhkannya. Penting bagi mahasiswa untuk memiliki suara dalam memilih dosen mereka. Orang yang menjalankan pembelajaran harus mengetahui bagaimana informasi tersebut digunakan dan menghindari pengelompokan yang dapat memperkuat perpecahan yang tidak adil. Meskipun demikian, AI dapat membantu kelompok untuk bersatu dalam banyak cara yang signifikan. Mengenali dan menghargai keterampilan mahasiswa dalam kelompok mereka kemungkinan akan membuat mereka merasa lebih menjadi bagian dari tim dan bersemangat untuk berpartisipasi. Ketika orang-orang dikelompokkan dengan keragaman yang disengaja dan minat yang serupa, mereka biasanya berfungsi lebih baik sebagai tim. Instruktur diberi kesempatan untuk menghemat waktu dan memastikan semua mahasiswa menunjukkan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan sejak awal. Terkadang perbedaan antara wawasan dan intuisi terlihat jelas dalam hasil akhir. Dosen dapat bekerja sama secara harmonis, setiap orang dalam diskusi menambahkan sesuatu yang bermanfaat, dan rekan sebaya dapat saling membantu karena kemampuan mereka yang saling melengkapi. Dalam hal ini, AI adalah cara untuk membantu dan menjadi aset berharga dalam membentuk aktivitas kelas yang memuaskan.

Pengenalan Sentimen dan Emosi

Karena sebagian besar kolaborasi sekarang dilakukan secara daring, salah satu masalah utama yang dihadapi oleh pendidik adalah kesulitan dalam memahami emosi mahasiswa mereka. Saat mengajar di kelas tradisional, dosen dapat merasakan apakah suatu kelompok merasa tidak yakin, tidak bahagia, tidak memperhatikan, atau bersemangat dari ekspresi wajah, postur tubuh, dan intonasi mereka. Sinyal-sinyal tersebut biasanya membantu dosen memilih kapan harus bertindak dan bagaimana membantu mahasiswa mereka. Sayangnya,

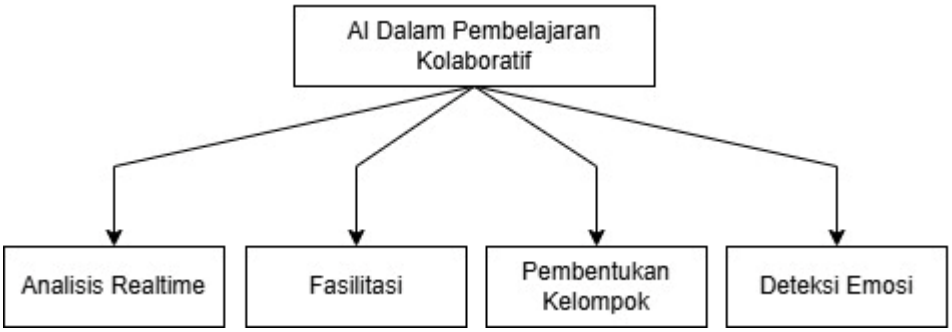
kelas virtual dapat menghilangkan sinyal-sinyal manusia ini, yang menyebabkan isolasi emosional mahasiswa dan masalah-masalah tersembunyi tanpa disadari siapa pun. Untuk mengatasi masalah ini, AI sekarang menerapkan metode yang dapat menganalisis emosi dan sentimen mahasiswa untuk memberikan ide-ide baru tentang bagaimana keadaan.

Kecerdasan buatan mempelajari emosi mahasiswa dalam kerja kelompok dengan menggunakan bahasa, melacak gerakan wajah mereka, memahami apa yang mereka katakan, dan mengamati bagaimana mereka mengetik. Ia menggunakan kata-kata dan tindakan fisik lainnya untuk menebak apakah mereka bingung, bosan, penasaran, stres, atau antusias. Jika diintegrasikan ke dalam perangkat lunak pembelajaran, data respons mahasiswa dapat menyesuaikan pengalaman belajar, memberikan saran yang bermanfaat, atau memberi tahu dosen tentang hambatan emosional yang dialami mahasiswa. Kecerdasan buatan dapat mendeteksi emosi dalam komentar tertulis saat bekerja di aplikasi teks kolaboratif. Tanda-tanda iritasi atau apatis yang berulang dalam bahasa mahasiswa, misalnya, mengatakan, "Saya tidak mengerti ini", dapat dideteksi oleh sistem. Sistem dapat menyarankan agar instruktur menghubungi atau mengirim pesan yang mendorong secara otomatis. Selain itu, jika seseorang mengatakan sesuatu seperti "Saya sangat menyukai ini" atau "Ini adalah rencana yang sangat bagus", maka sistem dapat memberi tahu kita apa yang harus terus dilakukan dan meneruskannya ke kelompok lain.

Perangkat lunak khusus dalam lingkungan kolaborasi untuk komunikasi video dapat dengan cepat memahami ekspresi wajah dan nada bicara orang secara umum. Jika penglihatan komputer dikombinasikan dengan AI, ia dapat mengidentifikasi perilaku seperti mengerutkan alis, mendesah, atau tidak banyak menggerakkan mata sebagai tanda seseorang yang lelah atau bingung. Pada saat yang sama, ia dapat mendengarkan suara Anda untuk mengetahui apakah stres atau kegembiraan Anda tercermin dalam perubahan nada atau kecepatan bicara. Menggabungkan semua tanda ini memungkinkan untuk melihat suasana kelompok dengan jelas, bahkan jika mereka tidak hadir bersama secara langsung. Teknologi ini dapat digunakan dalam sistem bimbingan cerdas yang mengawasi diskusi mahasiswa dalam kelompok kecil. Ketika sistem mendeteksi bahwa anggota kelompok menghadapi kesulitan, sistem dapat campur tangan dengan memberikan petunjuk, memperjelas instruksi, atau menyarankan istirahat singkat. Terkadang, jika seorang mahasiswa merasa dikucilkan secara sosial atau stres, sistem dapat merekomendasikan agar instruktur memberikan perhatian pribadi melalui pesan otomatis. Melalui pendekatan ini, kemanusiaan dalam pendidikan tetap terjaga sambil memanfaatkan apa yang dapat dicapai AI dengan baik.

Kemampuan untuk memahami dan bereaksi terhadap emosi sangat penting untuk membentuk ruang belajar yang inklusif dan adil. Anggota kelas dengan berbagai latar belakang dan cara berkomunikasi dapat merasakan hal yang berbeda tentang bekerja sama sebagai kelompok. Beberapa orang menganggap musik menyenangkan, namun musik juga dapat membuat beberapa orang merasa gugup atau terasing. Dengan lebih menyadari emosi, AI dapat menyoroti masalah yang dihadapi oleh mahasiswa yang pendiam sehingga pendidik dapat mengatasi kebutuhan setiap mahasiswa dengan cara yang lebih baik. Mahasiswa kini menggunakan bahasa untuk mendukung studi mereka dan juga kesehatan pribadi dan sosial

mereka. Tidak perlu diragukan lagi bahwa penggunaan pengenalan emosi di sekolah melibatkan kewajiban etis yang besar. Orang-orang memiliki kekhawatiran penting mengenai privasi, mendapatkan persetujuan orang lain, dan menafsirkan arti data. Keadaan emosional seseorang bergantung pada kepribadian mereka dan detail situasi. Keheningan di tengah pidato mungkin terlihat canggung, tetapi terkadang menunjukkan pertimbangan yang tulus. Sementara berteriak mungkin tampak seperti tanda frustrasi, itu juga bisa menunjukkan perasaan positif. Alat AI, terlepas dari kemajuannya, harus ditangani dengan hati-hati dan dengan pengetahuan bahwa alat tersebut tidak mampu sepenuhnya membaca emosi mahasiswa. Sangat penting bahwa pengumpulan dan penggunaan emosi jelas bagi peserta didik, dan mereka harus selalu memiliki kebebasan untuk menolak.



Gambar 7.2 AI dalam pembelajaran kolaboratif: Fungsi-fungsi utama.

Terlepas dari peringatan-peringatan ini, AI yang peka terhadap emosi berpotensi untuk secara mendalam meningkatkan pembelajaran kolaboratif dengan membawa empati dan responsif ke dalam ruang digital. AI dapat menjembatani kesenjangan emosional dalam pendidikan daring, membantu mahasiswa merasa diperhatikan dan didukung, serta memberdayakan dosen dengan wawasan tepat waktu yang mungkin tetap tersembunyi. Jika digunakan secara etis dan bijaksana, pengenalan sentimen dan emosi menjadi lebih dari sekadar fitur teknologi; ia menjadi jalan menuju pendidikan yang lebih berpusat pada manusia, bahkan di lingkungan yang paling maju secara teknologi.

7.4 AI DALAM KOLABORASI TATAP MUKA VS DARING

Konteks Tatap Muka

Di ruang kelas tradisional, AI dapat digunakan dengan papan tulis pintar, sensor yang menangkap suara, dan pengawasan kelas. Mereka mengumpulkan data di latar belakang dan memberikan informasi tentang pembelajaran yang tidak mengganggu pengajaran. Memang, AI dapat memeriksa percakapan antar manusia dengan mendengarkan rekaman dan mengetahui apakah mereka berkolaborasi, misalnya, dengan mengajukan pertanyaan, berbagi detail, dan meringkas hal-hal.

Lingkungan Pembelajaran Daring

Bekerja dengan mahasiswa lain menggunakan alat daring memberi AI lebih banyak masukan, namun kurang personal dibandingkan kelas tatap muka. AI mengatasi hal ini dengan mencatat penekanan tombol keyboard, pergerakan mouse, dan kapan pengguna berinteraksi

dengan sistem komputer. Sistem dasbor profesional menerapkan masukan ini untuk menampilkan interaksi tim dan memberikan kiat tentang cara meningkatkan keterlibatan mereka. Kecerdasan buatan memengaruhi cara orang belajar bersama, dan kita dapat melihat bagaimana beberapa hal menghubungkan keduanya dan hal lainnya sangat berbeda ketika digunakan secara bersamaan untuk pembelajaran tatap muka dan daring. Meskipun tujuan utama AI untuk membantu komunikasi, keterlibatan, dan pendidikan adalah sama, metode dan masalahnya sangat berbeda tergantung pada apakah pengajaran berlangsung di sekolah atau di internet.

Dalam lingkungan pembelajaran seperti itu, AI cenderung berbaur dan digunakan di seluruh lingkungan kelas. Kamera video dan mikrofon di ruang kelas modern mengumpulkan data yang digunakan untuk mempelajari interaksi yang terjadi di kelas. Mereka dapat mencatat mahasiswa mana yang berbicara, berapa banyak yang berpartisipasi dalam kelas, dan apakah kelompok yang diorganisir untuk pembelajaran kolaboratif fokus. Alat-alat saat ini mampu menangkap isyarat seperti anggukan, sinyal mata, atau posisi tubuh, yang menunjukkan apakah seorang mahasiswa memahami pelajaran. Dasbor waktu nyata memberi instruktur informasi tentang waktu partisipasi aktif mahasiswa atau momen ketika mahasiswa mulai keluar jalur. Akibatnya, dosen dapat langsung menanggapi situasi tersebut, membiarkan mahasiswa yang lebih pendiam bergabung atau memeriksa apakah semua orang mengikuti diskusi.

Keuntungan penting dari bentuk kolaborasi ini adalah ketersediaan berbagai bentuk data dan informasi. Jika mahasiswa duduk bersama di kelas, tindakan nonverbal mereka ditambah nada bicara dan ekspresi wajah mereka memberi AI petunjuk yang berguna untuk dianalisis. Akibatnya, aktivitas kelompok dan emosi yang ada di antara peserta dapat diperiksa dengan lebih akurat. AI dapat mengetahui apakah suatu kelompok telah berhenti berbicara dengan memeriksa ekspresi dan tatapan mereka untuk menentukan alasannya. Lebih mudah bagi aktivitas untuk berpindah antara fasilitator manusia dan AI dalam lingkungan ini. Setelah peringatan tersebut, seorang dosen dapat berpindah ke kelompok, mengajukan pertanyaan, dan kembali berbaur dengan nyaman dalam diskusi.

Sementara itu, pembelajaran kolaborasi daring hadir dengan pengaturan unik di mana peran AI menjadi lebih jelas dan terkadang lebih disukai. Karena terpisah secara fisik, mahasiswa menggunakan forum daring, konferensi video, dan dokumen grup untuk berkomunikasi dengan mahasiswa lain. Dalam pengaturan seperti ini, AI memainkan peran utama dalam menangani, memahami, dan membantu interaksi sosial. AI menganalisis pesan yang dikirim secara tertulis, mengikuti aktivitas di direktori bersama daring, menghitung waktu respons, dan mengamati wajah mahasiswa jika kamera terpasang. Karena instruktur daring tidak melihat mahasiswa mereka secara fisik, akan jauh lebih sulit bagi mereka untuk mengidentifikasi siapa yang memperhatikan dan siapa yang tidak. AI mengamati informasi digital dan mengubahnya menjadi saran yang bermanfaat untuk pengajaran.

Selain itu, mahasiswa di kelas virtual mungkin menghadapi tantangan tambahan karena masalah teknis, pekerjaan rumah tangga sehari-hari, atau kesepian. Program AI kolaborasi daring dirancang untuk mengidentifikasi kesenjangan perhatian, termasuk

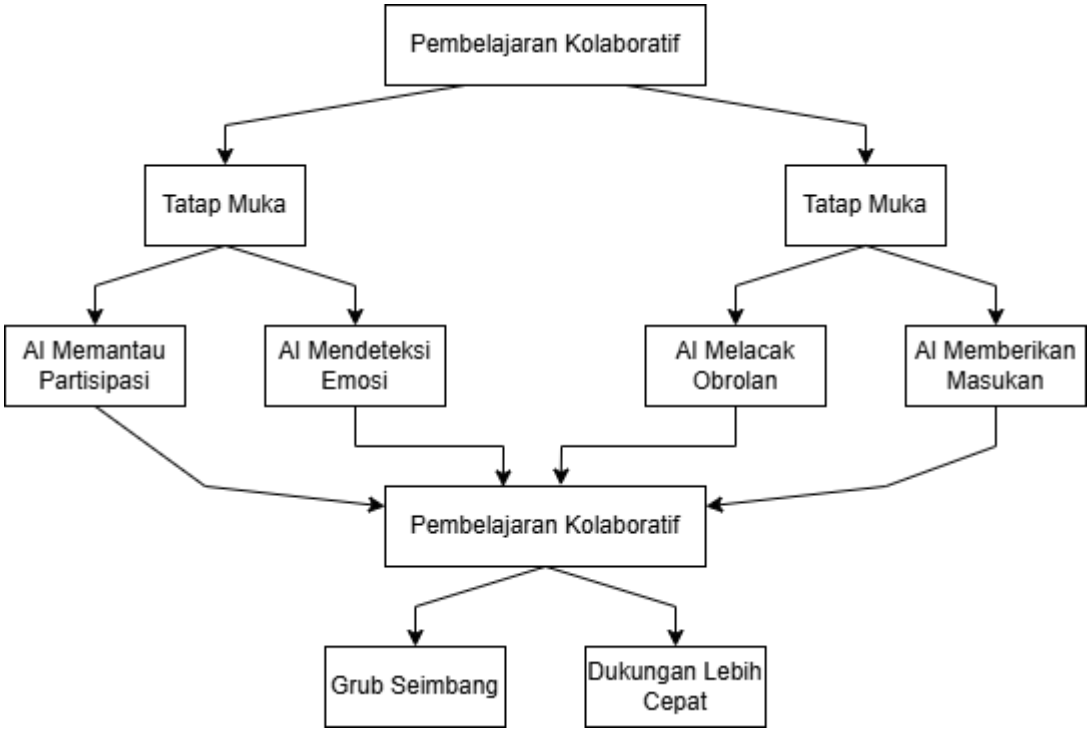
pengguna yang tidak aktif atau pesan yang dangkal dan cepat, dan kemudian menangani situasi tersebut jika perlu. Terkadang, mereka memberikan petunjuk kepada mahasiswa untuk memotivasi mereka, menyarankan cara menangani masalah yang rumit, atau memotivasi mereka untuk terlibat dengan teman sebaya melalui diskusi. AI membantu mahasiswa di sekolah dengan memberikan lebih dari sekadar dukungan; AI menghubungkan mereka secara sosial dan emosional karena pertemuan tatap muka tidak selalu memungkinkan bagi mereka.

Namun, ada masalah khusus yang hanya muncul dalam lingkungan digital. Jenis data yang digunakan dengan AI biasanya tidak seluas dan selengkap pengetahuan manusia. Sebagai contoh, nada yang salah dapat diambil dari kata-kata tertulis atau ketik, dan keheningan dapat disalahpahami. Jika seorang mahasiswa mengetik dengan lambat, mungkin karena mereka benar-benar sedang berpikir atau karena internetnya tidak terlalu kuat. Oleh karena itu, sistem AI harus direncanakan dengan hati-hati, dan mahasiswa juga harus memiliki cara untuk melaporkan situasi mereka ketika konteksnya tidak jelas. Selain itu, karena AI memantau aktivitas di berbagai perangkat di dunia digital, orang-orang semakin khawatir tentang dampaknya terhadap privasi, kebebasan, dan pilihan mereka. Terlepas dari semua perbedaan ini, AI mampu meningkatkan pembelajaran di kedua jenis sekolah dengan menawarkan konten yang dipersonalisasi, mendorong partisipasi yang setara, dan memberikan intervensi tepat waktu. Yang membedakan pendekatan ini bukanlah seberapa kuat AI, tetapi bagaimana AI sebenarnya diterapkan. Di ruang kelas dengan kehadiran dosen, AI mendukung dosen dengan masukan berbasis data yang tidak terlihat oleh mahasiswa. Ketika pendidikan berlangsung daring, AI membantu dengan menambahkan struktur, nasihat, dan dukungan emosional karena tidak ada dosen yang hadir secara langsung.

Tabel 7.2 Perbedaan antara kolaborasi tatap muka dan daring yang didukung AI

Aspek	Tatap Muka	Daring
Pengumpulan Data	Kamera, sensor audio, alat-alat kelas	Log, analisis obrolan, konferensi video
Peran Instruktur	Intervensi waktu nyata dengan isyarat fisik	Mengandalkan masukan dan peringatan dasbor
Kesadaran Emosional	Pengamatan langsung terhadap perilaku mahasiswa	AI menyimpulkan emosi dari jejak digital

Tabel 7.2 membandingkan bagaimana teknologi AI beroperasi secara berbeda dalam pengaturan pembelajaran kolaboratif tatap muka dan daring. Tabel ini menguraikan variasi dalam pengumpulan data, keterlibatan instruktur, dan kesadaran emosional. Gambar 7.3 menunjukkan bahwa AI mendukung pembelajaran kolaboratif dengan memantau partisipasi dan memberikan umpan balik baik dalam pengaturan tatap muka maupun daring. Hal ini mengarah pada keterlibatan yang lebih baik, kerja kelompok yang seimbang, dan dukungan yang lebih cepat.



Gambar 7.3 AI dalam pembelajaran kolaboratif.

Pada akhirnya, nilai AI dalam kedua pengaturan tersebut bergantung pada seberapa baik AI diintegrasikan ke dalam kerangka pedagogis kolaborasi. Penggunaan AI yang paling efektif bukanlah pendekatan satu ukuran untuk semua, tetapi pendekatan yang peka terhadap konteks. Pendekatan ini menghargai dinamika unik interaksi tatap muka sekaligus merangkul fleksibilitas dan skala pembelajaran daring. Baik mahasiswa berkumpul di sekitar meja atau terpisah oleh zona waktu dan layar, AI dapat membantu mendekatkan mereka tidak hanya pada konten, tetapi juga satu sama lain jika diterapkan dengan hati-hati, transparan, dan pemahaman mendalam tentang pengalaman belajar.

7.5 TANTANGAN DAN PERTIMBANGAN ETIS

Meskipun AI dapat meningkatkan proses kerja sama dalam kelompok, penggunaannya harus dikelola dengan hati-hati dan menghormati etika. Memastikan keamanan data adalah salah satu masalah terbesar. AI bergantung pada penggunaan informasi pribadi tentang mahasiswa seperti teks, cara mereka berbicara, perilaku, dan perasaan mereka. Dengan keamanan yang lemah, data ini dapat disalahgunakan atau diekspos kepada pihak lain di luar perusahaan. Semua data harus dilindungi, disimpan dengan aman, dan selalu dikumpulkan dengan persetujuan pengguna yang jelas. Pertimbangan diperlukan karena algoritma juga mungkin bias. AI belajar menggunakan data historis, dan data ini mungkin dipengaruhi oleh ketidakadilan saat ini. Jika pendekatan ini tidak diawasi dengan benar, mereka mungkin akan mengulangi stereotip, yang dapat mengabaikan atau merugikan kelompok mahasiswa tertentu. Mendapatkan data dari berbagai kasus dan mengawasinya melalui audit membantu memastikan adanya keadilan.

Sangat penting juga agar prosesnya jelas. Banyak alat AI tidak menjelaskan proses pengambilan keputusannya. Setiap orang harus mengetahui tujuan di balik pengelompokan yang terjadi atau perilaku yang menarik perhatian. Jelas, berbagi informasi dengan pengguna membangun kepercayaan dan berarti masukan mereka dapat menjadi penting. Satu lagi kekhawatiran adalah bahwa ketergantungan yang berlebihan pada otomatisasi dapat menjadi masalah. Meskipun AI dapat menangani bagian pemantauan dan pemberian umpan balik, AI tidak memiliki kreativitas dan spontanitas yang ditawarkan oleh keterlibatan manusia. Pendidik masih sangat penting dalam pembelajaran, dan mereka harus menggunakan AI untuk mempermudah tugas mereka daripada membiarkan AI menggantikan peran mereka.

Tabel 7.3 Tantangan etika dalam pembelajaran kolaboratif yang ditingkatkan AI

Tantangan	Deskripsi	Strategi Mitigasi
Privasi Data	Data mahasiswa yang sensitif dikumpulkan dan disimpan	Mekanisme persetujuan, penyimpanan aman
Bias Algoritma	AI dapat melanggengkan bias yang ada	Kumpulan data yang beragam, audit berkala
Transparansi dan Pengawasan	Kurangnya kejelasan dalam keputusan AI	AI yang dapat dijelaskan, kontrol pengguna

Tabel 7.3 menguraikan kekhawatiran etis utama yang terkait dengan AI dalam pembelajaran kolaboratif, termasuk privasi, bias, dan transparansi. Tabel ini juga menyarankan strategi untuk mengatasi tantangan-tantangan ini secara bertanggung jawab. Secara keseluruhan, AI dapat meningkatkan pembelajaran kelompok secara signifikan jika ditangani dengan baik, selama digunakan untuk mendukung orang, bukan melawan mereka.

7.6 EVOLUSI KOLABORASI PEMBELAJARAN BERBASIS AI

Di tahun-tahun mendatang, pembelajaran tim yang dibantu AI mungkin akan lebih erat kaitannya dengan teknologi baru untuk memberikan pengalaman yang lebih baik, lebih responsif, dan lebih personal kepada para pembelajar. Salah satu bidang terbesar adalah Extended Reality (XR), di mana AI akan membantu orang bekerja sama di ruang virtual dan augmented reality. Di sini, mahasiswa dapat mengikuti laboratorium simulasi, berkolaborasi melalui internet, atau berpartisipasi dalam aktivitas 3D, sementara AI secara aktif membantu kelompok dan memastikan setiap mahasiswa terlibat. Analisis pembelajaran multimodal juga menciptakan perubahan besar di bidang ini. Sistem AI di masa depan akan bergantung pada beberapa sumber informasi, seperti video, audio, data tertulis, atau bahkan sinyal mata atau jantung seseorang. Penggunaan pengembangan teknologi masa depan multi-level memberikan pandangan yang lebih jelas dan akurat tentang bagaimana mahasiswa berperilaku secara emosional dan sosial, dan bagaimana mereka berpikir saat bekerja dengan orang lain.

Penggunaan AI kemungkinan akan menghadirkan komunitas pembelajaran adaptif yang menciptakan kelompok mahasiswa dan terus meningkatkan kemampuan mereka. Jika tujuan dan pengalaman masa lalu orang-orang serupa, dan mereka akur, kelompok mereka

akan membentuk pembelajaran dan hubungan mereka dari waktu ke waktu. Jika kita melihat inovasi-inovasi ini secara bersama-sama, masa depan membayangkan AI bekerja sama dengan dosen untuk mengubah kolaborasi, membentuk komunitas cerdas yang menyambut semua orang dan semakin memperhatikan setiap peserta didik.

7.7 MERANCANG RUANG KOLABORASI YANG ADIL DAN INKLUSIF BERBANTUAN AI

Kecerdasan buatan akan memberikan dampak besar pada cara orang belajar bersama. AI mampu membangun kelompok yang kuat, mengarahkan diskusi, mengomentari aktivitas, dan mendeteksi emosi, sehingga menawarkan banyak manfaat baru bagi mahasiswa baik di kelas tatap muka maupun daring. Dengan bantuan alat-alat ini, pendidik dapat mengatasi masalah lama seperti partisipasi yang tidak seimbang, keterlibatan yang rendah, dan berbagai masalah organisasi karena alat-alat ini menawarkan bantuan yang efisien, fleksibel, dan berbasis data. Sebagai contoh, platform berbasis AI dapat melacak mahasiswa mana yang berkontribusi dan mana yang tertinggal, memungkinkan dosen untuk melakukan intervensi sejak dini dan secara adil. Sistem ini dapat menawarkan umpan balik yang disesuaikan, menyarankan pasangan kelompok yang menyeimbangkan kekuatan dan kelemahan, dan beradaptasi secara real-time terhadap kebutuhan peserta didik yang terus berkembang. Dukungan dinamis ini memungkinkan dinamika kelompok yang lebih inklusif, mendorong kesetaraan di antara mahasiswa dari berbagai latar belakang dan tingkat keterampilan.

Terlepas dari potensi AI, kita harus berhati-hati tentang perannya dalam pembelajaran kolaboratif. Cara kerja alat-alat ini sangat bergantung pada desainnya serta pengaturan etika, pengajaran, dan manusiawi di mana alat-alat tersebut digunakan. Privasi perlu dihormati, langkah-langkah harus diambil untuk mengatasi bias, dan kejujuran harus menjadi panduan dalam segala hal. Data yang dikumpulkan untuk meningkatkan kolaborasi harus disimpan dan diproses secara bertanggung jawab, dengan transparansi tentang bagaimana data tersebut digunakan dan siapa yang memiliki akses ke data tersebut. Jika tidak ditangani dengan hati-hati, penggunaan AI dalam lingkungan pembelajaran dapat secara tidak sengaja memperkuat stereotip atau mengecualikan suara-suara tertentu.

Yang terpenting, empati, kreativitas, dan rasa ingin tahu adalah hal-hal yang membuat pengalaman belajar bersama menjadi sangat berharga. Meskipun AI dapat membantu menyusun dan meningkatkan kerja kolaboratif, AI tidak dapat menggantikan kedalaman interaksi manusia, pemahaman emosional, dan kreativitas spontan yang terjadi dalam lingkungan belajar kelompok. Kualitas manusia ini harus tetap menjadi inti dari setiap upaya pendidikan. Kecerdasan buatan paling kuat bukan dengan menggantikan kontak manusia, tetapi dengan membantu memperbaikinya. Jika diterapkan dengan bijak, AI dapat mendorong pembelajaran yang lebih menerima, lebih terhubung erat dengan penggunanya, dan menarik minat mereka. AI menawarkan cara untuk membangun persahabatan yang lebih baik di antara para pembelajar, baik mereka bekerja berdampingan maupun dari jarak jauh. Dengan menggunakan AI untuk mengurangi gesekan dan mempersonalisasi dukungan, pendidik dapat menciptakan ruang untuk dialog dan kerja sama yang lebih bermakna. Bukan AI itu sendiri yang penting, tetapi tujuan penggunaannya yang akan berperan dalam memandu bagaimana

pembelajaran akan berkembang. Masa depan pembelajaran kolaboratif terletak pada perpaduan wawasan manusia dengan dukungan AI untuk menciptakan pengalaman pendidikan yang lebih kaya dan terhubung.

BAB 8
MASA DEPAN PENDIDIKAN DI ERA AI DAN CHATGPT

8.1 LANSKAP GLOBAL IMPLEMENTASI AI DALAM ASPEK PEDAGOGI DAN ETIKA

Kecerdasan buatan (AI) telah berkembang dan mapan sebagai elemen disruptif dalam pendidikan yang telah mengubah cara pengetahuan disampaikan, diakses, dan dinilai. Dalam dekade terakhir, teknologi AI telah berevolusi paling pesat dari alat otomatisasi minimal menjadi sistem yang menyediakan pembelajaran personal, membantu dosen, dan memberikan umpan balik terapan dan waktu nyata kepada mahasiswa. Karena lembaga pendidikan di seluruh dunia berupaya meningkatkan hasil belajar dan mengatasi kesenjangan prestasi, prospek integrasi AI berkembang pesat di pendidikan dasar, menengah, dan pascasarjana. Salah satu perkembangan yang lebih revolusioner adalah model bahasa besar seperti ChatGPT. Dengan menggunakan pembelajaran mendalam dan pemrosesan bahasa alami, ChatGPT mampu melakukan percakapan yang menyerupai manusia, menghasilkan dan memproduksi desain atau konten, serta menjawab pertanyaan dan memberikan bantuan untuk kegiatan pedagogis. Karena keserbagunaan dan kemudahan aksesnya, ChatGPT berfungsi sebagai paradigma yang kuat tentang apa yang dapat ditawarkan AI dalam pendidikan, termasuk perkembangan seperti bimbingan belajar yang dipersonalisasi, penilaian otomatis, dan pembelajaran interaktif dalam skala yang lebih besar.

Tujuannya adalah untuk memberikan penilaian kritis tentang kemungkinan manfaat dan kemungkinan konsekuensi negatif dari penggunaan AI dalam pendidikan, khususnya ChatGPT. Penilaian ini menggunakan beberapa meta-analisis terkini, studi pembelajaran primer, tetapi juga beberapa studi dari lapangan, sebagai cara untuk memberikan lensa yang cukup netral bagi pendidik, administrator, dan pengembang kebijakan. Di sini kita mempertimbangkan beberapa skenario dunia nyata untuk tujuan pemahaman melalui diskusi studi kasus.

Studi Kasus Dunia Nyata

i. *Studi Kasus 1: Pembelajaran yang Dipersonalisasi dalam Matematika K-12*: Di sebuah distrik sekolah negeri di AS, para dosen menerapkan bimbingan belajar berbasis ChatGPT ke dalam kurikulum matematika mereka. Mahasiswa yang bekerja dengan ChatGPT untuk bantuan pemecahan masalah yang dipersonalisasi menunjukkan peningkatan 15% lebih besar dalam skor tes standar dibandingkan dengan teman sebaya yang menggunakan sumber daya tradisional. Para dosen berbagi bahwa tutor AI membantu mereka menghabiskan lebih banyak waktu dengan mahasiswa yang membutuhkan bantuan tambahan, yang secara keseluruhan meningkatkan keterlibatan mahasiswa di kelas.

ii. *Studi Kasus 2*: *Dukungan Penulisan Akademik di Pendidikan Tinggi*: Konteks Univ Stekom menggunakan ChatGPT sebagai sistem pendukung penulisan akademik untuk mahasiswa sarjana yang berbasis di Inggris. Mahasiswa dapat menerima umpan balik instan mengenai tata bahasa, struktur, dan argumentasi mereka. Secara keseluruhan,

nilai esai mahasiswa meningkat rata-rata satu nilai huruf, dan mahasiswa yang terlibat dengan ChatGPT, secara keseluruhan, mengalami peningkatan lebih besar, dengan mahasiswa yang kemampuan berbahasa Inggrisnya bukan penutur asli termasuk yang paling mungkin mengalami peningkatan. Para dosen juga khawatir tentang peningkatan serius dalam masalah orisinalitas dan integritas akademik, oleh karena itu mereka memperkenalkan pemeriksaan yang lebih ketat terhadap plagiarisme.

iii. *Studi Kasus 3*: *Memajukan Pendidikan STEM di Komunitas Terbelakang:* Di wilayah pedesaan India, sebuah program percontohan menyediakan chatbot yang diaktifkan ChatGPT pada tablet berbiaya rendah untuk mendukung pendidikan sains. Mahasiswa dari daerah yang sangat terpencil, dengan sedikit atau tanpa akses ke dosen yang berkualitas, berinteraksi dengan chatbot untuk memperkaya pemahaman mereka tentang konstruksi ilmiah, melakukan eksperimen virtual, dan mencari klarifikasi atas pertanyaan yang mereka ajukan dalam eksplorasi mereka. Selain memajukan literasi sains, program ini telah mencapai angka putus sekolah yang lebih rendah dengan membawa pembelajaran berbasis pengalaman kepada mahasiswa-mahasiswa ini. Kasus-kasus ini mencontohkan bagaimana AI dalam pendidikan memiliki potensi yang terdokumentasi serta tantangan yang terdokumentasi. Seiring teknologi memperluas peluang untuk belajar sambil mempromosikan kesetaraan dan meningkatkan hasil belajar, hal ini menimbulkan pertanyaan penting dan kompleks mengenai etika, kesetaraan, dan akses, serta pekerjaan profesional para pendidik. Bab ini berfungsi sebagai pemeriksaan kritis terhadap kompleksitas ini dengan tujuan untuk menunjukkan keharusan yang didasarkan pada bukti untuk bertindak ketika menanamkan AI sebagai sumber daya pendidikan.

Ke depan, dunia teknologi AI yang sedang berkembang akan terus menciptakan kemungkinan dan tantangan baru bagi pendidikan. Imersi multimodal melalui sistem AI, personalisasi tingkat lanjut, dan analitik pembelajaran mendalam dapat memungkinkan penggunaan AI yang berdampak lebih besar pada lanskap pendidikan. Namun demikian, pertimbangan utama yang muncul dari studi ini yang berfokus pada pedagogi, membangun literasi AI, menanggapi isu kesetaraan, dan menjaga integritas akademik kemungkinan akan menjadi inti dari setiap penggunaan teknologi yang sukses yang dikembangkan.

8.2 SINTESIS AKADEMIS DAN SISI DISRUPTIF KECERDASAN BUATAN

Persimpangan antara AI dan pendidikan telah menarik perhatian akademis yang cukup besar selama dekade terakhir. Seiring dengan perkembangan AI melalui proses pematangannya, fase eksperimen dengan AI akan beralih ke proyek-proyek AI yang bergerak menuju implementasi yang lebih terukur. Hal ini telah menyebabkan investigasi mendalam tentang efektivitas AI di berbagai mode pedagogis (pembelajaran), etis (moral dan etiket), dan struktural (infrastruktur dan kerangka kerja). Pembelajaran terbaru berpendapat bahwa teknologi AI dapat mendorong pengalaman belajar yang personal dan berpusat pada mahasiswa. Misalnya, Holmes dan rekan-rekan. berpendapat bahwa sistem AI yang mencakup adaptasi konten dinamis, umpan balik formatif, dan analitik pembelajaran memungkinkan

dosen yang sedang bertugas untuk mendiagnosis kesalahpahaman mahasiswa dan menyesuaikan keputusan pengajaran. Hal ini sejalan dengan pendekatan pedagogis sosio-konstruktivis yang menekankan pembelajaran aktif dan pengalaman pendukung oleh dosen.

Terutama, model bahasa besar (LLM), seperti ChatGPT, semakin populer karena kemampuan bahasa alaminya. Zhai mengeksplorasi bagaimana ChatGPT dapat bertindak sebagai asisten menulis, mitra kognitif, dan alat brainstorming. Zhai menunjukkan kegunaan ChatGPT dalam dua tingkat tugas menulis yang berbeda, yaitu tingkat permukaan (misalnya, mekanis, seperti koreksi tata bahasa) serta tingkat yang lebih dalam (misalnya, gestural, seperti membangun argumen). Zhai juga memberikan contoh kehati-hatian terkait ketergantungan yang berlebihan, serta batasan kompleks antara bantuan dan otomatisasi. Kong dan rekan-rekan. memberikan perspektif lintas negara, menyoroti bagaimana ChatGPT dan alat serupa dilatih di tiga negara (China, Australia, dan Jerman). Kesimpulan mereka menunjukkan bahwa konteks budaya dan kurikuler penting dalam hal adopsi AI, dan variasi penerimaan oleh dosen, kebijakan, dan tingkat literasi digital di kalangan mahasiswa juga membentuk respons situasional mereka terhadap AI.

Area minat lainnya adalah keterlibatan dan motivasi mahasiswa. Dai dan rekan-rekan. berpendapat bahwa mahasiswa yang berinteraksi dengan ChatGPT menunjukkan tingkat keterlibatan kognitif yang lebih tinggi dan lebih sedikit keengganan untuk mengajukan pertanyaan, sebuah keuntungan yang tampaknya menjadi manfaat yang lebih besar di antara mahasiswa yang lebih introvert atau mereka yang belajar dalam bahasa kedua. Ketersediaan chatbot 24/7 juga membantu membuat meminta bantuan lebih mudah diterima, membantu pembelajaran mandiri. Meskipun manfaat ini mungkin menjanjikan, kekhawatiran tetap valid. Seperti yang ditunjukkan McGee, ada risiko integritas akademik yang terkait dengan alat AI. Dengan kata lain, sementara ChatGPT, misalnya, dapat membantu mahasiswa dalam mencari tahu apa yang diminta dari tugas mereka, ada juga risiko bahwa mahasiswa dapat menggunakannya untuk menghasilkan jawaban lengkap, secara efektif melewati pemikiran tingkat tinggi. Dengan demikian, lembaga-lembaga tampaknya bergulat dengan bagaimana menentukan keseimbangan yang masuk akal antara manfaat yang berasal dari penggunaan alat AI dan keberhasilan mahasiswa, sementara pada saat yang sama berupaya untuk mempromosikan orisinalitas dan integritas.

Selain itu, akses yang tidak merata terhadap AI menciptakan masalah kesetaraan yang signifikan. Organisasi untuk Kerja Sama Ekonomi dan Pembangunan (OECD) menjelaskan bahwa peserta didik di sekolah-sekolah yang kekurangan sumber daya atau daerah pedesaan mungkin kekurangan infrastruktur yang dibutuhkan untuk menggunakan alat-alat AI, dan ini dapat semakin memperdalam kesenjangan digital. Mengatasi ketidaksetaraan ini mencakup langkah-langkah kebijakan yang bertujuan untuk menyediakan perangkat, pelatihan dosen, dan pengembangan konten yang relevan secara lokal. ChatGPT juga telah diteliti sebagai sarana untuk pembelajaran sepanjang hayat dan pendidikan orang dewasa. Antarmuka percakapannya telah digunakan untuk melibatkan peserta didik dalam simulasi konteks tempat kerja, menjelaskan konsep teknis yang kompleks, dan memberikan pelatihan dalam

konteks pembelajaran non-tradisional, seperti dalam pelatihan perusahaan dan mikro-kredensial daring.

Perlu dicatat bahwa aplikasi-aplikasi ini membantu membawa AI melampaui pendidikan tradisional dan menunjukkan betapa serbagunanya AI. Secara keseluruhan, studi-studi yang disebutkan di atas menunjukkan bahwa meskipun ChatGPT dan sistem AI terus menawarkan potensi untuk mendukung pengajaran dan pembelajaran, efektivitasnya akan bergantung pada bagaimana sistem tersebut secara sengaja diintegrasikan ke dalam pedagogi. Para pendidik perlu dilatih untuk melihat AI bukan sebagai pengganti, tetapi sebagai alat untuk meningkatkan proses pembelajaran kognitif dan metakognitif.

Efektivitas ChatGPT dalam Pendidikan

Dalam meta-analisis terbaru, para peneliti menemukan bahwa ChatGPT memiliki efek positif yang signifikan terhadap kinerja belajar mahasiswa, efek positif moderat secara keseluruhan terhadap persepsi belajar, dan bahkan pemikiran tingkat tinggi, dengan ukuran efek yang besar (g = 0,867). Hasil yang konsisten ini di semua lingkungan pendidikan dasar, menengah, dan tinggi memengaruhi mahasiswa di semua mata pelajaran, dengan efek terkuat di bidang berbasis keterampilan dan sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM). Kontributor lain terhadap efektivitas ChatGPT dalam lingkungan akademik tersebut dapat dikaitkan dengan kemampuannya untuk memberikan umpan balik langsung dan personal serta kemampuan untuk memberikan dukungan dalam tugas pemecahan masalah yang menantang.

AI Generatif dan ChatGPT dalam Lingkungan Akademik

AI Generatif, dan khususnya LLM seperti ChatGPT, hadir sebagai teknologi disruptif dalam pendidikan. Para peneliti menekankan bahwa ChatGPT mampu mendukung pembelajaran interaktif dengan memfasilitasi sesi bimbingan, menghasilkan materi akademik, dan memberikan bantuan dalam mengatasi hambatan bahasa. Studi yang dilakukan oleh Patel dan rekan-rekan. menunjukkan bahwa mahasiswa yang menggunakan ChatGPT untuk bantuan penulisan melaporkan peningkatan kejelasan dan struktur dalam esai, sekaligus menyadari potensi risiko seperti ketergantungan pada konten yang dihasilkan AI. Pandangan para pengajar beragam. Sementara beberapa pendidik memuji ChatGPT sebagai cara untuk meningkatkan produktivitas, yang lain khawatir tentang plagiarisme dan pengaruhnya terhadap pengembangan pemikiran kritis. Dalam survei baru-baru ini terhadap 300 instruktur pascasarjana, 65% responden menunjukkan keinginan mereka untuk mengeksplorasi dan menerapkan alat ChatGPT dengan batasan atau pedoman, sementara 25% lainnya ingin menunda atau melarang alat ChatGPT sampai pedoman etika dikembangkan.

Tantangan dan Pertimbangan Etis

Meskipun ada banyak manfaat menggunakan ChatGPT, ada juga tantangan yang berkaitan dengan integritas akademik (termasuk potensi plagiarisme dan ketergantungan berlebihan pada konten yang dihasilkan AI) serta pertimbangan kesetaraan, termasuk potensi untuk memperlebar kesenjangan yang ada dalam pendidikan karena perbedaan akses terhadap teknologi AI. Implikasi etis dari kepemilikan (privasi data), bias algoritma, dan lanskap pekerjaan yang berubah bagi pendidik berarti bahwa ada juga kebutuhan akan kebijakan dan

peraturan untuk mengelola penggunaan AI yang bertanggung jawab dalam pendidikan. Beberapa poin penting dari riset ini tercantum di sini.

i. *Efektivitas Pendidikan*: ChatGPT menunjukkan potensi untuk secara signifikan meningkatkan pembelajaran karena kemampuannya untuk memberikan instruksi yang dipersonalisasi, memberikan umpan balik langsung dan pengajaran ulang, serta beradaptasi dengan mahasiswa saat mereka belajar. Selain itu, aksesibilitas sepanjang waktu dan kemampuan dukungan individual dari ChatGPT membantu mengatasi banyak hambatan terhadap dukungan pendidikan.
ii. *Kesesuaian Pedagogis*: Jika digunakan sesuai tujuan, ChatGPT sesuai dengan praktik terbaik teori pembelajaran formal dan praktik pengajaran. Contohnya termasuk teori konstruktivis yang menekankan pembelajaran langsung, scaffolding, dan pengajaran yang dipersonalisasi. Kemampuan ChatGPT untuk beroperasi di (atau di bawah) zona perkembangan proksimal mahasiswa bermakna secara pedagogis.
iii. *Hambatan Implementasi*: Terdapat hambatan yang cukup besar terhadap keberhasilan implementasi ChatGPT, seperti menjaga integritas akademik, kebutuhan akan pengembangan profesional yang ekstensif, ketersediaan infrastruktur teknologi, dan kesetaraan akses dan literasi digital.
iv. *Praktik Terbaik*: Implementasi yang efektif akan berasal dari praktik yang menekankan implementasi bertahap, pengajaran eksplisit dalam literasi AI, pembelajaran campuran, dan evaluasi hasil. Institusi yang telah berhasil memanfaatkan adopsi ChatGPT biasanya memanfaatkan kerangka kerja komprehensif yang menekankan pertimbangan kebijakan, pedagogi, teknologi, dan pengembangan profesional.

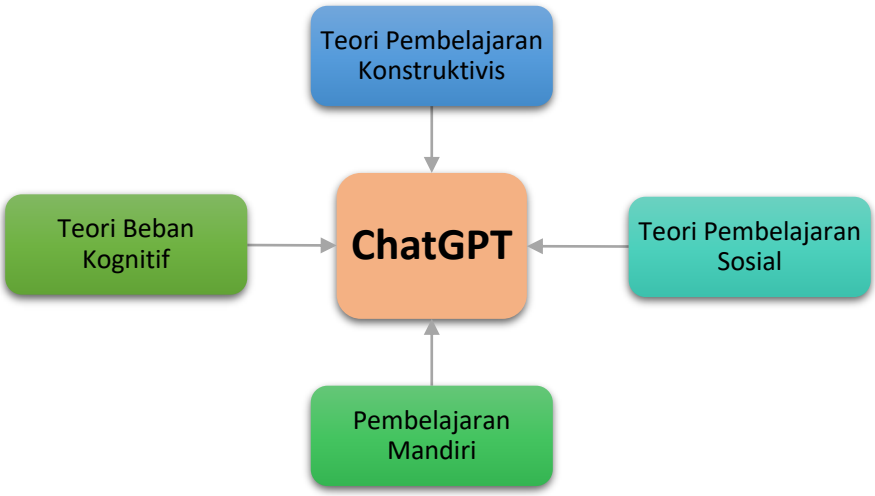
Bab ini mengkaji landasan teoritis, teori pembelajaran konstruktivis, teori pembelajaran sosial, dan teori beban kognitif yang memberikan pertimbangan penting tentang bagaimana meningkatkan, bukan menggantikan, pendekatan pembelajaran tradisional dengan ChatGPT. Mengingat ChatGPT berpotensi meminimalkan beban kognitif yang tidak perlu sekaligus membantu pembentukan skema dan pengembangan metakognitif, ia memiliki potensi terbesar untuk menggabungkan, memperluas, memperkaya, dan meningkatkan efektivitas pembelajaran. Terlepas dari potensi peningkatan pembelajaran ini, beberapa tantangan, khususnya yang berkaitan dengan integritas akademik, penurunan keterampilan, dan akses yang tidak merata, perlu dipertimbangkan secara cermat dan berkelanjutan. Kekhawatiran utama berkaitan dengan kasus di mana mahasiswa mungkin terlalu sering bergantung pada ChatGPT, sehingga mengurangi kemampuan berpikir kritis dan penalaran mereka, yang seharusnya dicegah melalui pedagogi dan pola penilaian yang terencana.

Penggunaan ChatGPT dalam pendidikan bukan hanya peningkatan teknologi, tetapi juga penataan ulang sejati tentang bagaimana pembelajaran dapat didukung, dipersonalisasi, dan ditingkatkan dalam praktik. Ini akan sangat berkaitan dengan bagaimana komunitas pendidikan (dosen, sekolah, sistem) dapat secara bijaksana mengembangkan respons terhadap peluang dan tantangan yang diberikan oleh alat AI generatif yang canggih ini, sambil tetap menjunjung tinggi keunggulan, kesetaraan, dan integritas pendidikan. Meskipun sistem pendidikan masih memahami bagaimana dan di mana menggunakan AI, pengalaman dan

wawasan yang dikumpulkan di sini memberikan titik awal untuk membuat keputusan yang tepat tentang ke mana kita ingin membawa pendidikan melalui integrasi AI. Tujuan kami bukanlah untuk menggantikan dosen, tetapi untuk secara bermakna meningkatkan pembelajaran dan pengalaman bagi semua peserta didik.

8.3 KERANGKA TEORETIS DAN LANDASAN PEDAGOGI

Implementasi ChatGPT dalam pendidikan dapat dilihat dan dipahami melalui beberapa kerangka teoretis yang dapat membantu kita lebih memahami potensi dampak penggunaannya dalam pembelajaran. Pada bagian bab ini, kita akan membahas landasan pedagogis yang mendasari pendidikan yang ditingkatkan dengan AI, dan kerangka teoretis yang dapat memberikan wawasan tentang implikasi implementasinya. Garis besar kerangka kerja teoretis dan dasar-dasar pedagogi yang mendasari penggunaan ChatGPT dalam pendidikan ditampilkan pada Gambar 8.1. Di tengahnya terdapat ChatGPT, yang mewakili peran sentralnya dalam pendidikan yang didukung AI. Panah mengarah ke teori pembelajaran yang terkenal.



Gambar 8.1 Kerangka Kerja untuk Pembelajaran yang Didukung AI oleh ChatGPT.

Teori Pembelajaran Konstruktivis

Teori pembelajaran konstruktivis, yang dikembangkan oleh Piaget dan Vygotsky, menyatakan bahwa ketika peserta didik diberi kesempatan untuk berinteraksi dengan lingkungan dan keadaan sosial mereka, mereka mampu membangun pengetahuan. ChatGPT mendukung prinsip-prinsip konstruktivis dalam perannya sebagai mitra interaktif bagi mahasiswa. ChatGPT dapat bereaksi terhadap pertanyaan mahasiswa, mendukung mahasiswa melalui scaffolding, dan membantu pencatatan yang memungkinkan mahasiswa untuk membangun pengetahuan melalui percakapan. Selain itu, pemrograman adaptif ChatGPT memungkinkan pengalaman pembelajaran yang sangat personal secara real-time yang menghormati jalur pembelajaran pribadi dan struktur pengetahuan sebelumnya.

Terdapat pula elemen-elemen dari zona perkembangan proksimal (ZPD) Vygotsky yang penting dalam kaitannya dengan penggunaan ChatGPT dalam pendidikan. Perbedaan antara apa yang dapat dilakukan oleh seorang pelajar tanpa bantuan atau dukungan dan apa yang dapat dilakukan oleh seorang pelajar ketika bekerja dengan orang lain yang lebih berpengalaman (misalnya, orang dewasa atau teman sebaya) membentuk batasan ZPD. ChatGPT memiliki kemampuan untuk menawarkan bukti anekdotal kepada setiap pelajar dalam hal "orang lain yang lebih berpengalaman", pada saat itu juga, untuk memungkinkan dukungan tepat waktu yang dapat membuat perbedaan dalam mencapai tujuan pembelajaran. Selain itu, cara kerja ChatGPT menyediakan referensi tepat waktu, berdasarkan setiap mahasiswa secara individual, yang dapat membantu memaksimalkan efisiensi pembelajaran dalam hal dukungan dan kebutuhan individu.

Teori Pembelajaran Sosial

Teori pembelajaran sosial, yang dikembangkan oleh Bandura, menekankan bahwa pengembangan teknologi masa depan dan pemodelan memiliki nilai sebagai proses pembelajaran yang terkait dengan lingkungan sosial seseorang. Meskipun jelas bahwa ChatGPT bukanlah manusia atau makhluk sosial, ia mampu memodelkan pemecahan masalah yang baik, menyediakan model penulisan akademis, dan menunjukkan pemikiran ahli yang baik. Mahasiswa dapat menyusun model mereka sendiri untuk pembelajaran yang efektif. Namun, hal ini menimbulkan pertanyaan apakah aspek sosial pembelajaran masih memiliki makna yang sebenarnya, dan apakah mahasiswa mendapat manfaat dari memiliki mentor manusia sungguhan di sisi lain proses virtual daripada sistem AI yang menggunakan pertanyaan Sokratik.

Teori Beban Kognitif

Teori beban kognitif, yang dikembangkan oleh Sweller, memberikan lensa yang berguna tentang bagaimana ChatGPT juga berpotensi mengoptimalkan kinerja pembelajaran mahasiswa dengan mengurangi beban kognitif. Teori ini membagi beban kognitif menjadi tiga jenis: beban kognitif intrinsik (diperlukan untuk pembelajaran), beban kognitif eksternal (tidak terkait dengan hasil pembelajaran yang diinginkan), dan beban kognitif relevan (terkait dengan perolehan skema). ChatGPT berpotensi mengurangi beban kognitif eksternal dengan melakukan tugas-tugas rutin tingkat rendah seperti memeriksa tata bahasa dan format, membebaskan fokus dan sumber daya kognitif mahasiswa untuk fokus pada pemikiran dan konsep tingkat tinggi. Pemanfaatan ChatGPT secara efektif dapat secara efisien menggunakan sumber daya kognitif untuk melakukan (PM) tugas pembelajaran yang semakin bermakna daripada yang sebelumnya mungkin dilakukan.

Pembelajaran Mandiri

Teori pembelajaran mandiri berfokus pada kemampuan mahasiswa untuk memantau, mengontrol, dan mengatur sendiri proses pembelajaran mereka. ChatGPT dapat menawarkan pembelajaran mandiri dengan memberikan umpan balik secara real-time, memungkinkan mahasiswa untuk menetapkan tujuan pembelajaran mereka sendiri dan memberikan pertanyaan metakognitif yang mendorong mereka untuk memikirkan strategi pembelajaran mereka. Faktor “selalu tersedia” dari AI memungkinkan mahasiswa untuk belajar dengan

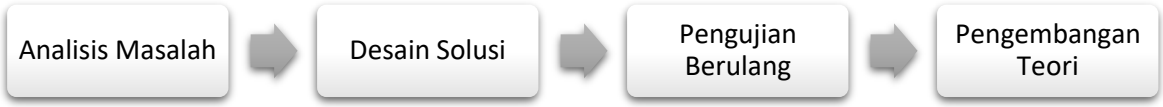
kecepatan mereka sendiri, meminta klarifikasi jika perlu, dan juga memungkinkan otonomi dan akuntabilitas yang lebih besar atas pembelajaran mereka. Teori ini menekankan kemampuan mahasiswa untuk mengatur diri sendiri, mengelola diri sendiri, dan mengevaluasi pembelajaran mereka sendiri. Dengan memberikan umpan balik langsung, saran yang disesuaikan, dan dorongan reflektif, ChatGPT menyediakan sarana untuk pengaturan diri dan kemandirian yang lebih besar serta pembelajaran mandiri.

8.4 PENDEKATAN METODOLOGIS UNTUK INTEGRASI AI

Integrasi ChatGPT yang sukses ke dalam lingkungan pendidikan akan membutuhkan pendekatan metodologis sistematis yang akan mempertimbangkan tujuan pedagogis, atribut mahasiswa, dan faktor kontekstual dari institusi. Bagian ini mengidentifikasi beberapa kerangka kerja metodologis dan pendekatan utama untuk implementasi.

Pendekatan Pembelajaran Berbasis Desain

Pembelajaran berbasis desain dapat didefinisikan sebagai desain dan pengembangan berulang dari intervensi pendidikan yang didukung AI. Pembelajaran berbasis desain bersifat kolaboratif, melibatkan peneliti, pendidik, dan mahasiswa untuk merancang sesuatu yang praktis yang menangani masalah pendidikan yang kita hadapi di dunia nyata. Gambar 8.2 menggambarkan pendekatan pembelajaran berbasis desain untuk intervensi pendidikan berbasis ChatGPT. Gambar tersebut menunjukkan empat fase dan bagaimana fase-fase tersebut saling terkait.



Gambar 8.2 Pendekatan pembelajaran berbasis desain.

Protokol pembelajaran berbasis desain dapat mendukung tahapan berikut saat menggunakan ChatGPT:

i. *Analisis Masalah*: Mengidentifikasi masalah pendidikan penting yang dapat dipecahkan oleh ChatGPT
ii. *Desain Solusi*: Menciptakan peluang pembelajaran yang ditingkatkan AI yang secara pedagogis tepat
iii. *Pengujian Prototipe*: Mengumpulkan umpan balik pengguna, dan/atau mengubah aplikasi berbasis ChatGPT
iv. *Pengembangan Teori*: Mengembangkan pengetahuan terkait cara-cara bermakna untuk mengintegrasikan AI

Model Pembelajaran Campuran

ChatGPT paling ideal ditempatkan sebagai bagian dari model pembelajaran campuran yang menggabungkan dukungan AI dan instruksi manusia. Tabel 8.1 mengidentifikasi model pembelajaran campuran dan kompatibilitas dengan peningkatan ChatGPT.

Tabel 8.1 Model pembelajaran campuran dan peluang untuk mengintegrasikan ChatGPT

Model	Deskripsi	Integrasi ChatGPT	Peringkat Efektivitas
Model Rotasi	Mahasiswa bergantian antara sekolah daring dan sekolah tatap muka	Bimbingan AI selama sesi daring	Tinggi
Model Fleksibel	Penyampaian materi dapat dilakukan secara daring dan dukungan dosen sesuai kebutuhan	ChatGPT sebagai penyampaian konten utama dengan pengecekan oleh dosen	Sedang
Model À la carte	Mahasiswa mengikuti pembelajaran daring dan pembelajaran tatap muka tradisional	ChatGPT untuk menyediakan pembelajaran tambahan dan bantuan pekerjaan rumah	Tinggi
Model Virtual yang Diperkaya	Sebagian besar daring dan terlibat tatap muka secara berkala	ChatGPT untuk memberikan dukungan tanpa gangguan antar sesi	Tinggi

Berbagai model pembelajaran campuran memberikan beragam peluang untuk mengintegrasikan ChatGPT, seperti yang diuraikan dalam Tabel 8.1, dengan model rotasi dan à la carte memiliki peringkat efektivitas tertinggi berdasarkan pendekatan seimbang terhadap kolaborasi manusia-AI.

Strategi Penilaian dan Evaluasi

Ketika mengintegrasikan ChatGPT secara bermakna, strategi penilaian yang kuat diperlukan untuk membantu membedakan pembelajaran yang didukung AI dan ketergantungan AI. Strategi penilaian saat ini mungkin perlu diadaptasi dalam konteks baru ini, tetapi tetap harus mempertimbangkan integritas akademik. Unsur-unsur penting yang perlu dipertimbangkan saat melakukan penilaian meliputi:

a. Penilaian Formatif: ChatGPT dapat memfasilitasi penilaian formatif dengan memberikan umpan balik tepat waktu pada pekerjaan mahasiswa, dan untuk mengidentifikasi bagian-bagian pekerjaan yang mungkin perlu ditingkatkan. Namun, harus ada jaminan dari pendidik bahwa umpan balik yang berorientasi AI bersifat tambahan terhadap proses evaluasi manusia.
b. Penilaian Otentik: Penilaian berbasis kinerja yang mengharuskan mahasiswa untuk menggunakan pengetahuan dalam konteks dunia nyata dapat membantu menilai hasil pembelajaran sambil meminimalkan peluang penyalahgunaan AI.
c. Penilaian Proses: Alih-alih penilaian hasil, penilaian proses dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang interaksi yang dilakukan mahasiswa dengan ChatGPT sambil mengembangkan keterampilan literasi AI secara memadai.

8.5 PEMBELAJARAN YANG DISESUAIKAN DAN PEMBELAJARAN ADAPTIF

Penggunaan ChatGPT dalam pendidikan memberikan berbagai keuntungan yang dapat mendukung, menambah, dan meningkatkan hasil pendidikan, serta mengatasi kesulitan sistemik dalam pendidikan. Pada bagian ini, kita akan meninjau berbagai peluang yang ditawarkan ChatGPT kepada mahasiswa, pendidik, dan lembaga pendidikan.

Salah satu keuntungan utama ChatGPT adalah kemampuannya untuk memberikan pengalaman belajar yang disesuaikan untuk setiap mahasiswa yang selaras dengan kebutuhan, gaya belajar, dan kecepatan mereka. Tidak seperti pendekatan tradisional yang seragam untuk semua, ChatGPT dapat menyesuaikan respons, penjelasan, dan dukungannya berdasarkan interaksi mahasiswa dan tingkat pemahaman yang ditunjukkan.

a. *Umpan Balik Individual*: ChatGPT dapat memberikan umpan balik individual yang disesuaikan pada pekerjaan mahasiswa secara langsung, memungkinkan mahasiswa untuk dengan mudah mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dalam pekerjaan mereka selama pembuatan proyek. Siklus umpan balik ini memungkinkan waktu penyelesaian yang jauh lebih cepat pada pembelajaran mahasiswa dan membantu mahasiswa melakukan koreksi sebelum kesalahpahaman menjadi terlalu mengakar.
b. *Kesulitan Adaptif*: AI memiliki kemampuan untuk mengubah tingkat kesulitan penjelasan dan contoh pelajaran, berdasarkan tingkat pemahaman mahasiswa sehingga konten tidak terlalu dasar, atau terlalu sulit. Hal ini memungkinkan AI untuk menyesuaikan informasi agar sesuai dengan tingkat tantangan optimal dalam ZPD setiap mahasiswa.
c. *Akomodasi Gaya Belajar*: ChatGPT menyajikan informasi dalam berbagai format, misalnya, melalui penjelasan tekstual, langkah-langkah prosedural, analogi, atau contoh, memungkinkan preferensi belajar dan gaya kognitif yang berbeda.

Peningkatan Aksesibilitas dan Inklusi

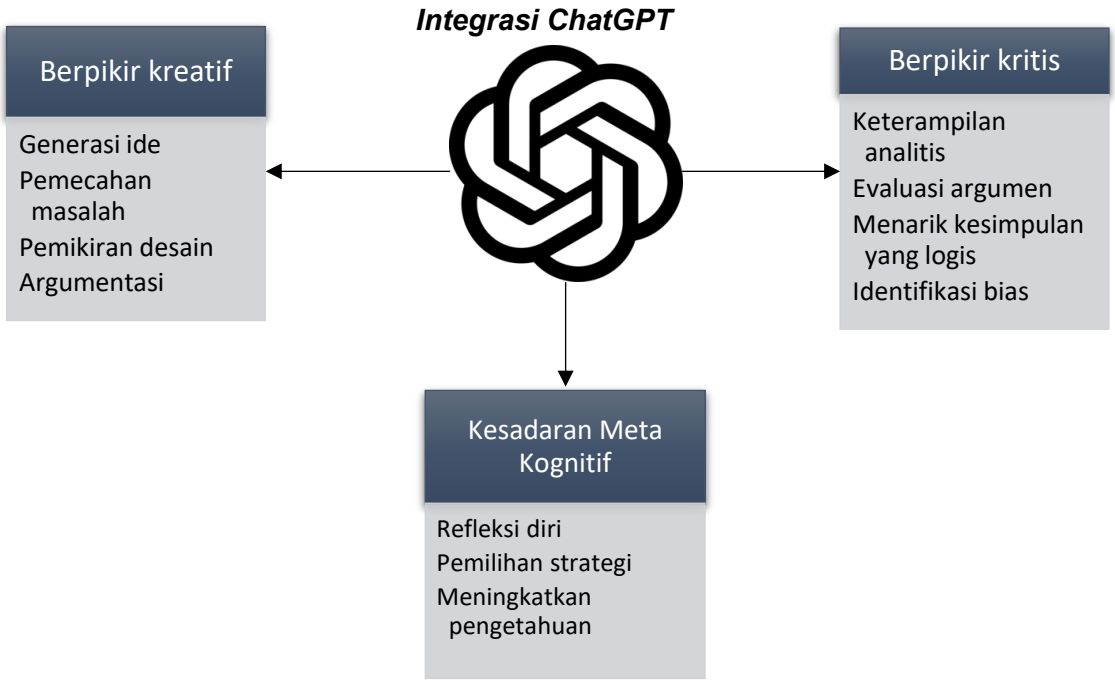
ChatGPT sangat meningkatkan aksesibilitas dalam pendidikan bagi mahasiswa dari berbagai populasi—termasuk mahasiswa penyandang disabilitas, pembelajar bahasa Inggris, dan mahasiswa di lingkungan dengan sumber daya terbatas.

a. *Dukungan Bahasa*: ChatGPT dapat memberikan contoh dan penjelasan spesifik dalam bahasa yang lebih sederhana kepada pelajar bahasa Inggris, menyediakan terjemahan dari bahasa Inggris dan bahasa lain, dan memungkinkan pelajar untuk mempraktikkan penggunaan bahasa dalam percakapan. AI memiliki dua keunggulan besar - tidak menghakimi pelajar bahasa, yang memungkinkan mereka merasa kurang cemas dalam proses pembelajaran bahasa, dan kesabaran, yang memungkinkan pelajar untuk berlatih dan bermain bahasa sampai mereka mengerti. ChatGPT menyediakan kesempatan tanpa hambatan untuk bebas menjelajahi, mempelajari, dan mempraktikkan bahasa baru.
b. *Akomodasi Disabilitas*: Bagi mahasiswa dengan kesulitan belajar, ChatGPT dapat mengambil konsep-konsep kompleks dan memecahnya menjadi bagian-bagian yang mudah dikelola, menyajikan berbagai format penjelasan, dan menawarkan pengulangan tanpa batas tanpa frustrasi atau penghakiman.

c. *Akses 24/7*: ChatGPT selalu tersedia untuk mahasiswa—tidak ada waktu dalam sehari ketika layanan ini tidak tersedia. Tutor atau dosen manusia hanya dapat menyediakan waktu terbatas per mahasiswa, dan akses tersebut sering kali ditentukan oleh zona waktu, jam kerja, dan terkadang lokasi geografis. Ini adalah alat penting bagi pelajar dewasa dan mahasiswa di zona waktu yang berbeda.

Pengembangan Keterampilan Kognitif

ChatGPT dapat bertindak sebagai alat kognitif yang meningkatkan berbagai keterampilan berpikir dan strategi pembelajaran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.3. Gambar 8.3 menunjukkan bagaimana integrasi ChatGPT dapat secara bersamaan meningkatkan berbagai domain keterampilan kognitif dan menyediakan lingkungan pembelajaran yang lengkap dengan kompetensi spesifik yang terkait dengan pembelajaran abad ke-21.



Gambar 8.3 Keterampilan kognitif yang ditingkatkan dengan integrasi ChatGPT.

a. Pengembangan Berpikir Kritis: Seperti yang dibahas sebelumnya, ChatGPT dapat mengajukan pertanyaan yang merangsang pemikiran untuk menantang asumsi dan memberikan panduan melalui proses penalaran logis. Meskipun beberapa orang mungkin menganggapnya sebagai anekdot logis yang murah, dengan menggunakan AI dalam dialog Sokratik dengan mahasiswa, mahasiswa dapat mengembangkan keterampilan analitis dengan mengevaluasi argumen dan bukti.
b. Pemecahan Masalah Kreatif: AI dapat meningkatkan sesi brainstorming, memberikan pendekatan alternatif, dan membantu mahasiswa dalam menemukan solusi kreatif untuk masalah yang kompleks. AI dapat berfungsi sebagai buku referensi dengan pengetahuan untuk membuat koneksi inovatif lintas disiplin.

c. Kesadaran Metakognitif: ChatGPT dapat mendorong mahasiswa untuk merefleksikan proses pembelajaran dan meningkatkan kesadaran akan strategi dan preferensi berpikir saat belajar. Mengembangkan kesadaran adalah pengembangan metakognitif, yang sangat penting untuk menjadi pembelajar seumur hidup dan mahasiswa yang mandiri.

Dukungan Dosen dan Pengembangan Profesional

ChatGPT memiliki banyak keuntungan bagi dosen, bertindak sebagai sumber daya pengembangan profesional dan instruksional untuk meningkatkan efektivitas pengajaran.

a. *Pengembangan Rencana Pelajaran dan Kurikulum*: Dosen dapat menggunakan ChatGPT untuk menghasilkan ide pelajaran, membuat alat penilaian, membuat pertanyaan untuk diskusi, atau menghasilkan aktivitas pembelajaran yang semuanya selaras dengan dokumen kurikulum.
b. *Dukungan Pembelajaran Diferensiasi*: AI dapat membantu pendidik dengan berbagai versi tugas, penilaian, atau penjelasan untuk beragam peserta didik di kelas heterogen.
c. *Komunitas Pembelajaran Profesional*: ChatGPT dapat mendukung diskusi profesional dengan memberikan ringkasan pembelajaran, menyarankan praktik terbaik atau pandangan tentang dilema pedagogis.

Skalabilitas dan Optimalisasi Biaya

Alat ChatGPT menawarkan skalabilitas dan optimalisasi biaya yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam menyediakan layanan pendidikan dari perspektif institusional. Amazon melayani jutaan pelanggan dari satu pusat pemenuhan.

a. Bimbingan Belajar Skala Besar: ChatGPT menyediakan dukungan bimbingan belajar yang dipersonalisasi kepada sejumlah mahasiswa tanpa batas sekaligus, mengurangi kekurangan tutor berkualitas yang tersedia, dan membuat dukungan akademik berkualitas tersedia bagi semua mahasiswa.
b. Lebih Sedikit Kendala Sumber Daya: Lembaga pendidikan dapat memperluas layanan dukungan mereka tanpa peningkatan sumber daya manusia yang proporsional, sehingga membuat pendidikan berkualitas lebih berkelanjutan.
c. Akses ke Dunia: ChatGPT memungkinkan lembaga pendidikan untuk menyediakan layanan kepada mahasiswa di pasar yang kurang terlayani di seluruh dunia, sehingga meningkatkan ketersediaan pendidikan berkualitas di daerah yang kurang terlayani.

8.6 ISU INTEGRITAS DAN KEASLIAN AKADEMIK

Meskipun ChatGPT memiliki banyak potensi untuk membantu meningkatkan pendidikan, penting untuk memikirkan, dan mengatasi, beberapa tantangan dan kendala signifikan yang terlibat dalam penerapannya secara bertanggung jawab dan sukses. Bagian ini berfokus pada isu-isu dan tantangan utama dalam menggunakan AI di lingkungan pendidikan.

Hambatan utama dalam mengintegrasikan ChatGPT adalah integritas akademik. Kemampuan AI untuk menghasilkan materi tertulis yang sangat canggih pada akhirnya mempertanyakan kepengarangan, orisinalitas, dan penilaian otentik terhadap pembelajaran.

a. *Plagiarisme dan Kecurangan*: Kemungkinan besar mahasiswa akan menggunakan AI untuk menghasilkan materi yang lebih canggih atau menyelesaikan tugas dan mengirimkannya sebagai karya mereka sendiri. Meskipun tulisan tersebut dimaksudkan untuk mencerminkan pembelajaran dan pengembangan keterampilan mereka, penggunaan konten yang dihasilkan AI mengurangi penilaian yang bermakna terhadap pembelajaran dan pengembangan keterampilan. Sementara pemeriksa plagiarisme tradisional seringkali dapat menangkap mahasiswa yang hanya menyalin dan menempel langsung dari sumber, ia tidak dapat menangkap mahasiswa yang menggunakan AI untuk menghasilkan konten. Hal ini mungkin memerlukan cara baru untuk memantau integritas akademik.
b. *Validitas Penilaian*: Metode penilaian saat ini mungkin menjadi tidak valid ketika alat AI ada sebagai sumber daya di mana mahasiswa pada dasarnya dapat memilih tugas tertulis dan yang telah selesai atau meminta alat AI untuk menyelesaikan atau memecahkan tugas pemrosesan untuk mereka. Ini memerlukan pemikiran ulang mendasar tentang bagaimana pembelajaran dinilai dan divalidasi.
c. *Hilangnya Keterampilan*: Ketergantungan berlebihan pada ChatGPT untuk menulis, matematika, dan pemecahan masalah dapat menyebabkan terhambatnya perkembangan keterampilan akademik yang penting. Mahasiswa mungkin kesulitan dalam pengembangan keterampilan mereka dan bergantung pada penulisan yang bergantung pada AI serta lupa cara menulis secara mandiri.

Kekhawatiran Pedagogis dan Pembelajaran

Dengan integrasi ChatGPT, ada beberapa kekhawatiran pedagogis yang dapat memengaruhi kualitas dan sifat pengalaman belajar.

a. *Pembelajaran Permukaan*: Ada risiko bahwa ChatGPT dapat memfasilitasi pembelajaran permukaan dengan memberikan jawaban cepat daripada mendorong mahasiswa untuk memiliki pemahaman konseptual yang lebih dalam dan terlibat secara kritis dengan konten. Mahasiswa mungkin fokus pada mendapatkan jawaban daripada mengembangkan proses solusi untuk masalah dan menekankan pemahaman konseptual.
b. *Pengurangan Interaksi Manusia*: Ketergantungan berlebihan pada bimbingan AI dapat mengorbankan interaksi yang dibutuhkan mahasiswa untuk membangun koneksi manusia yang diperlukan untuk pembelajaran sosial, perkembangan sosial-emosional, dan keterampilan kolaboratif. Dosen manusia dapat memberikan umpan balik dan empati yang halus yang tidak dapat diberikan oleh sistem AI.
c. *Keterbatasan Pendekatan "Satu Ukuran untuk Semua"*: Bahkan dengan fitur adaptifnya, ChatGPT mungkin tidak secara efektif mengenali dan menangkap perbedaan individu yang rumit, konteks budaya, dan kebutuhan belajar individu yang dapat dilakukan oleh pendidik manusia.

Tantangan Teknis dan Infrastruktur

Dalam jangka waktu kurang dari lima belas tahun yang diperkirakan ChatGPT akan diintegrasikan dengan pendidikan, atau setidaknya dapat diakses oleh lembaga pendidikan,

mungkin ada tantangan teknis yang menghalangi dan/atau mengganggu keberhasilan integrasi fungsionalitas tersebut dalam lingkungan pendidikan.

a. *Kesenjangan Digital*: Tidak semua mahasiswa akan memiliki akses yang sama terhadap teknologi komputer, konektivitas, dan keterampilan literasi digital yang diperlukan untuk memanfaatkan ChatGPT dengan benar. Kesenjangan ini kemungkinan akan memperburuk ketidaksetaraan pendidikan yang sudah ada dan menghasilkan kerugian baru.
b. *Keandalan Layanan*: Ketergantungan pada sistem AI menimbulkan risiko waktu henti server atau pembaruan situs, dan berbagai gangguan teknis lainnya yang berpotensi mengganggu tugas pembelajaran dan prosedur penilaian.
c. *Kompleksitas Integrasi*: Menambahkan ChatGPT ke dalam sistem manajemen pembelajaran yang ada, proses kelembagaan, dan praktik implementasi pengajaran kemungkinan akan membutuhkan keahlian teknis dan kapasitas di tempat yang tidak dimiliki oleh sistem pendidikan mana pun.

Tabel 8.2 memberikan perspektif luas tentang hambatan yang teridentifikasi dan tingkat dampaknya.

Tabel 8.2 Tantangan dan penilaian dampak integrasi ChatGPT

Kategori Tantangan	**Tantangan Spesifik**	**Tingkat Dampak**	**Mitigasi**	**Garis Waktu Penyelesaian**
Integritas Akademik	Plagiarisme/kecurangan	Tinggi	Kesulitan	Jangka Menengah
Integritas Akademik	Validitas penilaian	Tinggi	Tinggi	Jangka Panjang
Integritas Akademik	Hilangnya keterampilan	Sedang	Tinggi	Jangka Panjang
Pedagogis	Pembelajaran dangkal	Sedang	Sedang	Jangka Menengah
Pedagogis	Pengurangan interaksi manusia	Sedang	Sedang	Berkelanjutan
Pedagogis	Personalisasi terbatas	Rendah	Sedang	Jangka Pendek
Teknis	Kesenjangan digital	Tinggi	Rendah	Jangka Panjang
Teknis	Keandalan layanan	Sedang	Tinggi	Jangka Pendek
Teknis	Kompleksitas integrasi	Sedang	Sedang	Jangka Menengah
Etis	Privasi data	Tinggi	Tinggi	Jangka Menengah
Etis	Bias algoritma	Sedang	Sedang	Jangka Panjang
Ekonomi	Biaya implementasi	Sedang	Tinggi	Jangka Menengah

Tabel 8.2 menunjukkan bahwa tantangan akan memiliki tingkat dampak yang berbeda dan tingkat kesulitan mitigasi yang berbeda; masalah kelembagaan seperti integritas akademik dan

kesenjangan digital tampaknya menjadi tantangan terbesar yang akan membutuhkan strategi jangka panjang untuk diatasi.

Masalah Privasi dan Etika

Potensi penggunaan ChatGPT dalam pendidikan mungkin memiliki implikasi etika yang cukup besar terkait dengan hak dan kepentingan mahasiswa.

a. *Privasi dan Keamanan Data*: Informasi sensitif mahasiswa tentang kesulitan belajar dan informasi pribadi mungkin disimpan dalam basis data daring dan tantangan belajar mungkin ada selama penggunaan ChatGPT dalam pendidikan. Saat menyediakan layanan yang didukung AI, organisasi pendidikan harus memastikan bahwa mereka telah mematuhi peraturan privasi hukum seperti Family Educational Rights and Privacy Act (FERPA) dan General Data Protection Regulation (GDPR).
b. *Bias Algoritma*: Bias yang melekat pada sistem AI dapat melanjutkan, atau memperburuk, bias terkait gender, ras, budaya, atau sosial ekonomi. Bias ini dapat mengurangi kualitas dan dukungan pendidikan yang adil untuk populasi mahasiswa lainnya.
c. *Persetujuan dan Transparansi*: Mahasiswa dan orang tua harus diberi informasi yang baik tentang penggunaan sistem AI dalam konteks pendidikan, data apa yang dikumpulkan, dan bagaimana umpan balik dan rekomendasi yang dihasilkan AI dibuat.

Implikasi Institusional dan Kebijakan

Lembaga pendidikan menghadapi tantangan organisasi yang cukup besar terkait dengan keberhasilan integrasi ChatGPT.

a. *Pengembangan Kebijakan*: Lembaga perlu membuat dokumen kebijakan kerangka kerja yang secara bersamaan membahas penggunaan AI, harapan akan integritas akademik, dan menentukan praktik yang dapat diterima dan tidak dapat diterima terkait dengan bantuan AI. Para pembuat kebijakan harus membahas inovasi, kualitas pendidikan, dan komitmen terhadap harapan etis.
b. *Pengembangan dan Dukungan Dosen*: Para pendidik akan membutuhkan pengembangan profesional yang cukup besar untuk secara efektif mengintegrasikan ChatGPT ke dalam praktik pendidikan mereka, termasuk memahami kemampuan dan keterbatasan sistem AI dan terus efektif secara pedagogis.
c. *Penjaminan Mutu*: Lembaga perlu mengembangkan proses baru dan berbeda untuk memastikan pengalaman pendidikan dan hasil pembelajaran yang berkualitas dalam penggunaan terintegrasi alat AI dalam desain dan penilaian pembelajaran mereka.

Dampak Jangka Panjang bagi Masyarakat

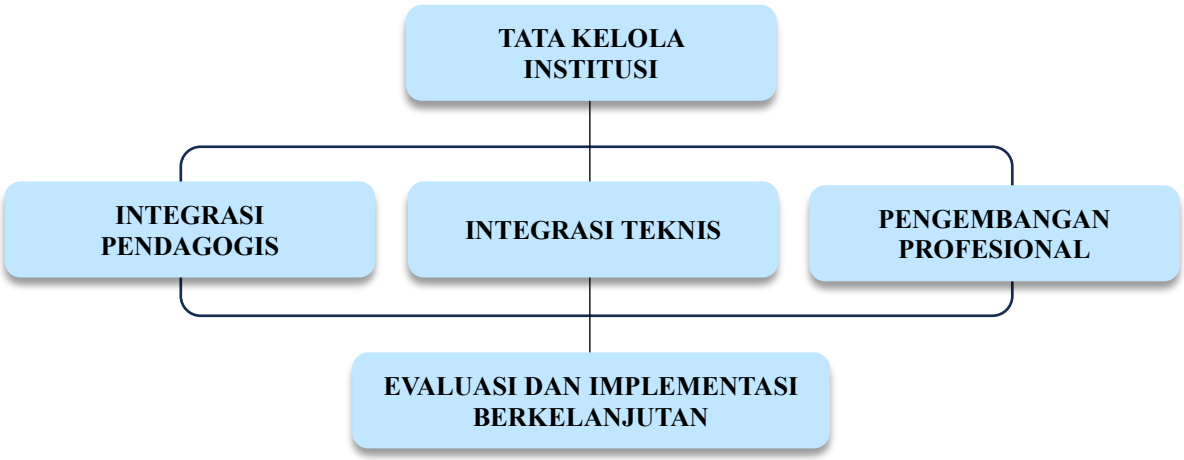
Penggunaan ChatGPT dalam pendidikan berpotensi menimbulkan dampak yang lebih luas yang membentuk dan memengaruhi masa depan pembelajaran dan perkembangan manusia secara keseluruhan.

a. *Manfaat bagi Tenaga Kerja*: Jika mahasiswa terlalu bergantung pada bantuan AI, maka ada risiko bahwa mereka tidak siap untuk lingkungan kerja yang mengharuskan mereka untuk terlibat dalam pemikiran kritis independen, kreativitas, dan pemecahan masalah.

b. *Perkembangan Kognitif*: Jika terlalu bergantung pada AI untuk melakukan "pemikiran" bagi kita dan membuat keputusan atau kesimpulan intelektual, hal itu dapat merusak perkembangan kognitif kita dan menghambat kemampuan kita untuk memperhatikan dalam waktu yang lama, membaca secara mendalam, dan berpikir secara independen.
c. *Kesetaraan Pendidikan*: ChatGPT menjanjikan pemerataan akses terhadap dukungan pendidikan berkualitas. Namun, muncul tantangan lain dalam hal ketidaksetaraan dan perbedaan akses di antara mereka yang mampu secara aktif terlibat dengan alat dan aplikasi AI dan mereka yang tidak mampu.

8.7 STRATEGI IMPLEMENTASI DAN PRAKTIK TERBAIK

Implementasi ChatGPT yang sukses di sekolah membutuhkan perencanaan strategis yang mempertimbangkan peluang dan tantangan saat ini yang dibahas di bagian sebelumnya. Bagian ini menawarkan pedoman yang dapat diimplementasikan, praktik terbaik, dan rekomendasi strategis untuk membantu memandu pendidik, administrator, dan pembuat kebijakan. Gambar 8.4 menunjukkan kerangka implementasi lengkap yang berupaya menciptakan stabilitas dalam hubungan antara potensi teknologi dan efektivitas pedagogis.



Gambar 8.4 Kerangka Implementasi ChatGPT Komprehensif.

Kerangka Kelembagaan untuk Integrasi AI

Lembaga pendidikan harus mengembangkan kerangka kerja lengkap untuk memastikan implementasi ChatGPT dan alat AI lainnya yang bertanggung jawab. Kerangka kerja ini harus mencakup penetapan kebijakan, pengembangan infrastruktur, dan keterlibatan dengan semua pemangku kepentingan.

a. *Komite Tata Kelola AI*: Lembaga harus membantu mengembangkan komite multidisiplin yang mencakup sebagian atau seluruh pendidik, personel administrasi, profesional TI, ahli etika, dan mahasiswa yang akan membantu mengawasi rencana implementasi AI. Komite harus membuat kebijakan, mempertahankan pandangan mereka tentang kemajuan selama implementasi, dan merekomendasikan solusi untuk tantangan.

b. *Kebijakan Penggunaan Eksplisit*: Kebijakan terperinci harus diterapkan untuk mengidentifikasi penggunaan ChatGPT yang dapat diterima dan tidak dapat diterima, pedoman untuk integritas akademik, dan konsekuensi untuk penyalahgunaan. Kebijakan harus direvisi secara berkala agar sesuai dengan perubahan teknologi dan praktik terbaik.
c. *Perencanaan Teknologi*: Institusi harus membangun infrastruktur teknologi yang solid agar ChatGPT dapat bekerja secara optimal terkait akses internet yang andal, perangkat yang digunakan, dan untuk pengintegrasian ke dalam sistem manajemen pembelajaran yang sudah ada.

Strategi Integrasi Pedagogis

Seperti yang telah dibahas, mengintegrasikan ChatGPT ke dalam praktik harus mencakup pertimbangan strategi pedagogis untuk memanfaatkan kemampuan AI, sambil mempertahankan kualitas pendidikan dan hasil pembelajaran.

a. *Model bertahap*: Pengenalan bertahap terhadap penggunaan ChatGPT adalah strategi yang dapat digunakan. Pendidik dapat mempertimbangkan aktivitas berisiko rendah dan kemudian mengembangkan penggunaan ChatGPT oleh mahasiswa, memanfaatkan fungsinya dan mengembangkan literasi AI mahasiswa secara bersamaan. Urutan seperti ini akan membantu membangun kepercayaan diri dan kompetensi mahasiswa sebelum tugas penilaian utama dapat mencakup penggunaan ChatGPT.
b. *Instruksi eksplisit dalam literasi AI*: Mahasiswa membutuhkan instruksi eksplisit tentang cara melakukan AST dengan ChatGPT, mengapa mengevaluasi keluaran AI, dan apa batasan serta kemampuan sistem AI tersebut. Ini juga mencakup pengembang yang menggunakan keterampilan berpikir kritis saat mengevaluasi keluaran AI, pertimbangan etis dalam penggunaan AI, dan lain-lain.
c. *Pendekatan pembelajaran campuran*: Mengintegrasikan ChatGPT ke dalam pembelajaran paling efektif bila dilakukan sebagai tambahan instruksi manusia, daripada menggantikan aktivitas yang dipimpin oleh dosen. Pendekatan pembelajaran campuran memungkinkan efisiensi dari AI sambil mempertahankan unsur-unsur manusia dalam pendidikan.

Pendekatan Penilaian dan Integritas Akademik

Untuk mempertahankan integritas akademik dan memanfaatkan potensi pendidikan yang ditawarkan ChatGPT, pendidik perlu mengembangkan pendekatan penilaian inovatif dan parameter yang jelas seputar penggunaan AI yang tepat.

a. *Desain Penilaian yang Otentik*: Salah satu cara bagi pendidik untuk mengatasi konsekuensi mahasiswa mengakses ChatGPT adalah dengan membuat penilaian yang meminta mahasiswa untuk menerapkan pengetahuan dalam pengaturan yang mirip dengan dunia nyata, mencakup refleksi tentang pengalaman pembelajar sendiri, dan membutuhkan manfaat berpikir tingkat tinggi yang sulit dicapai oleh AI. Beberapa contohnya meliputi:

i. penilaian portofolio yang mewakili apa yang dipelajari mahasiswa selama proses pembelajaran;
ii. penilaian berbasis kinerja yang membutuhkan tindakan;
iii. Penulisan reflektif yang menghubungkan pengalaman kehidupan nyata dengan konten mata kuliah akademis;
iv. Penilaian kolaboratif di mana mahasiswa bergantung pada masukan dari anggota kelompok mereka, dan tujuan bersama yang ingin dicapai, baik akademis maupun lainnya.

b. *Evaluasi yang Berfokus pada Proses*: Penilaian sebagai produk akhir harus bergeser ke arah mengevaluasi bagaimana mahasiswa belajar—yang mencakup pengukuran strategi pembelajaran mereka, pengembangan penalaran mereka, dan metode pemecahan masalah mereka. Penekanan pada proses, alih-alih hanya menilai produk akhir, akan membuat mahasiswa jauh lebih sulit untuk menyalahgunakan AI sekaligus membutuhkan keterlibatan kognitif.
c. *Tugas yang Transparan terhadap AI*: Beberapa tugas memungkinkan penyertaan eksplisit penggunaan ChatGPT. Dalam tugas-tugas ini, mahasiswa diharuskan untuk mencatat petunjuk yang mereka gunakan dengan AI, mengevaluasi manfaat/kerugian dari respons AI, dan memberikan bukti tentang bagaimana mereka membangun atau menggunakan AI dengan cara tertentu. Ini mendorong transparansi penggunaan AI, mendorong penggunaan AI yang etis, dan mendorong tidak hanya pentingnya alat AI untuk pembelajaran tetapi juga pentingnya mengembangkan keterampilan evaluasi kritis untuk teknologi yang sedang berkembang.
d. *Kode Etik dan Perjanjian Integritas Akademik*: Lembaga pendidikan harus merevisi kode etik mereka untuk memasukkan penggunaan AI, misalnya, menjelaskan kapan penggunaan AI tepat dan kapan itu merupakan kecurangan akademik. Mahasiswa harus menandatangani perjanjian yang menyatakan bahwa mereka telah menerima instruksi tentang kecurangan akademik dengan AI dan bahwa mereka memahami setiap komponen kebijakan tersebut.

Pengembangan Profesional dan Pembelajaran Dosen

Pengembangan profesional yang efektif diperlukan agar teknologi baru seperti ChatGPT berhasil karena pendidik harus mampu terlibat secara berkualitas tinggi dalam penggunaan alat AI dalam pendidikan.

a. *Literasi AI Dasar*: Dosen harus memiliki pemahaman dasar tentang bagaimana sistem AI beroperasi, apa yang dapat dan tidak dapat dilakukan AI, dan kapan serta bagaimana dosen dapat menggunakan sistem AI. Tingkat literasi AI dasar memungkinkan pendidik untuk membuat keputusan yang tepat tentang kapan dan bagaimana mengintegrasikan teknologi AI ke dalam praktik pedagogis mereka.
b. *Integrasi AI Pedagogis*: Pembelajaran profesional harus berpusat pada bagaimana dosen dapat menggunakan ChatGPT sebagai bagian dari kurikulum yang ada, seperti apa aktivitas pembelajaran yang diintegrasikan dengan AI, dan bagaimana mereka

dapat memenuhi persyaratan pembelajaran mereka sambil membayangkan kembali bagaimana mereka bekerja dengan teknologi AI.

c. *Dukungan dan Komunitas Praktik*: Integrasi efektif alat AI ke dalam praktik pedagogis bergantung pada dukungan, komunitas pembelajaran profesional, bimbingan, dan akses berkelanjutan ke pelatihan karena teknologi AI berkembang pesat.

Dukungan Mahasiswa dan Kewarganegaraan Digital

Mahasiswa membutuhkan dukungan untuk menggunakan ChatGPT dengan cara yang bijaksana dan etis.

a. *Pendidikan Kewarganegaraan Digital*: Mahasiswa perlu memahami penggunaan AI yang bertanggung jawab, keterbatasan AI, penggunaan AI yang etis, dan menerapkan pemikiran kritis saat berinteraksi dengan sistem AI.
b. *Pengembangan Keterampilan Teknis*: Meskipun ChatGPT dirancang agar intuitif, pemberian petunjuk yang efektif, evaluasi hasil, dan pembelajaran yang dibantu AI bersamaan dengan pembelajaran mandiri membutuhkan instruksi bagi mahasiswa.
c. *Pengajaran Integritas Akademik*: Mahasiswa perlu menyadari batasan penggunaan AI, apa yang terjadi ketika mereka melampaui batasan tersebut, dan bagaimana menggunakan AI agar bertanggung jawab secara etis.

8.8 ARAH MASA DEPAN DAN IMPLIKASI PEMBELAJARAN

Integrasi ChatGPT dalam pendidikan mewakili bidang yang berkembang dengan potensi signifikan untuk pengembangan dan pembelajaran di masa depan. Bagian ini mengeksplorasi tren yang muncul, peluang pembelajaran, dan arah masa depan yang akan membentuk lanskap pendidikan yang ditingkatkan dengan AI.

Perubahan dan Peningkatan Teknologi

Mengingat pesatnya perkembangan AI, bukan lagi soal apakah akan ada perkembangan tambahan di ChatGPT di masa depan, tetapi kemajuan lebih lanjut apa yang akan dibuat dalam fungsionalitas yang dapat mendorong sumber penggunaan pendidikan baru.

a. *Integrasi AI Multimodal*: Produk AI masa depan berpotensi menggabungkan kemampuan teks, suara, gambar, dan video, memungkinkan pengalaman yang lebih mendalam dan menarik. Mahasiswa kemudian dapat berinteraksi dengan tutor AI pada berbagai tingkat sensorik, yang dapat meningkatkan pemahaman dan memori mereka dengan cara yang unik.
b. *Personalisasi yang Lebih Tinggi*: Sistem AI canggih dapat memperoleh pemahaman yang lebih kompleks tentang gaya belajar, keadaan emosional, dan pola kognitif masing-masing pembelajar, menciptakan kemungkinan untuk pembelajaran yang dipersonalisasi dan dukungan yang dipersonalisasi yang belum pernah ada sebelumnya. Di masa depan, dengan AI yang terintegrasi ke dalam lingkungan pembelajaran daring, analitik pembelajaran akan berkelanjutan dan memungkinkan pendidik dan peserta didik untuk melacak kemajuan, mengenali tantangan, dan merevisi metode pembelajaran secara real-time.

c. *Analitik Pembelajaran Real-time*: Di masa depan, integrasi AI akan memungkinkan analitik pembelajaran berkelanjutan, membantu pendidik dan mahasiswa untuk melacak kemajuan mereka, mengidentifikasi tantangan, dan menyesuaikan pendekatan pembelajaran mereka secara real-time.

Bidang Pembelajaran yang Sedang Berkembang

Terdapat sejumlah bidang pembelajaran yang memberikan kemungkinan untuk kemajuan pengetahuan tentang AI, peran yang dapat dimainkannya dalam pendidikan, dan cara terbaik untuk mengimplementasikannya.

a. Hasil Pembelajaran Jangka Panjang: Studi longitudinal harus menyelidiki dampak jangka panjang integrasi ChatGPT terhadap hasil pembelajaran mahasiswa, pengembangan keterampilan, dan keberhasilan akademik di berbagai tingkatan pendidikan dan lintas disiplin ilmu.
b. Pengaruh Perkembangan Kognitif: Pembelajaran harus menyelidiki pengaruh keterlibatan AI yang berkepanjangan terhadap perkembangan kognitif mahasiswa, khususnya dalam mengembangkan pemikiran kritis, kreativitas, dan kemampuan pemecahan masalah secara mandiri.
c. Studi Kesetaraan dan Akses: Diperlukan pembelajaran yang lebih kuat untuk meneliti bagaimana integrasi ChatGPT berkontribusi pada kesetaraan pendidikan, khususnya terkait dengan status sosial ekonomi mahasiswa yang berbeda, konteks budaya, dan kemampuan belajar yang beragam.
d. Pengembangan Profesional Dosen: Diperlukan studi yang meneliti model pengembangan profesional yang baik untuk mempersiapkan dosen dalam penggunaan alat AI sambil tetap menjaga efektivitas pedagogis dan keterlibatan mahasiswa.

Pertimbangan Kebijakan dan Regulasi

Agar AI dapat diadopsi secara luas dalam pendidikan, kebijakan perlu dipikirkan dengan cermat di tingkat institusional, nasional, dan internasional.

a. Standar dan Kerangka Kerja Pendidikan: Sistem pendidikan mungkin perlu mempertimbangkan hasil pendidikan yang ditingkatkan oleh AI dan menciptakan standar dan kerangka kerja baru yang mempertimbangkan kualitas dan integritas pendidikan.
b. Privasi dan Perlindungan Data: Kebijakan perlu diterapkan untuk memastikan perlindungan data mahasiswa dan privasi peserta didik yang menggunakan pengalaman pendidikan yang ditingkatkan AI karena sistem berbasis AI dan lingkungan pembelajaran yang ditingkatkan AI terus berkembang.
c. Koordinasi Internasional: Mungkin diperlukan koordinasi internasional untuk mengatasi masalah yang terkait dengan AI pendidikan yang melintasi batas negara dan untuk memfasilitasi konsistensi standar etika untuk sistem pendidikan yang mungkin memiliki praktik dan etika yang berbeda.

Transformasi Institusional

Integrasi AI dalam pendidik an akan menyebabkan perubahan mendalam di seluruh lembaga pendidikan karena mengembangkan bentuk integrasi yang semakin canggih.

a. *Perubahan Struktur Organisasi*: Lembaga-lembaga menciptakan struktur, peran, dan tanggung jawab baru untuk mengembangkan rencana integrasi AI yang fungsional dan untuk menyediakan lingkungan sosial atau ekosistem yang mendukung bagi pendidik dan mahasiswa dalam konteks pembelajaran yang ditingkatkan terkait AI.
b. *Perancangan Ulang Kurikulum*: Program akademik mungkin memerlukan perancangan ulang secara menyeluruh untuk memasukkan literasi AI, bersama dengan penekanan pedagogis pada keterampilan yang hanya dimiliki manusia, untuk mempersiapkan mahasiswa menghadapi tempat kerja yang terintegrasi dengan AI.
c. *Penilaian Revolusioner*: Praktik penilaian konvensional akan digantikan oleh proses evaluasi baru dan konten pembelajaran baru yang menggabungkan kemampuan AI untuk menjaga integritas akademik dan memberikan penilaian yang bermakna terhadap pembelajaran mahasiswa.

8.9 ARAHAN STRATEGIS DAN KEBIJAKAN PENGGUNAAN AI

Analisis komprehensif yang disajikan dalam bab ini menawarkan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti berikut untuk para pemangku kepentingan yang terlibat dalam integrasi ChatGPT di ruang pendidikan.

Rekomendasi untuk Lembaga Pendidikan

a. *Buat Kebijakan AI Universal*: Lembaga harus mengembangkan kebijakan yang ringkas dan luas yang mengatur penggunaan AI sambil menyeimbangkan inovasi dengan kesejahteraan mahasiswa, integritas akademik, dan kualitas pendidikan.
b. *Investasikan pada Infrastruktur dan Dukungan*: Lembaga perlu menyediakan infrastruktur teknologi yang memadai untuk mendukung pemanfaatan AI dan memberikan dukungan berkelanjutan. Mereka harus merencanakan anggaran untuk perangkat keras, perangkat lunak, dan sumber daya manusia yang diperlukan.
c. *Fokus pada Pengembangan Profesional*: Keterlibatan dosen dalam integrasi program AI juga harus mencakup pengembangan profesional sebagai program yang diperlukan dan harus berkelanjutan seiring kemajuan pendidik dalam pengalaman AI mereka.
d. *Kembangkan Ukuran Evaluatif*: Lembaga harus mengembangkan ukuran evaluatif yang kuat tentang efektivitas integrasi AI, termasuk yang terkait dengan hasil belajar mahasiswa, metrik kepuasan, dan konsekuensi yang tidak diinginkan.

Rekomendasi untuk Pendidik

a. Mulai Perlahan dan Tingkatkan dengan Hati-hati: Pendidik harus memulai dengan aktivitas berisiko rendah untuk integrasi AI dan kemudian mulai memperluas penggunaannya seiring dengan meningkatnya kenyamanan dan keahlian mereka.
b. Tetap Berorientasi Pedagogis: Alat AI harus diintegrasikan untuk mendukung tujuan pembelajaran, bukan untuk kebaruan atau kemudahan. Keputusan teknologi harus selalu berfokus pada pedagogi.
c. Membangun Literasi AI: Para pendidik harus meluangkan waktu untuk memahami kemampuan dan keterbatasan AI sehingga mereka dapat membuat keputusan yang tepat tentang integrasi dan memfasilitasi penggunaan yang akurat dengan mahasiswa.

d. Memupuk Pemikiran Kritis: Luangkan waktu khusus untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa untuk menganalisis konten yang dihasilkan AI, sambil tetap menjaga pemikiran rasional dan kemampuan penalaran yang independen.

Rekomendasi untuk Pembuat Kebijakan

a. *Mendanai Pembelajaran dan Pengembangan*: Para pembuat kebijakan harus berinvestasi dalam eksplorasi pedagogis AI, termasuk efektivitas dan konsekuensi yang tidak terduga untuk mendukung pembuatan kebijakan berbasis bukti.
b. *Menyediakan Kerangka Kerja untuk Kesetaraan Digital*: Kebijakan harus memastikan akses yang adil ke alat pendidikan AI tanpa memandang batasan sosial ekonomi dan geografis untuk menghindari semakin dalamnya ketidaksetaraan sosial yang ada.
c. *Menetapkan Kerangka Kerja Etika*: Kerangka kerja etika harus dikembangkan untuk penggunaan AI dalam pendidikan untuk melindungi mahasiswa sebagai subjek pembelajaran sekaligus mempromosikan inovasi.
d. *Mendorong Kolaborasi Internasional*: Kolaborasi global harus didorong untuk menyebarkan praktik terbaik, berbagi tantangan bersama, dan menetapkan standar bersama terkait penggunaan AI dalam pendidikan.

Rekomendasi untuk Mahasiswa

a. Membangun Literasi AI: Mahasiswa harus menciptakan basis pengetahuan tentang elemen-elemen AI berikut: kemampuan, keterbatasan, dan penggunaan yang tepat untuk memaksimalkan manfaat utama dan menghindari ketergantungan.
b. Menjunjung Tinggi Integritas Akademik: Mahasiswa akan mematuhi penggunaan AI yang etis dan memahami bagaimana menetapkan batasan ketika menerima bantuan sambil tetap bertanggung jawab atas pembelajaran mereka sendiri.
c. Memupuk Pemikiran Kritis: Mahasiswa harus mengembangkan dan memperkuat keterampilan berpikir kritis untuk evaluasi mereka sendiri terhadap informasi dan konten yang dihasilkan AI dan mempertahankan kemampuan mereka untuk menjadi pemikir independen.
d. Mencari Keseimbangan: Mahasiswa harus mencapai keseimbangan yang sehat antara menggunakan AI dan terlibat dalam pekerjaan mereka sendiri untuk menjadi pembelajar yang efektif dan terampil.

8.10 MENYONGSONG TRANSFORMASI AI DALAM PEMBELAJARAN KONTEMPORER

Penggunaan ChatGPT dan alat AI dalam pendidikan merupakan peluang yang signifikan dan tantangan yang sulit dalam lanskap pendidikan kontemporer. Riset menyeluruh ini telah menunjukkan bahwa ada potensi besar untuk pembelajaran yang dipersonalisasi, aksesibilitas, dan tujuan pendidikan dengan alat AI, tetapi pertimbangan yang cermat harus diberikan pada implikasi terhadap integritas akademik, efektivitas pedagogis, dan kesetaraan sosial. Bukti yang disajikan dalam bab ini menunjukkan bahwa ChatGPT dapat menjadi alat pembelajaran yang efektif jika diimplementasikan secara sengaja dan metodis. Meta-analisis dan studi pembelajaran yang dikutip menunjukkan efek positif yang substansial pada hasil pembelajaran, terutama keterampilan belajar di bidang berbasis keterampilan dan STEM yang

relevan dengan pendidikan. Ukuran efek menunjukkan dampak pendidikan yang berarti dari ChatGPT sebagai alat pembelajaran. Studi kasus memberikan temuan yang menjanjikan dari konteks pendidikan formal dan informal, dan menunjukkan baik potensi kapasitas alat AI seperti ChatGPT, maupun tantangan dalam mengimplementasikan AI baru di berbagai lingkungan.

Meskipun ChatGPT benar-benar dapat membentuk kembali pendidikan saat ini dan di masa depan, peluang akan terlewatkan kecuali ada komitmen terhadap penggunaan yang bertanggung jawab, implementasi yang sukses, penilaian berkelanjutan, dan peningkatan yang terus-menerus. Jika diterapkan dengan bijaksana dalam batasan praktik pedagogis yang diteliti secara ketat dan prinsip-prinsip etika, ChatGPT, serta teknologi AI dan TI inovatif lainnya, dapat memfasilitasi kemajuan menuju tujuan pendidikan dan kebutuhan perkembangan di abad ke-21 yang semakin kompleks dan selalu berubah. Perjalanan AI dalam pendidikan baru saja dimulai dan ke mana pun arahnya, pelajaran dari implementasi pertama ini akan mendorong perkembangan di tahun-tahun mendatang.

Dengan terus berfokus pada pembelajaran dan pengembangan mahasiswa, kesetaraan pendidikan, dan integritas akademik secara bersamaan dengan kemungkinan menarik yang ditawarkan oleh teknologi baru ini, kita di komunitas pendidikan dapat membantu mengarahkan kita menuju era di mana AI dan alat-alat AI meningkatkan, dan bukan menghapus, aspek-aspek manusiawi penting yang membuat pendidikan bermakna dan transformatif. Rekomendasi yang dibuat dalam bab ini membuktikan bahwa pendekatan strategis berbasis bukti diperlukan untuk mengintegrasikan AI ke dalam pendidikan. Unsur-unsur penting bagi organisasi pendidikan meliputi pengembangan kebijakan, pendanaan dan sumber daya untuk pengembangan profesional, dan langkah-langkah evaluasi. Rekomendasi untuk pendidik membahas kebutuhan untuk memfasilitasi literasi AI dan membangun kapasitas pedagogis untuk memanfaatkan AI sebaik-baiknya. Para pembuat kebijakan perlu mempertimbangkan isu-isu kesetaraan, mengembangkan kerangka kerja etis, dan mempertahankan dukungan untuk inovasi dan pembelajaran.

BAB 9
TEKNOLOGI AI EDGE DAN IOT DI SEKOLAH PINTAR

9.1 PENGANTAR IMPLEMENTASI EDGE AI IOT DI LINGKUNGAN PENDIDIKAN

Dunia berubah sebagai akibat dari teknologi yang muncul dengan cara yang sebelumnya tidak terpikirkan. Konektivitas nirkabel, digitalisasi yang meluas, dan kemajuan dalam teknologi perangkat pintar telah secara drastis mengubah lingkungan tempat kita bekerja, hidup, dan belajar. Teknologi disruptif, yang memiliki dampak signifikan pada cara organisasi beroperasi dan cara masyarakat berfungsi secara keseluruhan, bertanggung jawab atas semua perkembangan tersebut. Kecerdasan buatan (AI), realitas virtual/augmented/ mixed, komputasi awan, Internet of Things dan AI Edge untuk IoT, layanan elektronik (seperti perdagangan elektronik, perbankan elektronik, pembelajaran elektronik, dan kesehatan elektronik), teknologi blockchain, dan lain-lain. adalah beberapa teknologi disruptif yang paling sukses. Integrasi teknologi disruptif memiliki beberapa keuntungan bagi ekonomi dan masyarakat kita dalam hal perencanaan operasional sehari-hari.

Pertanyaan kuncinya adalah bagaimana teknologi ini, dan analisis data yang menyertainya, dapat digunakan untuk meningkatkan fungsi sosial dan ekonomi, yang menghasilkan peningkatan standar kehidupan sehari-hari individu. Sejalan dengan tren ini, rumah pintar, bangunan pintar, kota pintar, dan bahkan sekolah pintar menjadi lebih dari sekadar cita-cita. Teknologi yang sedang berkembang yang disebut Internet of Things (IoT) memungkinkan objek, gadget, dan objek lain (seperti sensor dan aktuator) untuk terhubung satu sama lain di dalam suatu sistem untuk melakukan berbagai tugas. Sensor mengumpulkan dan mengirimkan data secara real-time. Tergantung pada tujuan penggunaannya, sensor hadir dalam berbagai jenis. Aktuator melakukan berbagai aktivitas sebagai respons terhadap data masukan dari perangkat lain yang terhubung ke jaringan.

Edge AI untuk sistem yang diaktifkan IoT menggunakan sensor untuk mengukur, merekam, dan memantau data. Untuk tujuan pemrosesan, analisis, dan pengarsipan, data dikirim ke pusat kendali baik di jaringan maupun di cloud. Data ini digunakan untuk membuat keputusan, yang menyebabkan aktuator menerima perintah yang sesuai. Berdasarkan analisis kami terhadap studi terkait dengan mempertimbangkan koordinasi dengan pembelajaran yang relevan, kecerdasan terapan didasarkan pada pemanfaatan berbagai perangkat IoT yang saling terhubung, khususnya Edge AI untuk IoT, yang dapat berbagi informasi melalui jaringan dan cloud serta mengirim data secara nirkabel atau melalui kabel. Dengan memungkinkan peningkatan kontrol, manajemen, dan pengambilan keputusan, tujuannya adalah untuk menciptakan ekosistem lengkap yang terdiri dari sistem cerdas dan aplikasi mutakhir terkait, yang menghasilkan efisiensi, kenyamanan, dan keberlanjutan. Pengguna berinteraksi dengan sistem cerdas ini dalam berbagai cara melalui IoT dengan menggunakan perangkat cerdas. Perangkat Edge AI untuk IoT modern memungkinkan aplikasi untuk mengakses data real-time yang dikumpulkan, ditangani, dan diproses dengan tepat untuk membantu pengambil keputusan, pihak berwenang, dan pengguna akhir dalam mengambil keputusan yang akan

meningkatkan operasi sehari-hari dan kualitas hidup secara umum. Bab ini bertujuan untuk menunjukkan bagaimana Edge AI untuk IoT digunakan untuk menciptakan lingkungan cerdas di berbagai domain. Secara khusus, dilakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap gagasan sekolah cerdas. Menurut pembelajaran, Edge AI untuk perangkat IoT dapat digunakan untuk menciptakan lingkungan kelas yang aman dan hemat energi, menjaga kondisi yang tepat untuk pembelajaran dan memfasilitasi proses pengajaran-pembelajaran yang efektif.

9.2 BERAGAM AREA APLIKASI EDGE AI DI LINGKUNGAN CERDAS

Hal ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian berbagai variabel yang berdampak signifikan pada kehidupan kita:

- Melacak distribusi dan konservasi energi
- Menyesuaikan sinyal lalu lintas dengan pola lalu lintas
- Memfasilitasi optimalisasi rute
- Menghindari kemacetan
- Menyederhanakan transportasi umum
- Pengumpulan sampah
- Sanitasi di jalan
- Sistem irigasi
- Mengontrol tempat parkir dan stasiun pengisian daya kendaraan listrik
- Meningkatkan kualitas udara dan mengurangi polusi
- Mengurangi biaya dan pengeluaran perawatan
- Meningkatkan keberlanjutan dan kualitas hidup secara keseluruhan

Rumah pintar dilengkapi dengan jaringan IoT yang menghubungkan peralatan, sistem keamanan, asisten virtual, meteran utilitas, dan perangkat lain untuk memungkinkan otomatisasi pekerjaan rumah tangga. Dengan lebih mudah dan efektif, pengguna dapat mengoperasikan peralatan dari jarak jauh sambil mengawasi bagaimana peralatan tersebut digunakan. Dalam konteks yang sama, kecerdasan mencakup banyak aspek kehidupan, termasuk pendidikan, di mana otomatisasi dan optimasi diwujudkan oleh kampus, institusi, dan sekolah pintar. Keamanan dan kontrol akses ditawarkan dalam kerangka kampus dan sekolah pintar, bersama dengan sistem pemanas dan pendingin yang hemat energi.

Selain itu, penerapan teknologi digital yang cerdas meningkatkan peluang belajar dan layanan pendidikan. Oleh karena itu, untuk lebih memenuhi persyaratan dan preferensi era digital saat ini, pendidik harus menggunakan pendekatan yang berpusat pada mahasiswa dan pembelajaran individual untuk memanfaatkan teknologi yang berkembang dengan lebih baik. Lingkungan pintar memungkinkan pembelajaran yang dinamis, menarik, dan kolaboratif, berbeda dengan metode pengajaran tradisional. Lingkungan ini menggunakan sejumlah teknologi mutakhir yang memungkinkan modifikasi proses pengajaran agar sesuai dengan kebutuhan, minat, dan tingkat kemampuan mahasiswa, sehingga meningkatkan motivasi. Pengambilan keputusan yang cerdas untuk seluruh sistem pendidikan juga dimungkinkan oleh integrasi aplikasi pendidikan berbasis teknologi informasi dan komunikasi (TIK).

9.3 AI EDGE UNTUK IoT DALAM PENDIDIKAN

IoT memiliki banyak hal yang ditawarkan kepada industri pendidikan. Riset literatur menunjukkan beragam penggunaan Edge AI untuk IoT dalam pendidikan bagi pendidik, mahasiswa, dan administrator. Bagian ini memberikan ringkasan potensi aplikasi Edge AI untuk IoT dalam lingkungan pendidikan yang telah disorot dalam literatur. Meskipun bukan hal baru, gagasan "sekolah pintar", atau sekolah berbasis TIK, masih dalam tahap awal. Bagian ini berfokus pada bagaimana Edge AI untuk IoT dapat membantu mewujudkan gagasan "sekolah pintar".

Edge AI untuk IoT untuk Manajemen Sekolah Cerdas

- *Manajemen energi*: Sistem manajemen energi cerdas perlu bersifat interoperabel dan terhubung. Manajemen dan konservasi energi yang hemat biaya akan sangat bermanfaat bagi administrasi sekolah dalam skenario sekolah cerdas. Organisasi sekolah dapat meningkatkan utilitas energi cerdasnya dan menghemat ratusan dolar per bulan. Energi listrik, misalnya, dapat digunakan kapan pun dibutuhkan. Sensor di gedung sekolah berpotensi untuk memungkinkan penggunaan energi listrik sesuai permintaan dan mematikan peralatan yang tidak perlu, mengurangi biaya dan jejak karbon yang terkait dengan setiap unit daya yang digunakan. Kerangka komunikasi berbasis Edge AI untuk IoT dapat menyampaikan informasi terkait energi ke sistem manajemen dan pengguna di lingkungan sekolah. Sebuah platform untuk manajemen energi berbasis Edge AI untuk IoT telah dibangun oleh sebuah studi. Pembuatan sistem manajemen energi respons permintaan (DR) dapat dibantu oleh platform tersebut.
- *Keamanan Lingkungan Sekolah*: Salah satu aspek penting dari sekolah cerdas yang didukung Edge AI untuk IoT adalah keamanan lingkungan sekolah. Sebagian besar sekolah tidak dilengkapi dengan infrastruktur yang aman yang dapat mengenali dan mengidentifikasi insiden pencurian, kebakaran, pelecehan, kekerasan seksual, dan kecelakaan lain yang mungkin terjadi di lingkungan sekolah. Dengan menggunakan kamera real-time untuk merekam adegan yang terhubung dengan sensor dan perangkat IoT, administrasi sekolah dapat memantau lingkungan sekolah, menemukan potensi lokasi kecelakaan, dan, jika terjadi keadaan darurat, segera memulai rencana tindakan. Proyek pembelajaran di Hua menyarankan sistem aman Internet of School Things (S-IoST), sebuah Edge AI untuk mekanisme peringatan berbasis IoT. Sistem ini memanfaatkan sistem transportasi cerdas, teknologi seluler 5G, teknologi penginderaan, dan jaringan IoT untuk komunikasi yang canggih.
- *Manajemen mahasiswa berkebutuhan khusus*: Untuk mendukung pembelajaran mereka, mahasiswa dengan masalah kesehatan mental, tantangan belajar, gangguan pendengaran, atau gangguan penglihatan membutuhkan solusi yang komprehensif dan beragam. Untuk anak-anak dengan kebutuhan khusus, Edge AI untuk IoT dapat menawarkan lingkungan yang personal dan mudah digunakan. Sebagai contoh, sistem yang menggabungkan tablet dan sarung tangan yang terhubung dengan sensor dapat menghasilkan ucapan vokal yang diterjemahkan dari bahasa isyarat. Dosen dapat memanfaatkan sistem ini untuk memfasilitasi komunikasi di kelas bagi mahasiswa

tunarungu dan bisu. Berbagai studi meneliti penggunaan Edge AI untuk IoT dan potensinya bagi anak-anak berkebutuhan khusus. Teknologi bantu untuk mahasiswa penyandang disabilitas meliputi, misalnya: Mahasiswa dengan masalah mobilitas dapat memperoleh manfaat dari keyboard di layar dan pembaca layar, yang dapat mengubah aplikasi teks menjadi ucapan yang dapat dibaca dengan lantang dan informasi ini sangat membantu bagi mereka yang buta atau memiliki gangguan penglihatan.

- *Transportasi sekolah cerdas*: Sistem transportasi cerdas untuk mahasiswa dapat dioperasikan oleh administrasi sekolah dengan bantuan solusi Edge AI untuk IoT. Sistem pemantauan mobil berbasis IoT dijelaskan dalam sebuah studi. Mikrokontroler dan aplikasi telepon seluler membentuk sistem yang disarankan. Sistem penentuan posisi global (GPS) digunakan untuk menentukan posisi bus sekolah dari sebuah perangkat. Sensor alkohol dan sakelar panik diintegrasikan ke dalam sistem untuk memastikan keselamatan anak-anak. Status bus secara real-time diberikan kepada orang tua dan administrasi sekolah oleh sistem transportasi cerdas ini.
- *Sistem pemantauan kesehatan mahasiswa*: Kinerja mahasiswa adalah hal terpenting bagi setiap lembaga pendidikan. Masalah kesehatan mahasiswa memiliki dampak signifikan pada kinerja mereka. Kinerja akademik mahasiswa menurun ketika mereka sakit atau mengalami masalah psikologis karena mereka tidak dapat berkonsentrasi pada akademiknya. Banyak data kesehatan dikumpulkan melalui sensor. Cloud dan Edge AI untuk IoT mengumpulkan dan menganalisis sejumlah besar data untuk menilai kesehatan dan kebahagiaan mahasiswa. Sistem Pemantauan Kesehatan Berbasis Ambient Intelligence (AmIHMS) berbasis Edge AI untuk IoT telah diusulkan untuk pemantauan kesehatan mahasiswa dalam sebuah pembelajaran. Kerangka kerja untuk pemantauan kesehatan mahasiswa berbasis Edge AI berbasis IoT diusulkan oleh pembelajaran Zhu dan rekan-rekan. Studi lain meneliti penggunaan penanda fisiologis dan Long ShortTerm Memory (LSTM) untuk identifikasi emosi. Kerangka kerja Edge AI untuk IoT di bidang perawatan kesehatan diusulkan oleh para peneliti di sini.

Edge AI untuk IoT bagi Dosen

- *Sistem absensi otomatis*: Bagi dosen, mencatat kehadiran setiap mahasiswa adalah tugas yang menuntut dan memakan waktu. Para pengajar harus berkonsentrasi pada tanggung jawab utama mereka, yaitu mengajar dan mendukung mahasiswa dalam pembelajaran mereka. Di pintu masuk kelas, sistem absensi otomatis berdasarkan absensi biometrik atau barcode dengan nomor kartu identitas dapat digunakan. Hasilnya, setiap anak yang masuk akan tercatat. Orang tua juga dapat diberi tahu tentang informasi ini sehingga mereka mengetahui apakah anak mereka hadir di kelas atau tidak. Demikian pula, pembelajaran menunjukkan bahwa sistem absensi otomatis yang menggunakan Edge AI untuk IoT bersamaan dengan teknologi pengenalan wajah dimungkinkan.
- *Pedagogi baru*: Gagasan tentang ruang kelas telah berevolusi seiring dengan kemajuan teknologi. Metode tradisional dan ruang fisik tidak ada lagi di ruang kelas modern. Dosen memberdayakan peserta didik dengan serangkaian pedagogi baru yang

didorong oleh teknologi digital dan lingkungan pembelajaran digital karena ruang kelas modern menawarkan cara baru untuk belajar. Akibatnya, pengembangan pedagogi digital mengacu pada bagaimana dosen dapat memanfaatkan teknologi tertentu untuk memfasilitasi pengajaran dan pembelajaran dengan cara yang paling efisien. Salah satu contohnya adalah kelas terbalik (flipped classroom), yang digunakan oleh dosen untuk mendidik tentang jaringan komputer sambil memasukkan Edge AI untuk elemen IoT.

- *Sistem umpan balik dan penilaian*: Metode cepat dan sederhana untuk memeriksa kinerja mahasiswa dan mengevaluasi mereka berdasarkan keterlibatan, partisipasi, interaksi, dan penyelesaian tugas adalah dengan menggunakan teknologi evaluasi terintegrasi yang berbasis pada IoT. Sebuah studi menggunakan penilaian skor perhatian dalam e-learning untuk menyarankan kerangka kerja berbasis IoT untuk interaksi mahasiswa. Dalam konteks yang sama, studi lain mengusulkan metode penambangan data real-time berbasis Edge AI untuk IoT untuk penilaian mahasiswa. Edge AI untuk IoT dan Raspberry Pi digunakan dalam pembelajaran untuk mengukur keterlibatan mahasiswa.
- *Edge AI untuk IoT untuk pendidikan STEM*: Pendidikan di bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) membutuhkan pengalaman laboratorium praktis serta pengukuran, pengamatan, dan eksperimen. Pengukuran dan pemrosesan data secara real-time kini dimungkinkan berkat sensor dan perangkat IoT. Manfaat lain dari Edge AI untuk IoT adalah mahasiswa STEM dapat menggunakan pemikiran desain dan kemampuan STEM lainnya melalui pembelajaran berbasis proyek dengan kit Edge AI untuk IoT. Bagaimana aplikasi Edge AI untuk IoT dapat digunakan dalam kelas eksperimen fisika telah ditunjukkan dalam sebuah studi. Sebuah studi kasus tentang integrasi Edge AI untuk IoT untuk pembelajaran sistem tertanam dibahas dalam pembelajaran di Hwang, yang juga menunjukkan bagaimana Edge AI untuk IoT dapat digunakan dalam pendidikan STEM.

Edge AI untuk IoT bagi Pembelajar

- *Pembelajaran jarak jauh*: Pandemi COVID-19 telah menunjukkan efektivitas dan kekonkretan platform pembelajaran daring. Mahasiswa dari seluruh dunia bersekolah di rumah mereka selama penutupan sekolah global, berkat perkembangan teknologi di bidang pendidikan. Semua jenis pembelajaran jarak jauh, termasuk hibrida, e-learning, daring, seluler, dan pembelajaran kelas virtual, dimungkinkan. Pembelajaran jarak jauh mencakup semua format ini. Edge AI untuk IoT memiliki kekuatan untuk meningkatkan pembelajaran jarak jauh secara sukses. Salah satu contohnya adalah studi yang menunjukkan bagaimana IoT dapat meningkatkan efisiensi pembelajaran dalam pembelajaran jarak jauh hingga 20%. Perangkat Edge AI untuk IoT melacak jumlah aktivitas otak selama sesi video dan memberi umpan balik serta gambar digital ke algoritma.
- *Peningkatan keterlibatan dan produktivitas*: Mahasiswa menjadi lebih interaktif dan terlibat dalam kelas daring berbasis ponsel pintar, yang sering dikenal sebagai kelas virtual atau e-kelas. Motivasi mahasiswa dalam berpartisipasi dalam berbagai tugas

dan berpartisipasi aktif dalam proses penilaian dan umpan balik dikembangkan melalui pembelajaran berbasis interaksi. Sebagai hasilnya, Edge AI untuk lingkungan pembelajaran berbasis IoT meningkatkan keterlibatan dan produktivitas di antara mahasiswa. Misalnya, e-book yang dilengkapi barcode memfasilitasi membaca interaktif bagi mahasiswa. Sebuah perangkat IoT bernama Scan Maker dapat dengan cepat memindai teks yang dapat diedit dari buku, kertas, dan materi lainnya, dan mentransfernya langsung ke komputer, tablet, atau telepon. Teks dapat diterjemahkan ke dalam empat puluh bahasa berbeda menggunakan perangkat ini.

- *Lingkungan pembelajaran digital yang dipersonalisasi*: Lingkungan pembelajaran digital menawarkan pengalaman belajar yang disesuaikan. Contoh yang baik adalah Blackboard, yang menyediakan sistem manajemen pembelajaran (LMS) interaktif, situs web yang memberi informasi kepada orang tua, mahasiswa, dan pihak lain tentang acara, berita, dan nilai, serta teknologi ruang kelas virtual yang mendorong peningkatan kerja sama (Gambar 9.1).

Gambar 9.1 Edge AI untuk sekolah pintar berbasis IoT.

9.4 HAMBATAN DALAM EDGE AI UNTUK ADAPTASI IoT DI LINGKUNGAN PENDIDIKAN

Integrasi Edge AI untuk IoT di bidang pendidikan memiliki banyak keuntungan, tetapi juga memiliki risiko dan hambatan yang signifikan. Bahaya dan kesulitan utama yang terkait dengan adaptasi Edge AI untuk IoT di bidang pendidikan dibahas dalam bagian ini.

Keamanan dan Privasi

Keberadaan teknologi yang sangat canggih yang terhubung ke internet menghadirkan risiko serangan siber. Sangat mudah bagi pihak luar atau mahasiswa untuk menyerang lembaga pendidikan. Mengendalikan sistem suatu lembaga berpotensi membuatnya tidak dapat beroperasi. Masalah konektivitas juga dapat mencegah sistem beroperasi secara keseluruhan. Pelanggaran data terus menjadi risiko keamanan utama. Otentikasi, integritas, keamanan ujung-ke-ujung, dan kerahasiaan menghadirkan masalah keamanan. Sejumlah besar data

dikumpulkan oleh sensor dan perangkat Edge AI canggih untuk IoT yang bekerja dengan berbagai teknologi termasuk komunikasi jarak dekat (NFC), identifikasi frekuensi radio (RFID), 4G, dan 5G. Data tersebut merupakan sumber kekhawatiran utama. Apa yang terjadi pada data tersebut? Siapa yang diuntungkan dari kendali atas data ini? Ini adalah pertanyaan terkait privasi yang berkaitan dengan teknologi internet yang mengumpulkan sejumlah besar data pribadi. Adopsi Edge AI untuk IoT di industri pendidikan hanya dapat dijamin ke depannya jika kekhawatiran keamanan di sekitarnya dapat diatasi. Karena hanya individu yang berwenang yang dapat mengakses data yang dikumpulkan, kerahasiaan sangat penting untuk keamanan Edge AI untuk IoT. Pengguna dapat berupa manusia maupun robot, dan kebocoran data kepada pengguna yang tidak berwenang—baik manusia maupun mesin—merupakan kekhawatiran utama bagi kerahasiaan Edge AI untuk IoT.

Risiko keamanan lainnya adalah manajemen data skala besar. Karena Edge AI untuk IoT mengumpulkan dan menganalisis sejumlah besar data, solusi manajemen data yang andal sangat diperlukan. Saat ditransmisikan dari satu pengirim ke pengirim lain, data dapat hilang, diubah, atau bocor. Untuk mencegah pelanggaran data dan penanganan yang salah, sistem manajemen data yang aman sangat diperlukan.

Skalabilitas dan Keandalan

Skalabilitas merupakan masalah utama dalam lingkungan pendidikan. Akan ada proses pengumpulan data besar-besaran saat menggunakan Edge AI untuk aplikasi IoT. Sejumlah besar data akan dihasilkan oleh integrasi Edge AI untuk IoT dalam pendidikan. Akibatnya, analisis data sangat penting untuk mendapatkan wawasan mendalam dari data. Oleh karena itu, salah satu hambatan penggunaan Edge AI untuk IoT dalam lingkungan pendidikan adalah skalabilitas data. Skalabilitas adalah topik yang dibahas dalam studi oleh Buckingham Shum dan rekan-rekan, yang juga menyarankan sistem rekomendasi sosial berbasis Hadoop dan komputasi paralel untuk menawarkan materi pembelajaran individual kepada mahasiswa berdasarkan analisis data besar-besaran. Studi lain menyarankan solusi Edge AI untuk IoT berbasis pembagian rahasia yang skalabel dan aman. Studi ini juga mengusulkan bahwa penerapan Edge AI terdistribusi untuk infrastruktur IoT dapat meningkatkan skalabilitas dan keandalan sistem Edge AI untuk IoT. Kekhawatiran tentang skalabilitas muncul ketika solusi berbasis Edge AI untuk IoT tidak berkelanjutan dalam jangka panjang. Semua kelas sosial harus memiliki akses yang sama terhadap teknologi ini. Selain itu, sekolah harus memiliki dana yang cukup untuk membayar layanan ini dan memelihara sistem yang andal.

Dehumanisasi dan Kekhawatiran Etika

Meskipun teknologi merupakan alat yang luar biasa untuk kehidupan kita sehari-hari, etika dan humanisasi tidak boleh dikorbankan karenanya. Memang benar bahwa teknologi ada untuk menyederhanakan hidup kita dalam banyak hal, tetapi agar teknologi apa pun dapat berfungsi, kita harus menetapkan protokol operasi. Salah satu masalah utama yang akan terjadi jika sistem beroperasi lebih otonom dan dengan interaksi manusia yang lebih sedikit adalah dehumanisasi. Interaksi yang berlebihan antar mesin dapat mengurangi pengawasan manusia dan memberi perusahaan yang menyediakan layanan ini lebih banyak otoritas dan kendali. Akibatnya, ada kemungkinan besar terjadinya distribusi kekuasaan yang tidak etis dan

tidak adil. Kesadaran pengguna merupakan pertimbangan penting lainnya. Pengguna perlu mengetahui potensi serangan dan diajarkan teknik pertahanan diri di internet. Pemerintah harus merencanakan kampanye kesadaran dan pendidikan publik tentang teknologi baru dan cara menggunakannya, di samping mengembangkan mekanisme untuk persyaratan keamanan.

9.5 PERAN EDGE AI UNTUK IoT DALAM SISTEM PENDIDIKAN CERDAS

Dalam konteks sekolah pintar, TIK yang intensif dan menyeluruh baru-baru ini menjadi pendorong utama pergeseran paradigma menuju pendidikan cerdas. Mengikuti pola ini, tim kami melakukan pembelajaran untuk memodelkan lingkungan pembelajaran cerdas berdasarkan konsep ruang kelas pintar. Lingkungan ini menggunakan banyak teknologi berbeda dan menggabungkan banyak perangkat digital ke dalam ruang kelas untuk membuat pembelajaran lebih cerdas dan meningkatkan prestasi mahasiswa. Konsep seperti ini dapat digunakan baik dalam lingkungan virtual maupun dunia nyata, dan menjawab tuntutan era digital serta kesulitan yang muncul selama krisis dunia. Suasana cerdas yang disediakan oleh Sistem Pendidikan Cerdas (IES) meningkatkan pembelajaran secara personal, efisien, efektif, dan menyenangkan.

Hal ini dicapai dengan memanfaatkan seluruh spektrum teknologi pendidikan modern. Teknologi tersebut meliputi perangkat interaktif yang terhubung jaringan (termasuk laptop, telepon seluler, komputer, dan tablet) dan perangkat yang dapat dikenakan, sensor, aktuator, kamera, tag RFID, pembaca RFID, dan instrumen teknologi canggih lainnya. Selain itu, semua data lingkungan dan pendidikan dilacak, dikumpulkan, diproses, dianalisis, dan dikelola menggunakan perangkat lunak khusus. Lebih lanjut, pengambilan keputusan cerdas berdasarkan teknologi cerdas seperti analitik pembelajaran, AI, semantik, ontologi, jaringan saraf, dan penambangan data menyediakan kontrol sumber daya cerdas dan manajemen proses cerdas. Dalam kerangka IES, Edge AI untuk IoT memainkan dua peran: memfasilitasi metode pengajaran kreatif yang mengoptimalkan proses pembelajaran dan memungkinkan kontrol dan manajemen cerdas elemen lingkungan kelas. Ini melibatkan integrasi perangkat Edge AI untuk IoT dalam IES, seperti sensor, aktuator, perangkat yang dapat dikenakan, dan kamera, untuk memungkinkan sistem pendidikan melacak dan mengatur karakteristik fisik lingkungan sekitar serta faktor-faktor yang terkait dengan prosedur pendidikan (perilaku, keterlibatan, dan konsentrasi mahasiswa) dari jarak jauh. Salah satu persyaratan penting adalah perangkat IoT harus dapat terhubung ke jaringan dan berkomunikasi satu sama lain.

Mereka mengumpulkan, menyimpan, mengambil, dan menyinkronkan data melalui internet selain melakukan pemantauan dan kontrol jarak jauh. Aspek fisik lingkungan sekolah, seperti kelembaban, pencahayaan, suhu, dan kadar oksigen, semuanya berdampak pada pembelajaran. Untuk menyediakan lingkungan belajar sebaik mungkin, mereka diawasi dan dikelola dengan tepat. Sejumlah besar data tentang lingkungan kelas dikumpulkan dan dianalisis oleh beberapa sensor. Melalui penggunaan kamera, sensor gerak, teknologi yang dapat dikenakan, pembaca RFID, dan perangkat lain, alur proses pembelajaran dipantau. Mereka memantau partisipasi mahasiswa, mengawasi kehadiran mereka, mengidentifikasi

perilaku yang tidak pantas, dan mengawasi bagaimana mahasiswa berkomunikasi dalam sistem pembelajaran.

9.6 EDGE AI UNTUK APLIKASI IoT DALAM PEDAGOGI PENGAJARAN-PEMBELAJARAN

Jaringan perangkat selain komputer desktop dan laptop, atau "internet of things", akan secara fundamental mengubah cara hidup kita dalam beberapa tahun mendatang. Di antara perangkat tersebut adalah penggunaan Edge AI untuk IoT untuk mentransformasi industri pendidikan. Setiap hari, transisi ini terjadi semakin cepat. Setiap mahasiswa terhubung ke sekolah mereka atau lembaga pendidikan lainnya melalui perangkat pintar. IoT (Edge AI untuk IoT) telah memungkinkan lembaga pendidikan untuk memantau pendaftaran, meningkatkan keamanan kampus, dan mengurangi beban kerja dosen dari banyaknya dokumen. Sekitar 82% anak-anak berusia antara 12 dan 17 tahun memiliki ponsel pintar, dan mereka menggunakannya untuk tujuan rekreasi dan pendidikan, menurut survei dari emarket retail. Mayoritas aktivitas generasi mendatang bergantung pada ponsel, dan mereka sudah sangat bergantung padanya. Edge AI untuk IoT memiliki kemampuan untuk secara signifikan meningkatkan pendidikan, bahkan ketika keamanan dan perlindungan pengguna tetap menjadi poin yang perlu diperhatikan.

Terdapat dua sudut pandang mengenai Edge AI untuk aplikasi IoT di lembaga pendidikan: sudut pandang dosen dan staf, serta sudut pandang mahasiswa. Para pengajar dapat memantau kehadiran mahasiswa mereka. Dosen dapat mengukur kehadiran mahasiswa berdasarkan lokasi atau informasi yang diberikan mahasiswa menggunakan sensor yang dipasang di ruang kelas, perpustakaan, atau kantin. Dosen dapat mengamati kelas mereka secara virtual berkat integrasi Edge AI untuk IoT di sekolah. Kami meneliti berbagai cara Edge AI untuk IoT digunakan di bidang pendidikan. Penggunaan yang disebutkan di atas menunjukkan dengan jelas bahwa Edge AI untuk IoT akan sangat menguntungkan di industri pendidikan di masa depan.

Manajemen Energi

a. Meningkatnya kekhawatiran tentang perubahan iklim global memerlukan perubahan pada sistem pendidikan untuk melindungi pasokan energi yang terbatas.
b. Penerbitan buku dan manual pembelajaran dalam jumlah besar mengakibatkan pemborosan kertas.
c. Dengan memanfaatkan kerangka kerja Edge AI untuk IoT, buku dapat diakses dalam mode elektronik pada perangkat agar mahasiswa dapat membaca dan melakukan penyesuaian.
d. Pemasangan sensor dan aktuator pada lampu dan keran agar menyala secara otomatis tanpa bantuan manusia.
e. Edge AI untuk IoT mengurangi jumlah gas berbahaya di atmosfer, seperti CO2 dan CO.

Mengikuti Kuliah Online dan Jarak Jauh

a. Edge AI untuk IoT membantu menyediakan lingkungan belajar yang aman dan nyaman bagi mahasiswa.

b. Edge AI untuk IoT memungkinkan sebagian besar lembaga di seluruh dunia untuk beralih ke metode pembelajaran jarak jauh.
c. Sensor di kampus mengawasi aktivitas mahasiswa dan bereaksi terhadap insiden perundungan atau kerusakan properti.
d. Chip RFID yang tertanam dalam kartu identitas mahasiswa mencatat kehadiran harian mahasiswa.

Memantau Kesehatan Mahasiswa dan Personel

a. Lembaga pendidikan dapat lebih produktif ketika staf dan mahasiswanya sehat. Agar lebih terlibat di kelas, mahasiswa perlu lebih memperhatikan kesehatan mereka dan cukup tidur setiap hari.
b. Kesehatan mahasiswa diidentifikasi dan dipantau melalui tanda-tanda fisiologis. Karena data ini disimpan dalam basis data, para profesional medis dapat dengan mudah mengevaluasi kesehatan mahasiswa.
c. Data penting seperti tekanan darah, riwayat medis, alergi, dan resep untuk perawatan darurat jika terjadi kecelakaan dapat disimpan melalui Edge AI untuk IoT.

Aplikasi untuk Meningkatkan Pembelajaran Interaktif

Pendidikan dapat dibuat jauh lebih menyenangkan dan menarik dengan bantuan Edge AI untuk IoT. Ini membuat mahasiswa tetap tertarik untuk belajar dan, secara umum, berkontribusi pada pengembangan kepribadian dan kemampuan mental mereka.

a. Ruang kelas virtual di TV dan ponsel memungkinkan mahasiswa untuk terus belajar bahkan saat sakit.
b. Ruang kelas grafis berbasis Edge AI untuk IoT menggunakan gambar 3D, warna, dan suara untuk meningkatkan pengalaman belajar.

Pemantauan Disabilitas

Pengembangan alat bantu pembelajaran terkadang mengabaikan mahasiswa dengan kesulitan, termasuk disleksia. Alat perangkat lunak khusus dapat dibuat menggunakan Edge AI untuk IoT untuk membantu anak-anak penyandang disabilitas belajar.

a. Transkrip menerjemahkan suara ke teks, memungkinkan mahasiswa dengan gangguan pendengaran untuk memahami catatan mereka.
b. Mahasiswa yang memiliki gangguan penglihatan mendapat manfaat dari aplikasi Text-to-voice.
c. Cara anak-anak penyandang disabilitas belajar diubah oleh aplikasi tablet khusus. Aplikasi ini dipertimbangkan untuk meningkatkan pendidikan.

Kehadiran dan Evaluasi Ujian

Seorang mahasiswa harus mematuhi peraturan tertentu agar lulus, seperti mempertahankan tingkat kehadiran 80% sepanjang semester, dan lain-lain.

a. Aplikasi Internet of Things memantau kehadiran mahasiswa dan mengirimkan laporan kepada staf.
b. Mahasiswa yang memiliki tingkat kehadiran lebih rendah menerima pemberitahuan, dan mereka dapat memantau kemajuan mereka melalui aplikasi yang dikembangkan Edge AI untuk IoT.

c. Mahasiswa sekarang dapat mengikuti ujian dari jarak jauh berkat IoT. Perangkat yang dilengkapi dengan sensor dapat memantau pergerakan mahasiswa untuk memastikan mereka tidak curang.

Peningkatan Langkah-Langkah Keamanan

Di sekolah, teknologi dan pendidikan berjalan beriringan. Sekolah menggunakan berbagai solusi Edge AI untuk IoT untuk melindungi anak-anak mereka.

a. Misalnya, sensor untuk deteksi kebakaran. Jika terjadi ancaman, sensor akan memberi tahu semua orang di lingkungan sekolah dan bahkan dapat memberi tahu pemadam kebakaran.
b. Pelacakan perilaku internet untuk memastikan mahasiswa tidak mengakses materi yang menyinggung saat berada di lingkungan sekolah.
c. Pengawasan video untuk memantau apa yang dilakukan mahasiswa selama istirahat makan siang atau setelah kelas.
d. Aplikasi Edge AI untuk IoT tambahan untuk menjamin keamanan sekolah meliputi manajemen pengunjung, papan digital, dan kontrol akses.

Realitas Tertambah di Kelas

Teknologi yang membuat audio, video, dan gambar menjadi hidup dan mendorong keterlibatan tatap muka disebut realitas tertambah (AR). Akibatnya, mahasiswa belajar dan memahami konsep dengan lebih efektif.

a. Ide pemetaan proyek dalam AR menampilkan jarak fisik sehingga mahasiswa dapat lebih memahami mata pelajaran.
b. AR memperluas pembelajaran di luar buku dan buku teks dengan mendorong pembelajaran interaktif di kelas.

Pengendalian Suhu Gedung

Suhu yang dibutuhkan di ruang kelas dan gimnasium bervariasi.

a. Aplikasi IoT dapat mendeteksi keberadaan manusia dan menghidupkan atau mematikan energi sebagai respons.
b. Aplikasi ini juga dapat menyesuaikan suhu dan tingkat pencahayaan berdasarkan lingkungan sekitar.

Pengumpulan Data Secara Real Time

a. Fakta bahwa sebagian besar kurikulum dan metode pengajaran yang digunakan dalam sistem pendidikan saat ini sudah ketinggalan zaman merupakan salah satu penyebab utama kekhawatiran. Dengan kata lain, mata pelajaran tersebut tidak sesuai untuk mahasiswa masa kini.
b. IoT (Edge AI untuk IoT) mempermudah pengumpulan dan analisis data untuk membuat pembelajaran yang menekankan partisipasi mahasiswa, mempertajam perhatian, dan memajukan pembelajaran dalam skala yang jauh lebih besar.

Keselamatan Bus di Sekolah

Karena pengemudi yang ugal-ugalan dan tingginya jumlah kecelakaan bus sekolah di seluruh dunia, orang tua ragu untuk mengirim anak-anak mereka ke sekolah. Namun, Edge AI untuk IoT dapat membantu mengatasi masalah ini.

a. Edge AI untuk aplikasi IoT memungkinkan pengemudi untuk memantau kesejahteraan mahasiswa yang mereka angkut. Dari area sekolah, sekolah dapat melacak pengemudi dan bus.
b. Orang tua dapat memantau lokasi anak-anak mereka untuk memastikan mereka sampai ke sekolah dengan aman dan tepat waktu. Edge AI untuk IoT juga dapat digunakan untuk memeriksa batas kecepatan dan kebocoran ban, serta membunyikan alarm saat terjadi bahaya.
c. Konverter suara ke teks meningkatkan efisiensi dan kenyamanan pencatatan.

Papan Pintar

Teknologi Edge AI untuk IoT, seperti papan elektronik dan papan pintar, menyederhanakan pengajaran dan pembelajaran bagi mahasiswa. Teknologi ini ramah pengguna dan andal. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk menampilkan visual di papan dan berkomunikasi melalui materi pelajaran.

a. Layar interaktif papan tersebut memungkinkan pembelajaran yang dipersonalisasi dengan memungkinkan manipulasi gambar, menggambar, dan fitur lainnya.
b. Warna dan suara dapat digunakan oleh pena pintar untuk menghasilkan kreasi 3D. Sensor suara-ke-teks mengubah ceramah dosen menjadi pengamatan langsung yang diberikan kepada mahasiswa.

Memastikan Anak-Anak Pulang dengan Selamat

Banyak orang tua khawatir anak-anak mereka akan pulang terlambat atau tersesat dalam perjalanan pulang dari sekolah. Edge AI untuk IoT bermanfaat bagi anak-anak dan orang tua dengan menjamin anak-anak sampai di rumah tepat waktu.

a. Sensor sepatu sekolah atau ransel, misalnya, dapat memberi tahu orang tua tentang keberadaan anak dan fakta lainnya.
b. Dengan cara ini, orang tua dapat memantau anak-anak mereka dari jarak jauh. Ketika seorang anak dalam bahaya, aplikasi Edge AI untuk IoT ini akan membunyikan alarm.
c. Segera setelah seorang anak meninggalkan rute yang ditentukan saat pulang, aplikasi ini memberi tahu orang tua dan departemen kepolisian setempat tentang keberadaan mereka.

Instruktur

Dalam sistem pendidikan, instruktur, tutor, dan profesor sama pentingnya dengan mahasiswa.

a. IoT mempermudah pengajaran.
b. Aplikasi IoT mengumpulkan data kehadiran mahasiswa, memantau kemajuan akademik mereka, dan memberi peringkat mahasiswa berdasarkan berbagai atribut seperti nilai, olahraga, dan sebagainya.
c. Ini menjembatani kesenjangan pengetahuan antara pendidik dan mahasiswa dengan membantu dosen dalam memahami kebutuhan mahasiswa mereka dengan lebih baik.

Pemantauan Ujian

Ujian merupakan komponen penting dari keberhasilan mahasiswa. Oleh karena itu, sangat penting untuk merancang sistem yang menjamin administrasi ujian yang adil dan tepat.

a. Edge AI untuk IoT membantu lembaga pendidikan dalam menjaga ketertiban selama ujian.
b. Penguji menerima pemberitahuan dan dapat memperhatikan suara samar berkat layar LED yang terintegrasi dengan Edge AI untuk IoT.
c. Mahasiswa juga dapat melihat pesan peringatan yang ditampilkan pada perangkat ini.

9.7 KELEBIHAN DAN KEKURANGAN EDGE AI UNTUK IoT DI BIDANG PENDIDIKAN

Kelebihan Edge AI untuk IoT di Bidang Pendidikan

Aplikasi yang disebutkan di atas menunjukkan dengan jelas bahwa Edge AI untuk IoT akan sangat menguntungkan di industri pendidikan di masa depan.

- Administrasi sistem pendidikan yang efektif: IoT membantu mengurangi waktu dan biaya yang terkait dengan pekerjaan manual, termasuk administrasi, pengelolaan uang, dan pelacakan persediaan.
- Pengumpulan informasi secara real-time: Edge AI untuk IoT menangani terabyte data sekaligus. Untuk menciptakan sistem pendidikan yang andal dan efektif, data ini memprediksi dan menganalisis tindakan staf dan mahasiswa.
- Improvisasi manajemen sumber daya: IoT membantu dalam penghematan dan pengelolaan penggunaan energi dan air. Teknologi Edge AI untuk IoT dalam pendidikan telah menyebabkan penurunan signifikan dalam penggunaan kertas.
- Koneksi global: Sistem Edge AI untuk IoT menghubungkan kita dengan sekolah dan perdosenan tinggi di seluruh dunia karena mereka bergantung pada internet. Ini memberi kita sarana untuk berinteraksi dengan sistem internasional dan meningkatkan pentingnya pendidikan di bidang pengajaran.
- Mengintegrasikan masalah keamanan: Banyak orang tua di daerah terpencil khawatir untuk membawa anak-anak mereka ke sekolah. Beberapa orang mungkin tidak memiliki uang untuk membayarnya, sementara yang lain mungkin tidak memiliki cukup sumber daya untuk mendukung pendidikan berkualitas. Kekhawatiran ini diatasi oleh Edge AI untuk IoT, yang memastikan bahwa anak merasa terlindungi dan aman saat menerima pendidikan terbaik.

Kekurangan Mengintegrasikan Edge AI untuk IoT dalam Pendidikan

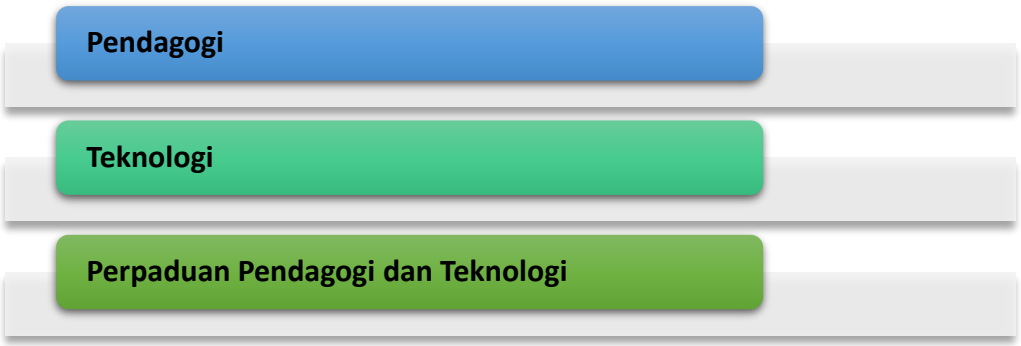
Edge AI untuk IoT dalam pendidikan juga memiliki beberapa kekurangan.

- *Infrastruktur yang mahal*: Sistem yang dikendalikan Edge AI untuk IoT mahal untuk disiapkan dan dibeli. Sistem ini membutuhkan sejumlah besar perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk menjalankan sistem pendidikan, tim petugas TI yang berpengalaman perlu dipekerjakan.
- *Perilaku etis di kelas*: Edge AI untuk IoT menggunakan tes berbasis pengetahuan untuk menilai tugas, tetapi harus ada langkah-langkah untuk mencegah plagiarisme, kecurangan, dan bentuk penipuan lainnya.
- *Infrastruktur penyimpanan data yang tidak memadai*: IoT membutuhkan penyimpanan cloud untuk sejumlah besar informasi pemrosesan data. Ekosistem Edge AI untuk IoT tidak kompatibel dengan metode penyimpanan data yang sudah usang.

- *Kekhawatiran keamanan dan keselamatan*: IoT mengekspos data pribadi kepada ribuan pengguna yang dapat menggunakannya untuk keuntungan mereka sendiri. Akses ke data dan detail mahasiswa dan staf dimungkinkan oleh Edge AI untuk IoT. Informasi pribadi ini dapat diakses oleh peretas.

9.8 PERTIMBANGAN SAAT MENCIPTAKAN LINGKUNGAN PENDIDIKAN CERDAS

Asosiasi Internasional untuk Lingkungan Pembelajaran Cerdas mendefinisikan lingkungan pembelajaran cerdas secara luas, menyatakan bahwa lingkungan pembelajaran dianggap cerdas ketika menggabungkan teknologi adaptif atau dirancang dengan fitur dan kemampuan mutakhir yang meningkatkan pemahaman dan kinerja. Secara umum, lingkungan pembelajaran cerdas adalah lingkungan yang efektif, menarik, dan efisien. Dalam arti terluasnya, lingkungan pembelajaran cerdas mengacu pada jenis sistem pendidikan baru yang secara efektif dan efisien memadukan teknologi dan pedagogi untuk meningkatkan pembelajaran mahasiswa.



Gambar 9.2 Desain kerangka pendidikan cerdas.

Saat menciptakan lingkungan pembelajaran cerdas, dua faktor penting perlu dipertimbangkan:

(a) melibatkan pengguna dalam proses desain dan
(b) menawarkan layanan pendukung untuk memungkinkan pengguna memberikan masukan yang relevan.

Potensi pembelajaran cerdas sangat dipengaruhi oleh arsitektur lingkungan pembelajaran, dan prosedur partisipatif sangat penting dalam penciptaan ekosistem pembelajaran. Untuk membuat pembelajaran semakin fleksibel, kontekstual, dan tanpa hambatan—baik saat berinteraksi dengan orang lain dan bisnis di rumah, di tempat kerja, atau di lingkungan akademis—pengalaman imersif transmedia yang transparan di antara orang, bisnis, dan perangkat harus diprioritaskan dalam pembelajaran cerdas.

9.9 SINTESIS AKHIR DAN PROSPEK LINGKUNGAN PEMBELAJARAN CERDAS ADAPTIF

Gagasan belajar di mana saja, kapan saja, bukanlah hal yang sepenuhnya tidak umum. Namun, sangat penting untuk secara sadar merencanakan dan mendorong proses ini ketika dianggap sebagai aktivitas sehari-hari yang biasa. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, untuk mengembangkan lingkungan pembelajaran otonom dan adaptif yang memenuhi

kebutuhan setiap peserta didik, lingkungan pembelajaran cerdas harus mengintegrasikan pembelajaran formal dan informal. Untuk menemukan tren pembelajaran yang bermakna, lingkungan ini harus menggabungkan data historis dengan informasi lokasi peserta didik secara real-time menggunakan teknik big data dan analitik pembelajaran. Berbagai lingkungan pembelajaran virtual diintegrasikan dengan lingkungan kelas tradisional dalam lingkungan pembelajaran yang peka konteks. Sebuah ide baru yang dikenal sebagai "Pendidikan sebagai Layanan" sedang menjadi tren sebagai cara untuk mengatasi masalah yang ditimbulkan oleh pasar terbuka dan global. Strategi ini memberikan sumber daya pendidikan sebagai layanan, sehingga mudah diakses oleh peserta didik di seluruh dunia.

Dari sudut pandang ini, kita dapat mengantisipasi perubahan signifikan pada struktur organisasi dan metodologi pengajaran pendidikan tradisional. Kuliah, misalnya, dapat diajarkan secara terpisah dari materi pembelajaran. Instruktur selain yang bertanggung jawab atas pembelajaran tersebut dapat memberikan beberapa kuliah. Tes juga dapat diberikan secara terpisah, dengan entitas eksternal yang mengelola ujian sebagai pengganti instruktur pembelajaran. Layanan perlu mempertimbangkan perspektif dan jalur pembelajaran peserta didik. Dalam lingkungan pembelajaran cerdas, mahasiswa akan memiliki akses ke berbagai layanan selama berbagai fase pembelajaran, yang diberikan oleh berbagai lembaga akademik baik daring maupun luring. Teknologi modern dapat meningkatkan perekonomian melalui pendidikan. Salah satu teknologi yang berpotensi mengubah tata letak sekolah konvensional dan mewujudkan konsep sekolah cerdas adalah IoT. Studi ini memberikan gambaran umum tentang Edge AI untuk aplikasi IoT dalam lingkungan pendidikan. Edge AI untuk IoT menawarkan berbagai keuntungan dalam lingkungan pembelajaran. Dengan demikian, kami mengusulkan bahwa pendidikan yang adil dan inklusif yang difasilitasi oleh teknologi dapat memberikan hasil berkualitas tinggi. Namun teknologi juga menghadirkan hambatan. Karena alasan ini, penggunaan teknologi yang etis, terukur, dan berkelanjutan diperlukan untuk mengurangi dampak hambatan.

BAB 10
DESAIN SISTEM REKOMENDASI PENILAIAN CERDAS ADAPTIF

10.1 PARADIGMA BARU PENGEMBANGAN MATERI DAN ASESMEN CERDAS

Sistem pendidikan sedang mengalami transformasi mendalam yang didorong oleh kemajuan dalam kecerdasan buatan (AI). Pendekatan tradisional untuk pembuatan konten pendidikan mengalami tantangan yang terkait dengan produksi atau pemeliharaan kualitas, koherensi, dan cakupan kognitif yang komprehensif di bidang teknis, seperti teknik. Pembelajaran ini berupaya mengatasi tantangan tersebut dengan mengembangkan sistem AI multi-agen untuk membuat dan menilai konten pendidikan. Singh dan Walia meneliti peran AI di lembaga pendidikan di seluruh dunia dan berpendapat bahwa lembaga-lembaga ini menghadapi masalah ganda yaitu meningkatnya permintaan akan pengajaran berkualitas tinggi sambil mengelola sumber daya yang semakin terbatas. Pendidikan teknik, yang disajikan dengan konsep teknis multidimensi dan basis pengetahuan yang berkembang pesat, sangat sulit bagi pembuat konten dan instruktur. Membangun materi pendidikan secara manual membutuhkan waktu yang cukup banyak, seringkali menghasilkan kualitas dan cakupan yang tidak konsisten, dan tidak mampu mengikuti perkembangan pengetahuan baru dalam bidang disiplin ilmu tertentu.

Akibatnya, muncul permintaan akan materi pendidikan yang lebih akurat, komprehensif, dan seimbang secara kognitif. Sistem multi-agen akan menggunakan arsitektur berbasis kru dengan komponen khusus untuk peninjauan silabus, pembuatan konten, pembuatan asesmen, dan evaluasi kualitas asesmen. Komponen-komponen tersebut akan bekerja saling bergantung, mengandalkan protokol komunikasi yang telah ditentukan dan orkestrasi alur kerja untuk menghasilkan serangkaian materi pendidikan yang kohesif dan selaras dengan kebutuhan semua tingkatan Taksonomi Bloom. Sistem AI akan secara objektif menunjukkan peningkatan dalam keseimbangan kognitif, kualitas konten, pemanfaatan sumber daya, dan kecepatan pemrosesan, dibandingkan dengan menggunakan model tunggal. Melalui arsitektur yang diusulkan, ruang lingkup pembelajaran adalah untuk menciptakan model baru untuk pengembangan konten yang didukung AI yang lebih akurat memenuhi kebutuhan kompleks konteks pendidikan teknik. Pendekatan multi-agen berfokus pada penyelesaian masalah yang ada dalam hal akurasi spesifik, keragaman cakupan kognitif, dan efisiensi sistem. Pada akhirnya, produk multi-agen akan menyediakan alat bagi pendidik dan mahasiswa yang menghasilkan beragam materi pendidikan yang komprehensif dan berkualitas tinggi.

Sistem AI multi-agen sangat relevan untuk pendidikan teknik, di mana konsep teknis yang kompleks membutuhkan pendekatan multifaset untuk pengajaran dan penilaian. Aplikasinya meliputi pengembangan kurikulum yang komprehensif, pembuatan penilaian yang seimbang, materi pembelajaran adaptif, dan integrasi sumber daya pendidikan. Aplikasi ini mengatasi tantangan yang terus-menerus dalam pendidikan teknik, di mana menyeimbangkan

pengetahuan teoretis dengan aplikasi praktis dan pengembangan pemikiran kritis sangat penting untuk keberhasilan mahasiswa.

10.2 FONDASI SEJARAH DAN TEORI PEMBELAJARAN ADAPTIF

Chai dan Wang memberikan riset komprehensif tentang penciptaan sistem AI untuk pengembangan konten terkait pendidikan yang didasarkan pada sejumlah bidang penting, seperti teori pendidikan, arsitektur AI, dan pengetahuan konten dalam domain pendidikan teknik. Penerapan AI dalam pendidikan telah berevolusi melalui beberapa fase yang berbeda.

a. *Sistem bimbingan cerdas awal*: Generasi pertama AI pendidikan terdiri dari sistem tutorial cerdas berbasis aturan yang mencoba memodelkan pengetahuan mahasiswa dan menawarkan saran secara langsung. SCHOLAR (geografi) dan GUIDON (diagnosis medis) adalah contoh upaya awal untuk menciptakan pengalaman belajar adaptif. Sistem cenderung lebih bergantung pada aturan yang ditulis oleh para ahli dan representasi pengetahuan khusus domain.
b. *Instruksi berbantuan komputer*: Putaran berikutnya menyaksikan pengenalan sistem instruksi berbantuan komputer yang lebih canggih yang menggabungkan beberapa kemampuan pemrosesan bahasa alami dasar dan fungsi pemecahan masalah. Sistem mulai mengadopsi model mahasiswa dan strategi pedagogis yang lebih kompleks meskipun masih terhambat oleh daya komputasi yang primitif dan penggunaan teknik AI.
c. *Pembelajaran adaptif berbasis web*: Munculnya internet mendorong sistem pembelajaran adaptif berbasis web yang dapat mencatat dan menganalisis data kinerja mahasiswa dalam skala besar. Misalnya, Cognitive Tutor dari Carnegie Learning dan platform adaptif Knewton mulai menggunakan algoritma yang lebih canggih yang bertujuan untuk personalisasi, meskipun masih sebagian besar bergantung pada jalur yang telah ditentukan sebelumnya melalui konten.
d. *Alat pendidikan berbasis LLM awal*: Pengembangan model bahasa dengan kemampuan yang meningkat memfasilitasi terciptanya area aplikasi baru berupa pembuatan konten, penilaian otomatis, dan bimbingan cerdas. Alat-alat mulai menggunakan pemahaman bahasa alami untuk memungkinkan interaksi yang lebih fleksibel dengan peserta didik tetapi umumnya dalam konteks yang terbatas.
e. *Generasi terkini sistem pendidikan AI*: Kemajuan terbaru dalam alat pendidikan berbasis LLM dapat menghasilkan berbagai jenis konten, penilaian, dan umpan balik di berbagai bidang. Namun, alat-alat ini masih mengalami tantangan yang signifikan dalam mencapai koherensi pendidikan, cakupan kognitif, dan menerjemahkan praktik pendidikan.

Teori konstruktivis sangat menekankan pentingnya peserta didik secara aktif membangun pengetahuan, melalui contoh, aplikasi, dan kesempatan untuk membangun atau mensintesis pengetahuan dalam materi pendidikan. Konstruksi pengetahuan aktif, aktivasi pengetahuan sebelumnya, pembelajaran dalam konteks, dan konstruksi sosial adalah prinsip utama teori pembelajaran konstruktivis. Kerangka kerja pembelajaran mandiri berfokus pada strategi

metakognitif untuk membantu peserta didik memantau dan mengendalikan proses pembelajaran mereka sendiri, termasuk fase perencanaan, pemantauan, pengendalian, dan refleksi. Materi pendidikan yang dirancang untuk mendorong pembelajaran mandiri menyediakan fitur pendidikan seperti bahasa yang mengkomunikasikan tujuan pembelajaran, pengecekan pemahaman, dukungan strategis atau taktis, dan dorongan untuk refleksi dan metakognisi. Kerangka kerja teori pendidikan ini harus dipahami untuk membangun sistem AI yang menciptakan dan merancang materi pendidikan yang benar-benar efektif. Desain multi-agen memungkinkan integrasi eksplisit kerangka teori pendidikan ini melalui agen yang dirancang khusus untuk salah satu aspek pembelajaran dan desain pendidikan.

10.3 SURVEI TENTANG SISTEM AI MULTI-AGEN

Bagian ini meninjau pembelajaran dan implementasi yang ada terkait dengan sistem AI multi-agen, dengan penekanan khusus pada aplikasi pendidikan dan pendekatan arsitektur.

- *Arsitektur papan tulis*: Berbagai studi telah meneliti arsitektur bergaya papan tulis, di mana agen-agen tertentu berkontribusi pada ruang informasi bersama. Sistem EDUCATOR memberikan bukti bagaimana arsitektur ini mendukung aktivitas kolaboratif yang fleksibel antara agen yang menghasilkan dan menilai konten, melaporkan peningkatan koherensi konten agen mahasiswa sebesar 38% dibandingkan dengan situasi di mana agen tidak berkolaborasi. Kerangka Kerja CollabEd mengambil pendekatan yang lebih formal seperti papan tulis dalam hal bagaimana konten direpresentasikan dan agen-agennya dirancang. Konten direpresentasikan secara terstruktur di mana elemen konten direpresentasikan sebagai node semantik yang berisi konten dan hubungan semantik (yaitu, sinonim, induk-anak, dan lain-lain.), beberapa agen khusus berfokus pada node (atau elemen konten), dan ada juga meta-agen yang mendukung koherensi keseluruhan node.
- *Sistem hierarkis*: Sistem MAESTRO menggunakan hierarki tiga tingkat untuk pendidikan sains. Tiga komponen perencanaan yang responsif, dinamis, dan menarik adalah: agen untuk perencanaan strategis, agen untuk pengembangan taktis, dan agen untuk pembuatan presentasi operasional. Jenis hierarki perencanaan ini memberikan koherensi konten yang lebih baik daripada respons dasar, seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan 42% antara hasil pembelajaran yang dinyatakan dalam pendekatan MAESTRO dan pendekatan dasar. Kerangka Kerja EduArch menggunakan hierarki yang lebih rumit dengan agen pengawas khusus domain, agen koordinator lintas bidang, dan agen pekerja khusus pekerjaan. Aktivitas ini juga menunjukkan akurasi teknis yang kuat sekaligus efektif secara edukatif.
- *Sistem berbasis pasar*: Sistem EduMarket menggunakan mekanisme penawaran untuk menciptakan persaingan di antara agen pengembang untuk pengembangan konten. Meskipun pendekatan berbasis pasar menawarkan beberapa keuntungan dalam hal efisiensi alokasi sumber daya, pembuatan konten diselesaikan 27% lebih cepat daripada pendekatan penugasan tetap yang digunakan untuk mengevaluasi model tersebut, dan meskipun mekanisme penawaran berbasis pasar yang digunakan dalam

Sistem EduMarket memperkenalkan kompleksitas terkait koherensi konten yang disampaikan pada tingkat global. Platform AdaptEd berupaya mengatasi masalah koherensi dengan memperkenalkan struktur logistik tambahan, termasuk struktur pasar hierarki, spesifikasi kontrak, sistem reputasi, pengawasan, dan penggunaan beberapa bentuk penyelarasan sebagai mekanisme untuk meningkatkan koherensi. Perubahan struktural tersebut menawarkan kesempatan untuk melakukan reformasi yang diperlukan pada sistem sambil tetap memberikan keuntungan dari alokasi sumber daya yang lebih efisien dalam sistem seiring dengan adopsi yang dilakukan.

10.4 REKAYASA KONTEN DAN STRATEGI PEMBELAJARAN CERDAS

- *Perencanaan kurikulum*: Sistem CurriculAI menunjukkan bahwa agen perencanaan khusus dapat menghasilkan pembelajaran berurutan yang koheren, dan pendidik ahli lebih menyukai urutan pembelajaran yang dibuat oleh CurriculAI daripada urutan yang dibuat secara manual dalam 72% perbandingan buta. Kerangka kerja LearningPath mengembangkan lebih lanjut agen perencanaan untuk kasus penggunaan perencanaan kurikulum, dengan memperluasnya ke jalur pembelajaran yang dipersonalisasi, yang mencakup agen model pembelajar, agen pemetaan konten, agen optimasi jalur, dan agen integrasi penilaian.
- *Pembuatan konten*: Sistem EdCreator mengadopsi pendekatan multi-agen untuk menghasilkan konten pendidikan dengan agen untuk menjelaskan konsep, menghasilkan kerangka kerja, menghasilkan representasi visual, dan menghubungkan konsep. Hasil menunjukkan peningkatan 42% dalam kejelasan keseluruhan jika dibandingkan dengan pembuatan konten dengan pendekatan model tunggal. Platform MultiEd melanjutkan pendekatan multi-agen dengan agen yang lebih khusus untuk menyesuaikan keterbacaan, mengantisipasi kesalahpahaman, memberikan dukungan, dan membangkitkan motivasi bagi mahasiswa. Platform multi-agen menunjukkan peningkatan baik dalam kualitas konten maupun peningkatan keterlibatan dan motivasi mahasiswa.
- *Pembuatan asesmen*: Sistem AssessNet menggunakan agen khusus untuk pembuatan pertanyaan pada berbagai tingkat kognitif dan menawarkan keseimbangan yang lebih besar di seluruh tingkat kognitif Taksonomi Bloom, mencapai peningkatan 64% dalam distribusi tingkat kognitif dibandingkan sistem model tunggal yang sebanding. Kerangka kerja EvalGen mengatasi masalah integrasi menggunakan agen penyelarasan konten-asesmen, agen kalibrasi kesulitan, agen keragaman format, dan agen pembuatan umpan balik, yang menggambarkan kemampuan mereka untuk membuat asesmen yang selaras dengan konten pendidikan.

10.5 PENDEKATAN KOMPREHENSIF DALAM EVALUASI EDUKASI AI

- *Metrik kualitas*: Kerangka kerja EQUIP menyediakan metrik untuk mengukur berbagai dimensi kualitas dalam konten pendidikan, termasuk: akurasi teknis, kejelasan konseptual, distribusi tingkat kognitif, keselarasan pendidikan, dan potensi

keterlibatan. Penilaian Keseimbangan Kognitif secara khusus berfokus pada distribusi tingkat kognitif dan mencakup klasifikasi konten otomatis berdasarkan Taksonomi Bloom, analisis distribusi, analisis perkembangan, dan penilaian integrasi.

- *Ukuran efisiensi*: Nguyen dan Patel menyediakan pendekatan standar untuk mengukur efisiensi proses komputasi dalam AI pendidikan, termasuk mengukur waktu pemrosesan, rasio komponen/waktu, biaya terkait, persyaratan skalabilitas, dan waktu pengembangan.
- *Efektivitas pendidikan*: Williams dan rekan-rekan. menyediakan metode untuk mengidentifikasi efektivitas pedagogis termasuk protokol pengukuran hasil pembelajaran instruksional, penilaian perkembangan kognitif, pengujian retensi pengetahuan, metode penilaian kemampuan transfer, dan pendekatan untuk menilai keterlibatan peserta didik.

10.6 TANTANGAN DAN KESENJANGAN DALAM AI PENDIDIKAN MULTI-AGEN

Meskipun perkembangan dalam AI pendidikan multi-agen menjanjikan, masih ada keterbatasan dalam kondisi saat ini.

a. *Integrasi terbatas*: Sebagian besar sistem saat ini berfokus pada bagian-bagian spesifik dari proses pengembangan konten pendidikan daripada menyediakan integrasi penuh di seluruh alur kerja pendidikan. Keterbatasan tersebut menghasilkan inkonsistensi antara perencanaan kurikulum dan pengembangan konten, ketidaksesuaian konten dengan penilaian, dan alur kerja yang tidak efisien.
b. *Spesifisitas domain*: Banyak implementasi saat ini berada dalam domain pendidikan yang terbatas dan belum menunjukkan kemampuan untuk topik teknik yang lebih kompleks. Tantangan ini berakar pada ketidakmampuan untuk memanfaatkan representasi sempit dari pengetahuan domain, ketidakmampuan untuk menangani konten multimodal, dan kemampuan integrasi teori-praktik yang tidak memadai. Di antara tingkat kognitif, bahkan pendekatan multi-agen pun kesulitan untuk memberikan cakupan di semua tingkat kognitif dan paling lemah untuk keterampilan berpikir tingkat tinggi. Contoh ketidakseimbangan termasuk tingkat pengetahuan dan pemahaman yang lebih jelas, perlakuan analisis yang agak dangkal, dukungan terbatas untuk keterampilan evaluasi, dan desain buatan untuk tugas.
c. *Tantangan skalabilitas*: Upaya untuk meningkatkan skalabilitas masih terbatas, dengan beberapa modul pendidikan komprehensif yang menunjukkan kualitas dan koherensi yang sukses. Pertimbangan untuk penskalaan meliputi penurunan koherensi karena volume konten, tuntutan sumber daya komputasi yang tidak dapat ditoleransi, tingkat koordinasi tambahan, dan menjaga koherensi terminologi.
d. *Keterbatasan integrasi alur kerja*: Sistem yang ada seringkali tidak memfasilitasi integrasi yang kuat dengan alur kerja pengembangan konten pendidikan, kurang mendukung peningkatan iteratif, gagal menyediakan mekanisme yang cukup untuk pengawasan dan bantuan manusia, membatasi model proses, dan tidak mudah terintegrasi dengan sistem manajemen konten yang ada.

e. *Batasan transparansi dan penjelasan*: Saat ini banyak pendekatan yang digunakan yang tidak memberikan transparansi yang efektif terhadap proses pengambilan keputusan mereka, memberikan output sebagai generator konten "kotak hitam" tanpa rasionalisasi yang jelas, tidak memberikan transparansi yang memadai seputar klaim faktual, dan memiliki keputusan pendidikan yang terdokumentasi dengan buruk.

Survei ini akan mengidentifikasi area fokus potensial yang penting dalam AI pendidikan multi-agen dan kesenjangan yang akan diatasi oleh studi yang diusulkan. Pembelajaran ini bertujuan untuk meningkatkan pendekatan yang sudah ada dan memulai langkah selanjutnya menuju peningkatan kondisi terkini dalam pengembangan konten pendidikan yang didukung AI.

10.7 PROBLEMATIKA KONTEN DAN KOGNITIF AI PENDIDIKAN

Penerapan AI untuk pembuatan konten pendidikan menghadapi beberapa tantangan signifikan yang memengaruhi efektivitas dan adopsi teknologi ini.

Kualitas dan Akurasi Konten

Berger menjelaskan bahwa sistem AI yang digunakan untuk tujuan pendidikan perlu mempertahankan tingkat akurasi teknis yang tinggi, khususnya di bidang yang berkaitan dengan teknik. Beberapa tantangan spesifik adalah sebagai berikut:

a. *Pengetahuan khusus domain*: Representasi pengetahuan teknis dan khusus di bidang khusus domain menciptakan tantangan signifikan bagi sistem AI. Bidang teknik menggunakan terminologi khusus, menggunakan representasi matematika tertentu, dan merujuk pada kerangka kerja konseptual terkait yang semuanya harus direpresentasikan secara akurat.
b. *Kemutakhiran informasi*: Bidang teknik yang berubah dengan cepat berarti basis pengetahuan saat ini terus-menerus ketinggalan zaman jika tidak diperbarui secara teratur. Disiplin teknik seringkali dengan cepat memperkenalkan teknologi baru, pendekatan baru, dan/atau praktik terbaik baru.
c. *Kedalaman konseptual*: Dalam konteks pendidikan, peserta didik membutuhkan kedalaman penjelasan, bukan cakupan yang dangkal, agar dapat belajar secara efektif dan sepenuhnya memahami suatu konsep. Seringkali, konsep-konsep teknik berlapis dalam kompleksitas, mulai dari premis masalah yang sederhana hingga aplikasi yang lebih menarik dan bernuansa.
d. *Konsistensi*: Aspek penting lain dari pembelajaran yang efektif adalah definisi kosakata dan konsep yang seragam di seluruh materi pendidikan. Pendidikan teknik seringkali membutuhkan kosakata, definisi, notasi, dan kerangka kerja konseptual yang konsisten di seluruh topik, modul, dan program secara keseluruhan.
e. *Aplikasi praktis terintegrasi*: Menghubungkan teori dengan aplikasi praktis merupakan aspek penting dari pendidikan teknik. Secara umum, sistem AI dapat efektif dalam menjelaskan teori, tetapi kesulitan untuk menghubungkan teori tersebut dengan aplikasi praktis yang autentik.

Keseimbangan Perkembangan Kognitif

Materi pendidikan harus menanggapi berbagai tahap perkembangan kognitif (misalnya, Taksonomi Bloom). Sistem AI saat ini menunjukkan beberapa kesulitan dengan:

a. *Terlalu banyak mewakili tingkat kognitif yang lebih rendah*: Sistem AI model tunggal hampir secara eksklusif berfokus pada ketidaknyamanan pengetahuan dan pemahaman sederhana, cenderung memberikan penjelasan faktual yang cermat sambil memberikan respons tingkat kompleksitas rendah.
b. *Pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang terbatas*: Menciptakan area konten yang mampu mengembangkan keterampilan analisis, evaluasi, dan kreasi menghadirkan tantangan signifikan bagi AI. Tingkat kognitif yang lebih tinggi membutuhkan pemahaman yang lebih bernuansa tentang bagaimana komponen hasil pembelajaran dapat diuraikan, dievaluasi, dan digabungkan kembali.
c. *Referensi penilaian*: Untuk menunjukkan signifikansi penilaian backmatching untuk mencapai tingkat kognitif harapan pembelajaran membutuhkan pemahaman yang canggih tentang semua aspek konten dan berbagai jenis penilaian.
d. *Kontribusi metakognitif*: Memahami bagaimana mahasiswa mengembangkan kesadaran akan proses pembelajaran mereka untuk mengidentifikasi dan memahami pembelajaran mereka sendiri juga berkontribusi pada kesadaran metakognitif, tetapi metakognisi belum tercapai. Pendidikan teknik AI yang baik membutuhkan elemen metakognitif untuk membantu mahasiswa belajar bagaimana berpikir dan mendekati masalah kompleks dunia nyata.

Efisiensi dan Skalabilitas Sistem

a. Penggunaan AI yang efektif dalam pendidikan menghadapi beberapa tantangan sumber daya.
b. *Persyaratan komputasi*: Permintaan yang tinggi untuk LLM menimbulkan hambatan nyata bagi implementasi. Pendidikan teknik berupaya untuk komprehensif dalam mencakup domain teknis yang kompleks, dan LLM (Learning Learning Methods) seringkali penting untuk mencapai tingkat kekomprehensifan tersebut.
c. *Waktu pemrosesan*: Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan konten pembelajaran mencegah implementasi praktis, yang merupakan masalah nyata dalam konteks pendidikan. Metode pembelajaran AI saat ini seringkali membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menghasilkan konten pembelajaran berkualitas "baik".
d. *Biaya*: Pendanaan dalam pendidikan membatasi kemungkinan implementasi AI. Sumber daya komputasi, biaya API, dan pengembangan sistem ini biasanya berada di luar anggaran pendidikan dalam lanskap AI pendidikan saat ini.
e. *Skalabilitas*: Kurangnya kemampuan untuk meningkatkan cakupan di seluruh kurikulum yang komprehensif menambah hambatan implementasi. Program teknik seringkali memiliki puluhan kelas di berbagai bidang spesialisasi, yang masing-masing membutuhkan konten pembelajaran yang cukup besar.

Integrasi dengan Praktik Pendidikan

Agar sistem pendidikan AI berhasil, sistem tersebut harus selaras dengan praktik pendidikan yang ada:

a. *Keselarasan pedagogis*: Kunci keberhasilan penerapan adalah konten harus selaras dengan praktik pedagogis yang sudah kita gunakan dalam pendidikan. Program teknik menggunakan berbagai pendekatan pedagogis yang berbeda, mulai dari kuliah tradisional hingga pendekatan berbasis masalah, dan semua yang ada di antaranya.
b. *Adopsi oleh pengajar*: Ada nilai dalam mempersiapkan sistem ini bagi para pendidik untuk memberikan dampak; ini membutuhkan praktisi untuk merangkul sistem yang melengkapi keahlian mereka daripada menggantikannya. Biasanya, sistem AI dirancang dan dipromosikan sebagai generator konten yang mandiri, dan ini mengundang penolakan dari pengajar dan pendidik.
c. *Integrasi proses pembelajaran*: Pemanfaatan operasional dan instruksional AI juga harus selaras dengan proses pembelajaran yang lebih besar, yang menyiratkan pemahaman yang koheren tentang ekosistem pendidikan yang lebih besar. Misalnya, pendidikan teknik terjadi dalam kuliah, laboratorium, konteks berbasis proyek, studi mandiri, dan berbagai penilaian.
d. *Kapasitas kustomisasi*: Untuk penerapan praktis, pertimbangan untuk menyesuaikan sistem dengan persyaratan di tingkat institusional atau, lebih luas lagi, tingkat praktisi harus diantisipasi. Program-program teknik memperhatikan berbagai tingkat teknik biomedis, hubungan Kramer dengan industri institusional, atau filosofi pendidikan disiplin ilmu, dan masing-masing aspek ini memengaruhi pertimbangan kurikulum.

Tantangan-tantangan ini menjadi pendorong berbagai pendekatan inovatif terhadap lanskap pendidikan seperti sistem multi-agen untuk mendukung kebutuhan multifaset dari penerapan konten pendidikan yang bermakna.

Tren Yang Muncul Dan Arah Masa Depan

Tren yang muncul dalam AI pendidikan multi-agen dapat menggambarkan arah pembelajaran masa depan di bidang ini.

a. *Model kolaborasi hibrida manusia dan AI*: Para peneliti semakin fokus pada pengembangan lebih lanjut model kolaborasi di mana sistem AI multi-agen diposisikan secara strategis untuk mendukung pendidik manusia alih-alih bertindak sebagai pencipta konten otonom. Beberapa model kolaborasi yang dapat kita gunakan meliputi siklus interaktif penyempurnaan untuk konten yang dibuat bersama, pendekatan kolaborasi berbasis peran, alat peningkatan kreativitas, dan sistem amplifikasi keahlian.
b. *Integrasi grafik pengetahuan*: Sistem multi-agen semakin bergantung pada representasi pengetahuan yang terstruktur untuk menghasilkan koherensi dan akurasi dalam konten pendidikan. Pendekatan ini dapat mencakup modulasi grafik pengetahuan yang spesifik domain, model hubungan pendidikan, integrasi pengetahuan lintas domain, dan mekanisme pembaruan pengetahuan.

c. *Personalisasi adaptif*: Pembelajaran baru mulai mengeksplorasi bagaimana sistem multi-agen dapat terus mempersonalisasi dan memfasilitasi pembelajaran melalui integrasi model pembelajar, adaptasi konten, jalur pembelajaran yang dipersonalisasi, dan perancah adaptif berdasarkan kebutuhan pembelajar individu.
d. *Generasi konten multimodal*: Sistem multi-agen mulai maju dengan kemampuannya untuk mengintegrasikan berbagai modalitas produksi konten, dari teks dan citra visual yang terkoordinasi (misalnya, mengembangkan sesuatu seperti simulasi interaktif), integrasi multimedia hingga mengelola koherensi lintas modal.
e. *Integrasi AI yang etis dan bertanggung jawab*: Pembelajaran ini menyoroti isu-isu etis yang ditimbulkan oleh AI dalam pendidikan melalui upaya-upaya terkait deteksi dan mitigasi bias, pengembangan agen sensitivitas budaya, atribusi sumber informasi yang transparan, dan arsitektur sistem yang menjaga privasi.

Tren-tren yang muncul ini menempatkan pembelajaran saat ini di tengah, dan menunjukkan potensi jalan bagi pengembangan di masa depan di luar, bidang pembelajaran AI pendidikan yang terus berkembang. Pemantauan sistem AI multi-agen dalam lingkungan pendidikan saat ini memberikan informasi kepada pembelajaran ini dalam dua cara, mengidentifikasi peluang untuk pengembangan di masa depan dan tantangan yang harus dihadapi. Arsitektur berbasis kru yang dikembangkan dalam pembelajaran ini merupakan puncak dari semua wawasan ini, khususnya dalam konteks tantangan yang dihadirkan oleh pendidikan, pembelajaran, dan pengajaran teknik dan apa yang dapat dipelajari (seringkali secara tidak langsung) dari tren inti yang muncul dalam AI pendidikan.

10.8 ARSITEKTUR AGEN BERBASIS KRU

Gambaran Umum Arsitektur

Arsitektur agen berbasis kru mewakili pergeseran paradigma dari sistem agen tunggal ke kerangka kerja multi-agen terkoordinasi yang dirancang di sekitar tim khusus. Arsitektur ini mematuhi beberapa prinsip desain inti.

a. *Modularitas*: Sistem diorganisasikan ke dalam unit fungsional terpisah (kru), yang masing-masing bertanggung jawab atas bagian-bagian spesifik dari alur pengembangan konten pendidikan. Sistem modular memungkinkan evolusi suatu komponen secara independen dari bagian sistem lainnya, menjaga integritas sistem.
b. *Spesialisasi*: Setiap kru terdiri dari agen yang melakukan tugas dan peran diskrit, yang memungkinkan kedalaman kemampuan dan kedalaman peran dalam lingkaran pengetahuan khusus, daripada kedalaman peran di seluruh tugas pengembangan konten pendidikan. Dalam spesialisasi peran, tugas-tugas tingkat tinggi dipertukarkan tanpa redundansi dan sistem menggunakan agen yang paling mampu secara tepat waktu.
c. *Hierarki koordinasi*: Sistem manajemen beban kerja menciptakan alur logis di mana (output) dari satu kru memberi informasi kepada (input) kru lain. Sistem terintegrasi dari beberapa agen tetap fokus pada tugas dan tepat waktu.

d. *Ekstensibilitas*: Arsitektur dirancang untuk memungkinkan penambahan kru atau agen baru sesuai kebutuhan perubahan. Tingkat penambahan pada arsitektur sangat signifikan, dan kru baru dapat ditambahkan tanpa perancangan ulang sistem secara menyeluruh.
e. *Redundansi dan ketahanan*: Fungsi-fungsi penting dilakukan oleh lebih dari satu agen di lapangan, menciptakan kapasitas untuk ketahanan ketika agen individu mengalami keterlambatan dalam tugas atau tidak mampu memberikan hasil secara efektif dalam konteks tersebut.
f. *Umpan balik berkelanjutan*: Metrik dari setiap evaluasi dan indikator kualitas penilaian secara konsisten dimasukkan kembali ke dalam sistem, mengembangkan mekanisme peningkatan diri.

Secara keseluruhan, umpan balik yang konsisten dan terukur menciptakan potensi peningkatan kualitas output dari waktu ke waktu.

Komunikasi Antar Kru

Efektivitas arsitektur berbasis kru sangat bergantung pada protokol komunikasi yang kuat antar kru. Sistem ini menerapkan beberapa mekanisme komunikasi.

a. *Pertukaran data terstruktur*: Awak kapal bertukar informasi menggunakan format data standar yang didefinisikan dalam file konfigurasi YAML, memastikan konsistensi semantik di seluruh sistem. Misalnya:

```
Output:
Format: structured_content
Schema:
-chapter _title: string
-learning_objectives: list
-topic_outlines: list
-prerequisites: list
-estimated_duration: integer
```

b. *Protokol pengiriman pesan*: Setiap kru berkomunikasi melalui perantara pesan yang menjaga jaminan pengiriman dan mempertahankan urutan pesan, yang penting untuk menjaga integritas alur kerja.
c. *Pelestarian konteks*: Komunikasi tidak hanya mencakup data utama tetapi juga metadata tentang asal usulnya, tujuan penggunaan, dan hubungannya dengan informasi lain, memastikan bahwa kru penerima memiliki konteks lengkap untuk pemrosesan.
d. *Manajemen ketergantungan*: Sistem komunikasi antar kru melacak ketergantungan antar tugas, memungkinkan sistem untuk mengelola alur kerja kompleks di mana output dari satu kru mungkin diperlukan oleh beberapa kru hilir.
e. *Penanganan kesalahan*: Komunikasi mencakup pelaporan kesalahan standar yang memungkinkan kru untuk mengenali dan menanggapi masalah dalam pemrosesan hulu, baik dengan meminta klarifikasi atau menerapkan strategi cadangan.

Orkestrasi Alur Kerja

Lapisan orkestrasi bertindak sebagai "konduktor" dari sistem berbasis kru, mengelola tugas dan tindakan di dalam dan di seluruh kru dan mendukung pengembangan konten pendidikan secara kolaboratif.

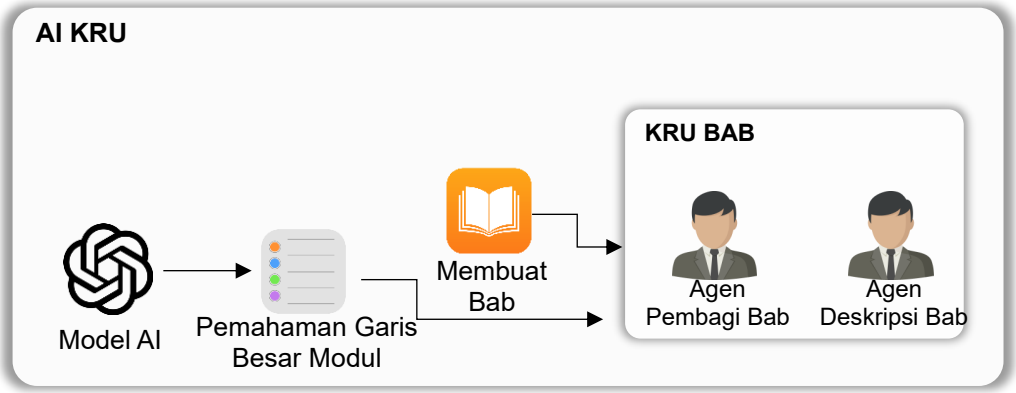
a. Koordinasi manajemen tugas yang tepat waktu: Orkestrator mengelola grafik asiklik terarah (DAG) tugas, menjadwalkan tugas-tugas tersebut sesuai dengan ketergantungan, prioritas, dan sumber daya yang tersedia. Hal ini ditunjukkan dalam tugas-tugas tersebut.
   Konfigurasi YAML:

```
tasks:
analyze_chapters:
priority: 1
develop_content:
depends_on: ["analyze_chapters"]
priority: 2
```

b. Alokasi sumber daya: Sumber daya komputasi dialokasikan ke kru berdasarkan tugas, dan sumber daya dapat dialokasikan ulang berdasarkan kompleksitas setiap tugas dan beban sistem secara keseluruhan.
c. Pelacakan kemajuan: Orkestrator memberikan visibilitas setiap saat ke dalam status semua tugas di seluruh kru, termasuk pelacakan kemajuan untuk seluruh alur kerja produksi dan identifikasi/penggunaan hambatan atau penundaan.
d. Manajemen pengecualian: Jika terjadi masalah yang tidak terduga, lapisan orkestrasi akan menerapkan beberapa tingkat strategi pemulihan, termasuk opsi seperti menugaskan ulang tugas, mengambil jalur alur kerja alternatif, atau meminta intervensi manusia.
e. Optimasi: Orkestrator menggunakan mekanisme untuk merekam dan menganalisis pola alur kerja dan mengidentifikasi teknik atau proses peningkatan potensial tambahan, termasuk opsi seperti memparalelkan tugas independen atau menyusun ulang tugas alur kerja untuk mengurangi waktu idle.

Kru Bab

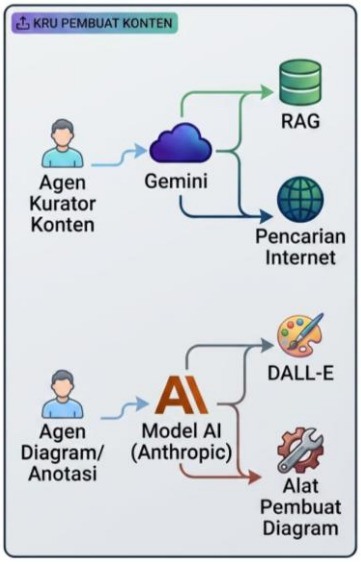
Kru Bab adalah titik awal dari proses pengembangan konten pendidikan, yang bertanggung jawab untuk merancang desain struktural yang akan menjadi dasar semua konten selanjutnya (lihat Gambar 10.1).



Gambar 10.1 Tim Bab.

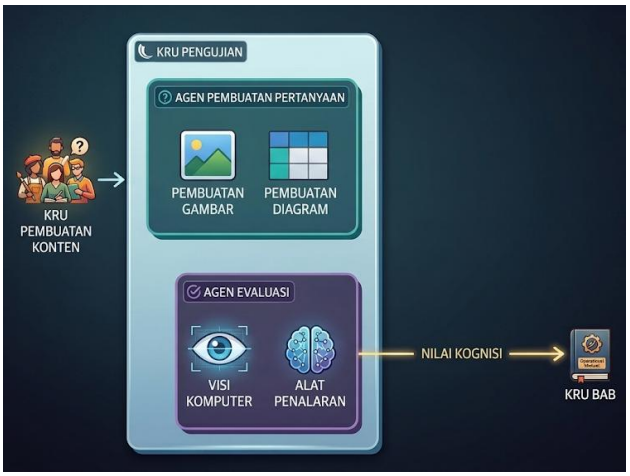
Tim Konten

Tim Konten memanfaatkan teknik generasi yang ditingkatkan dengan pengambilan (RAG) tingkat lanjut untuk mengekstrak, memproses, dan mensintesis konten pendidikan (lihat Gambar 10.2).



Gambar 10.2 Tim Konten.

Tim Pengujian



Gambar 10.3 Tim Pengujian.

Prinsip-prinsip Penilaian Pendidikan

Tim Pengujian beroperasi sesuai dengan prinsip-prinsip penilaian pendidikan yang telah ditetapkan.

a. *Validitas*: Penilaian digunakan untuk menilai apa yang seharusnya dinilai dan terdapat kesesuaian yang kuat antara butir soal dan hasil pembelajaran.
b. *Reliabilitas*: Alat penilaian menghasilkan hasil yang dapat diandalkan terlepas dari waktu atau orang, sehingga menciptakan keadilan dan akurasi tes.
c. *Otentisitas*: Penilaian mendorong bukti penerapan pengetahuan daripada sekadar akumulasi fakta, yang menunjukkan kompetensi nyata.
d. *Keselarasan konstruktif*: Tugas penilaian selaras dengan hasil pembelajaran yang dimaksudkan dan aktivitas pengajaran dan pembelajaran untuk memberikan pengalaman belajar yang kohesif.
e. *Fungsi formatif*: Penilaian memiliki tujuan ganda, yaitu tidak hanya mengevaluasi tetapi juga berkontribusi pada proses pembelajaran, memungkinkan peserta didik untuk menerima informasi konstruktif yang dapat membantu meningkatkan penilaian di masa mendatang.

Pembelajaran Pembuatan Soal

Tim Pengujian menggunakan Pembelajaran sistematis untuk membuat soal penilaian.

a. *Keselarasan tujuan pembelajaran yang jelas*: Setiap soal telah dirancang secara sengaja untuk menilai tujuan pembelajaran tertentu, sehingga menyelaraskan konstruksi soal dengan kerangka kerja yang dimaksudkan.
b. *Pilihan jawaban yang salah (distraktor)*: Pilihan jawaban yang salah (distraktor) dalam pertanyaan pilihan ganda sengaja dibuat untuk mendorong respons berdasarkan kesalahpahaman tertentu, sehingga memungkinkan penilaian menghasilkan keputusan instruksional yang informatif.
c. *Konstruksi skenario*: Semua pertanyaan aplikasi kompleks dikembangkan dari skenario dunia nyata dan mengharuskan mahasiswa untuk mengintegrasikan berbagai konstruksi untuk memecahkan masalah dalam aplikasi dunia nyata.
d. *Ketepatan bahasa*: Semua pertanyaan ditulis dalam bahasa yang tepat dan tidak ambigu untuk mengukur konten yang dimaksud dan bukan interpretasi mahasiswa terhadap makna bahasa.
e. *Rasionalisasi kesulitan*: Semua pertanyaan dikembangkan dengan tingkat kesulitan yang dimaksudkan yang optimal untuk memfasilitasi pembelajaran mahasiswa dan berada dalam zona perkembangan proksimal mereka.

Penargetan Tingkat Kognitif

Tim Pengujian setuju bahwa tes tersebut melibatkan dan menilai semua tingkat kognitif.

a. *Penerapan taksonomi Bloom*: Pertanyaan-pertanyaan tersebut dirancang untuk menargetkan tingkat kognitif tertentu. Misalnya, ini menunjukkan dari mengingat dasar hingga mengevaluasi dan menciptakan.

b. *Keterampilan berpikir tingkat rendah (LOTS)*: Pertanyaan-pertanyaan dasar mengukur pengetahuan, pemahaman, dan penerapan penting sebelumnya. Ini menetapkan dasar acuan.
c. *Keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS)*: Pertanyaan-pertanyaan tingkat tinggi mengharapkan mahasiswa untuk menganalisis, mensintesis, mengevaluasi, dan menciptakan. Ini sangat penting dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah.
d. *Penilaian metakognitif*: Pertanyaan-pertanyaan tertentu dapat mendorong mahasiswa untuk mempertimbangkan proses berpikir mereka sendiri. Oleh karena itu, mahasiswa mengembangkan kesadaran akan strategi kognitif dan pengaturan diri.
e. *Perkembangan kognitif*: Instrumen tes berisi proporsi tugas-tugas berbobot kognitif yang cukup merata yang berkisar dari pemahaman dasar hingga penerapan tingkat yang lebih tinggi.

Variasi dan Keseimbangan Penilaian

Tim Pengujian memastikan pendekatan penilaian yang beragam untuk mengakomodasi gaya belajar yang berbeda dan memberikan evaluasi yang komprehensif.

a. *Format penilaian*: Penilaian dapat mengambil berbagai format (pilihan ganda, jawaban singkat, esai, pemecahan masalah, berbasis proyek) untuk menilai berbagai elemen pemahaman.
b. *Waktu Pelaksanaan*: Tugas penilaian dapat berupa penilaian formatif langsung, hingga tugas sumatif yang panjang, memberikan umpan balik pada berbagai titik dalam perjalanan pembelajaran.
c. *Penilaian pekerjaan individu dan kelompok*: Beberapa tugas akan menilai pembelajaran individu, sementara yang lain akan menilai proses pembelajaran secara kolektif, dan bagaimana cara menambah pekerjaan orang lain.
d. *Penilaian produk dan proses produk*: Penilaian mencakup evaluasi produk yang dibuat (solusi, esai, proyek) dan proses yang menciptakan produk tersebut (pemecahan masalah, pembelajaran).
e. *Penilaian diri dan rekan sejawat*: Penilaian, jika berlaku, mendukung penilaian diri dan umpan balik rekan sejawat untuk mengembangkan penilaian evaluatif.

Proses Penjaminan Mutu

Tim Evaluasi menerapkan proses penjaminan mutu yang komprehensif.

a. *Verifikasi keakuratan konten*: Konten pendidikan diperiksa secara sistematis terhadap sumber-sumber otoritatif untuk memastikan keakuratan faktual dan pemahaman terkini.
b. *Pemantauan keabsahan pedagogis*: Konten dievaluasi berdasarkan prinsip-prinsip pengajaran efektif yang telah ditetapkan, memastikan adanya dukungan, penjelasan, dan penerapan yang tepat.
c. *Kepatuhan aksesibilitas*: Materi dinilai kesesuaiannya dengan standar aksesibilitas, memastikan akses yang adil bagi peserta didik dengan beragam kebutuhan.

d. *Analisis bahasa dan keterbacaan*: Konten menjalani analisis linguistik untuk memastikan kompleksitas, kejelasan, dan konsistensi yang sesuai untuk tingkat pendidikan sasaran.
e. *Verifikasi keselarasan kurikulum*: Semua konten diperiksa kesesuaiannya dengan tujuan dan standar kurikulum yang telah ditetapkan, untuk memastikan cakupan yang komprehensif tanpa adanya penyimpangan ruang lingkup.

10.9 MODEL KOGNITIF DAN TAKSONOMI BLOOM DALAM PENDIDIKAN

Taksonomi Bloom: Kerangka Teoretis

Taksonomi Bloom, yang diciptakan oleh Benjamin Bloom pada tahun 1956 dan kemudian direvisi pada tahun 2001 oleh Anderson dan Krathwohl, D. R., adalah model hierarkis dari proses kognitif untuk pembelajaran. Keterampilan kognitif dibagi menjadi enam tingkatan yaitu Mengingat, Memahami, Menerapkan, Menganalisis, Mengevaluasi, dan Menciptakan. Keenam tingkatan ini merupakan kontinum dari sekadar mengingat pengetahuan hingga kemampuan berpikir tingkat tinggi. Dalam pendidikan teknik, Taksonomi Bloom memainkan peran penting dalam desain kurikulum dan penilaian yang mendorong pemecahan masalah dan inovasi. Pada tingkat yang lebih rendah, mahasiswa menghafal prinsip-prinsip dasar fisika, matematika, dan pemrograman komputer. Pada tingkat yang lebih tinggi, mereka menerapkan prinsip-prinsip ini melalui pemecahan masalah, analisis perilaku sistem, perbandingan berbagai solusi, dan akhirnya menghasilkan desain atau perangkat lunak yang inovatif. Kurikulum yang efektif menjamin keselarasan antara tujuan pembelajaran dan penilaian. Mata kuliah teknik perlu mengatur pembelajaran mahasiswa sedemikian rupa sehingga berkembang dari pemahaman teori dasar hingga berpikir kritis dan pemecahan masalah yang inovatif. Taksonomi Bloom dapat digunakan sebagai tolok ukur untuk pengembangan tes yang lebih mendalam dan menawarkan pengembangan keterampilan kognitif yang seimbang.

Pentingnya Taksonomi Bloom dalam Pendidikan

Taksonomi Bloom adalah fondasi pendidikan masa kini karena menawarkan kerangka kerja sistematis untuk pengajaran dan pembelajaran. Taksonomi ini membantu pengajar merencanakan materi pengajaran, tes, dan aktivitas pembelajaran yang mendorong pembelajaran yang lebih mendalam dan pemikiran kritis. Dengan mencocokkan pengajaran dengan tingkat kognisi, pengajar dapat memfasilitasi transfer pengetahuan yang efektif. Misalnya:

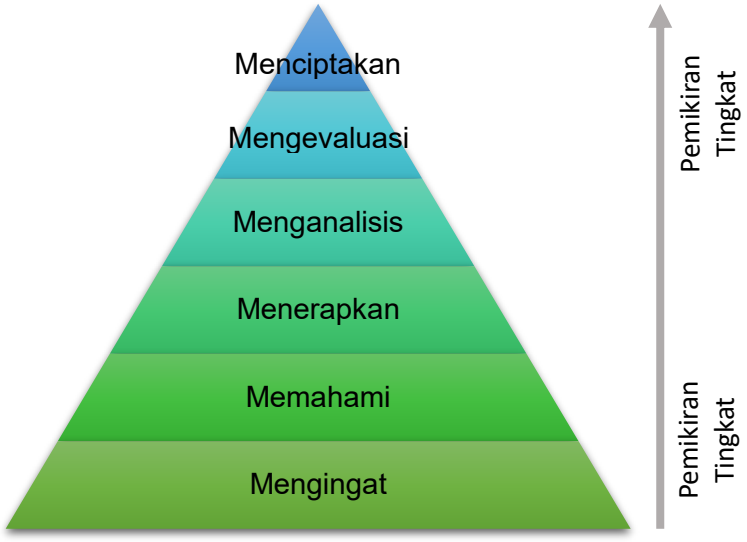
1. Mengingat: Kartu flash, kuis, dan latihan mengingat
2. Pemahaman: Mendukung penjelasan, ringkasan, dan diskusi
3. Memberikan tugas: Menawarkan latihan pemecahan masalah dan aplikasi kehidupan nyata
4. Menganalisis: Meminta mahasiswa membandingkan berbagai teori atau model
5. Mengevaluasi: Melakukan pemantauan sejawat dan analisis kritis
6. Menciptakan: Mengundang mahasiswa untuk membuat proyek, melakukan pembelajaran, atau mengembangkan solusi

Model Kognitif Lain dan Perbandingan dengan Taksonomi Bloom

Terdapat sejumlah model kognitif yang menyederhanakan pembelajaran, tetapi salah satu model yang paling banyak digunakan adalah Taksonomi Bloom. Beberapa model kognitif lainnya juga digunakan. Taksonomi Struktur Hasil Pembelajaran yang Diamati (SOLO) menganalisis pembelajaran ke dalam lima tingkatan:

1. Pra-struktural: Tidak ada pemahaman atau informasi yang tidak bermakna
2. Uni-struktural: Ringkasan dari satu ide tunggal
3. Multi-struktural: Pemahaman beberapa konsep tetapi tidak terintegrasi
4. Relasional: Kapasitas untuk menghubungkan beberapa ide
5. Abstrak yang diperluas: Kemampuan untuk menggeneralisasi dan menerapkannya ke bidang baru

Sementara Taksonomi SOLO lebih memperhatikan kedalaman pengetahuan, Taksonomi Bloom lebih memperhatikan luasnya aplikasi dan kreativitas dan oleh karena itu lebih cocok untuk pengajaran teknik dan AI. Anderson dan Krathwohl memodifikasi taksonomi asli Bloom dengan mengganti kategori berbasis kata benda dengan kata kerja tindakan, yaitu, "menganalisis" alih-alih "analisis". Versi baru ini juga menempatkan “menciptakan” di tingkat teratas, bukan evaluasi, yang menyoroti pentingnya inovasi dalam pendidikan saat ini (lihat Gambar 10.4).



Gambar 10.4 Piramida taksonomi Bloom.

Taksonomi Bloom terus menjadi model yang diterima secara luas karena praktis dan mudah diterapkan di seluruh kurikulum. Taksonomi ini dapat menutup kesenjangan antara pembelajaran teoretis dan pemecahan masalah nyata. Struktur hierarkisnya memungkinkan mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi secara progresif, yang sangat membantu dalam disiplin ilmu seperti AI, teknik, dan ilmu komputer. Berbeda dengan beberapa model kognitif yang tidak fleksibel, Taksonomi Bloom dapat diterapkan di sebagian besar bidang studi, seperti sains, humaniora, bisnis, dan teknologi. pengajar dapat dengan mudah menyesuaikan pendekatan pengajaran mereka sambil memiliki pengalaman belajar yang terstruktur. Penilaian yang dibuat berdasarkan Taksonomi Bloom memastikan penilaian

yang menyeluruh terhadap pembelajaran mahasiswa. pengajar dapat mencapai keseimbangan antara pertanyaan mengingat tingkat rendah dan pemecahan masalah tingkat tinggi serta tugas-tugas kreatif, sehingga penilaian menjadi lebih efektif dalam mengukur kompetensi mahasiswa. Dengan munculnya sistem pembelajaran berbasis AI, Taksonomi Bloom menawarkan kerangka kerja konkret untuk desain model pembelajaran adaptif. Alat pendidikan berbasis AI dapat memanfaatkan prinsip-prinsip Bloom untuk menyesuaikan penyampaian konten sehingga mahasiswa diberi tantangan yang sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif mereka.

Taksonomi Bloom dan Dampaknya pada Berpikir Kritis

Taksonomi Bloom, yang dikembangkan oleh Benjamin Bloom dan timnya pada tahun 1956, adalah hierarki sistematis keterampilan intelektual yang berguna dalam komunitas pendidikan, khususnya dalam mendorong berpikir kritis. Taksonomi ini mengkategorikan tujuan pendidikan ke dalam enam tingkat fungsi intelektual yang semakin kompleks: Mengingat, Memahami, Menerapkan, Menganalisis, Mengevaluasi, dan Menciptakan. Model ini memungkinkan pengajar untuk memandu penyusunan kurikulum dan tes yang semakin membangun kemampuan mahasiswa untuk berpikir kritis dan memecahkan masalah. Berpikir kritis adalah penerapan proses penalaran, analisis, penilaian bukti, dan penarikan kesimpulan yang berdasarkan informasi. Taksonomi Bloom menawarkan kerangka kerja untuk menciptakan keterampilan berpikir tingkat tinggi ini. Tingkat yang lebih rendah (Mengingat, Memahami) membentuk dasar pembelajaran sedangkan tingkat yang lebih tinggi (Menganalisis, Mengevaluasi, Menciptakan) paling relevan dengan pemikiran kritis. Misalnya:

- Membaca karya sastra memungkinkan mahasiswa untuk mengenali argumen dan tema yang mendasarinya.
- Menilai pernyataan ilmiah mendorong mahasiswa untuk memutuskan apakah pernyataan tersebut benar berdasarkan bukti empiris.
- Penciptaan solusi baru untuk masalah nyata meningkatkan kreativitas dan integrasi pengetahuan.

Pengajar yang membuat pertanyaan dan tugas yang memanfaatkan tingkat yang lebih tinggi dari Taksonomi Bloom memungkinkan mahasiswa untuk melampaui pembelajaran mekanis dan, sebaliknya, mempertanyakan, menghubungkan, dan merefleksikan. Penerapan Taksonomi Bloom memungkinkan pendidik untuk menciptakan aktivitas pembelajaran yang mendukung urutan perkembangan kognitif yang teratur pada mahasiswa. Contohnya:

- Mulailah dengan pertanyaan mengingat (“Apa saja tahapan fotosintesis?”)
- Lanjutkan ke pemahaman konseptual (“Mengapa fotosintesis penting bagi kehidupan di Bumi?”)
- Lanjutkan ke penerapan dan analisis (“Bagaimana tanaman akan tumbuh jika tidak ada cukup sinar matahari?”)
- Akhiri dengan penilaian dan pengembangan (“Rancang kerangka kerja eksperimental untuk meneliti pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan tanaman.”)

Pendekatan sistematis ini memungkinkan mahasiswa untuk mengembangkan keterampilan penalaran mereka langkah demi langkah. Anak-anak biasanya beralih dari pemikiran konkret

ke pemikiran abstrak seiring perkembangan mereka. Tingkat Bloom mencerminkan pola perkembangan ini:

- Anak-anak yang lebih muda (4–7 tahun) biasanya berfungsi pada tingkat yang lebih rendah (Mengingat dan Memahami).
- Anak-anak yang lebih tua (8–12 tahun) mulai Menerapkan dan Menganalisis konsep.
- Remaja cenderung mampu Menilai dan Membangun berdasarkan apa yang mereka ketahui.

Dengan memeriksa reaksi mahasiswa terhadap pertanyaan pada berbagai tingkatan taksonomi, mahasiswa dan psikolog dapat menentukan tingkat kognisi mereka dan menyesuaikan pengajaran sesuai dengan tujuan mereka. Taksonomi Bloom dapat digunakan secara diagnostik untuk menentukan proses kognitif apa yang telah diperoleh seorang anak dan di mana ia membutuhkan dukungan. Misalnya, seorang anak yang kesulitan dalam penerapan tetapi pandai menghafal mungkin membutuhkan kesempatan tambahan untuk menerapkan pengetahuan pada situasi baru. Di sisi lain, mahasiswa yang terampil dalam mengevaluasi argumen atau mengembangkan ide-ide kreatif dapat memperoleh manfaat dari mengerjakan tugas-tugas terbuka dan pengalaman belajar berbasis penyelidikan.

Pemahaman yang disesuaikan ini mendukung praktik pedagogis yang terdiferensiasi dan memaksimalkan potensi belajar setiap anak. Kerangka kerja kognitif, seperti Taksonomi Bloom, sangat penting dalam mengatur pendidikan, terutama dalam lingkungan pembelajaran berbasis AI. Dengan menghubungkan materi pengajaran dengan tingkat kognitif, dengan kesulitan yang semakin meningkat, dan menambahkan metode metakognitif, pendidikan AI dapat dibuat lebih efektif dan personal. Metode-metode tersebut tidak hanya memungkinkan mahasiswa untuk belajar, tetapi juga membantu mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah teknik dan AI di dunia nyata.

10.10 IMPLEMENTASI SISTEM UNTUK PEMBELAJARAN SISTEM TERTANAM

Pembuatan Modul Sistem Tertanam

Inisiatif ini bertujuan untuk membangun modul pendidikan yang komprehensif tentang sistem tertanam yang ditujukan untuk mahasiswa teknik (Heath, S.). Persyaratan dan cerita pengguna sistem adalah untuk menciptakan konten kurikuler secara terstruktur untuk pembelajaran dengan perkembangan logis. Persyaratan lebih lanjut meminta agar konten tersebut bermanfaat, menggabungkan contoh terapan, relevansi dengan industri, dan analisis kebutuhan saat ini dalam iklan pekerjaan dan deskripsi pemberi kerja. Sistem ini juga akan terstruktur untuk menganalisis silabus saat ini, konten yang dibutuhkan untuk pengembangan pembelajaran sistem tertanam, dan memperkaya relevansi tempat kerja dengan keputusan untuk menambahkan lebih banyak konten ke silabus yang dihasilkan, yang diharapkan dapat membantu instruktur dalam mengukur di mana harus menilai mahasiswa pada tingkat kognitif yang sesuai dalam Taksonomi Bloom.

Struktur dan Perkembangan Modul

Sistem yang diimplementasikan menetapkan struktur modul terpadu untuk pendidikan sistem tertanam, dimulai dari konsep-konsep penting dan bergerak menuju konten yang lebih

lanjut. Modul ini dirancang sedemikian rupa sehingga jalur pembelajaran berkelanjutan dibangun dari dasar-dasar dan secara progresif mengembangkan pengetahuan, sehingga mahasiswa akan selalu memiliki pemahaman yang kuat tentang topik sebelum melanjutkan ke materi selanjutnya. Strukturnya terdiri dari lima bab utama tentang definisi dan karakteristik sistem tertanam, aspek tantangan desain, teknologi prosesor, dasar-dasar perangkat keras, dan arsitektur mikrokontroler, masing-masing diatur sesuai dengan kompleksitasnya.

Tantangan Implementasi

Beberapa tantangan dihadapi selama implementasi, termasuk:

- menjaga koherensi konten di seluruh bab sambil memastikan setiap bab dibangun secara logis berdasarkan materi sebelumnya;
- menyeimbangkan konsep teoritis dengan aplikasi praktis untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa;
- mengintegrasikan beragam sumber daya pendidikan tanpa membebani mahasiswa dengan informasi yang berlebihan;
- memastikan ekstraksi konten yang relevan secara akurat dari dokumen sumber; dan
- mengembangkan pertanyaan penilaian yang secara akurat menargetkan tingkat kognitif tertentu.

Proses Pembuatan Konten

Sistem ini menggunakan agen analisis silabus khusus yang mengevaluasi kurikulum yang ada dan mengidentifikasi topik-topik utama, hasil pembelajaran, dan organisasi konten. Agen tersebut mengevaluasi alur logis topik, mengidentifikasi hubungan konten yang dibutuhkan, dan menciptakan urutan pembelajaran yang optimal. Metode ini terdiri dari:

- pengenalan pola untuk mengidentifikasi judul bab dan batas konten;
- analisis semantik untuk memahami hubungan dan ketergantungan topik;
- pemetaan perkembangan pembelajaran untuk memastikan pembangunan pengetahuan yang koheren; dan
- penilaian alokasi waktu berdasarkan kompleksitas dan pentingnya topik.

Ekstraksi dan Pengayaan Konten

Pembuatan konten mengikuti proses multi-tahap:

- Ekstraksi konten inti dari dokumen sumber menggunakan agen ahli RAG khusus
- Pengorganisasian konten sesuai dengan struktur bab yang telah ditetapkan
- Pengayaan dengan teks penjelasan, contoh, dan ilustrasi
- Integrasi aplikasi praktis dan studi kasus
- Penambahan alat bantu pembelajaran seperti ringkasan, poin penting, dan pertanyaan ulasan

Sistem ini memastikan kedalaman dan keluasan konten dengan mempertahankan jumlah kata minimum per bab dan menggabungkan beragam pendekatan penjelasan untuk mengakomodasi gaya belajar yang berbeda.

Integrasi Sumber Daya Pendidikan

Untuk meningkatkan nilai pendidikan dari konten yang dihasilkan, sistem mengintegrasikan berbagai sumber daya eksternal:

- Tutorial dan artikel berbasis web yang relevan
- Demonstrasi video tentang konsep dan aplikasi utama
- Simulasi dan latihan interaktif
- Materi bacaan tambahan untuk eksplorasi lebih dalam
- Studi kasus industri yang mengilustrasikan aplikasi dunia nyata

Sumber daya ini dikurasi oleh agen peneliti web khusus yang mengevaluasi kualitas konten, relevansi, dan nilai pendidikan sebelum diintegrasikan ke dalam konten modul.

Pengembangan Pertanyaan di Seluruh Tingkat Kognitif

Sistem ini menggabungkan mekanisme pengembangan pertanyaan yang canggih yang memastikan cakupan komprehensif dari semua tingkat kognitif dalam Taksonomi Bloom:

- Mengingat: Pertanyaan mengingat dasar untuk menguji pengetahuan fundamental
- Memahami: Pertanyaan yang membutuhkan penjelasan konsep dan prinsip
- Menerapkan: Pertanyaan pemecahan masalah yang melibatkan implementasi pengetahuan
- Menganalisis: Pertanyaan yang membutuhkan penguraian konsep menjadi bagian-bagian komponen
- Mengevaluasi: Pertanyaan yang membutuhkan penilaian dan evaluasi kritis
- Menciptakan: Pertanyaan berorientasi desain yang membutuhkan sintesis pengetahuan

Setiap asesmen mencakup distribusi pertanyaan yang seimbang di seluruh tingkat ini untuk memastikan evaluasi komprehensif pembelajaran mahasiswa.

Implementasi Variasi Penilaian

Sistem ini menghasilkan beragam jenis pertanyaan untuk mengakomodasi berbagai kebutuhan penilaian dan gaya belajar:

- Pertanyaan pilihan ganda untuk penilaian yang efisien terhadap area pengetahuan yang luas
- Pertanyaan jawaban singkat untuk menguji kemampuan penjelasan yang ringkas
- Pertanyaan esai untuk analisis dan evaluasi mendalam
- Pertanyaan berbasis diagram untuk menilai pemahaman visual dan keterampilan representasi
- Pertanyaan implementasi kode untuk menguji kemampuan aplikasi praktis
- Tantangan desain untuk mengevaluasi kemampuan pemecahan masalah yang kreatif

Setiap pertanyaan diberi label dengan tingkat Taksonomi Bloom yang sesuai untuk memfasilitasi penilaian yang ditargetkan terhadap keterampilan kognitif tertentu.

Integrasi Umpan Balik

Kerangka penilaian menggabungkan mekanisme umpan balik yang dirancang untuk meningkatkan proses pembelajaran:

- Jawaban model untuk penilaian diri
- Identifikasi dan klarifikasi kesalahpahaman umum
- Sumber daya pembelajaran yang ditargetkan untuk area kelemahan

- Penyesuaian kesulitan progresif berdasarkan kinerja
- Peluang penilaian formatif sepanjang proses pembelajaran

Arsitektur Sistem

Sistem ini menggunakan arsitektur modular dengan agen khusus yang menangani aspek-aspek berbeda dari proses pembuatan dan penilaian konten:

- Penganalisis Silabus: Memproses dokumen kurikulum untuk mengekstrak struktur dan persyaratan
- Pakar RAG: Mengambil dan memproses konten yang relevan dari materi sumber
- Peneliti Web: Mengidentifikasi dan mengevaluasi sumber daya pendidikan tambahan
- Pembuat Konten: Menghasilkan konten pendidikan yang komprehensif dan terstruktur dengan baik
- Penganalisis Topik: Mengidentifikasi topik yang sesuai untuk penilaian di berbagai tingkat kognitif
- Pengembang Pertanyaan: Membuat beragam pertanyaan penilaian yang sesuai dengan tingkat kemampuan

Agen-agen ini beroperasi dalam alur kerja terkoordinasi yang dikelola oleh Sistem orkestrasi tugas yang memastikan pengurutan dan manajemen ketergantungan yang tepat.

Protokol Komunikasi Agen

Sistem ini mengimplementasikan protokol komunikasi terstruktur yang memfasilitasi pertukaran informasi yang efisien antar agen:

- Pengiriman pesan berbasis tugas dengan spesifikasi input/output yang jelas
- Manajemen ketergantungan untuk memastikan pemrosesan berurutan jika diperlukan
- Format data standar untuk pertukaran informasi yang konsisten
- Mekanisme penanganan dan pemulihan kesalahan untuk menjaga integritas alur kerja
- Umpan balik untuk peningkatan berkelanjutan dari konten yang dihasilkan

Strategi Manajemen Sumber Daya

Untuk memastikan pengoperasian sistem yang efisien, beberapa strategi manajemen sumber daya diimplementasikan:

- Pemrosesan paralel untuk tugas independen untuk mengoptimalkan waktu eksekusi
- Caching konten untuk meminimalkan pemrosesan yang berlebihan
- Alokasi sumber daya berdasarkan kompleksitas dan prioritas tugas
- Penyeimbangan beban di seluruh node pemrosesan untuk kinerja optimal
- Generasi konten inkremental untuk mengelola kebutuhan memori sistem secara efektif

Strategi-strategi ini memungkinkan sistem untuk menangani tugas-tugas pembuatan dan penilaian konten yang kompleks sambil mempertahankan kinerja dan keandalan.

10.11 KETERBATASAN PLATFORM PENDIDIKAN AI YANG ADA

Kecerdasan buatan telah mulai memengaruhi pendidikan melalui sistem bimbingan cerdas, sistem adaptif, dan presentasi konten otomatis. Sistem pendidikan AI yang ada didasarkan pada arsitektur agen tunggal, yang membatasi kemampuannya untuk menangani proses kognitif tingkat lanjut dan beragam tugas pendidikan. Mishra dan Dubey (2024)

mengeksplorasi keterbatasan yang memengaruhi kinerja pembelajaran, skalabilitas, kepercayaan konten, dan kepatuhan terhadap teori pendidikan.

Hambatan Agen Tunggal

Antarmuka pembelajaran berbasis AI tradisional cenderung menggunakan satu agen monolitik atau model tujuan umum. Meskipun ini dapat menghasilkan respons dan adaptasi yang dangkal, mereka kurang mampu dalam hal multitasking, pemahaman yang lebih dalam tentang materi pelajaran, dan heterogenitas mahasiswa. Model agen tunggal tidak mendukung spesialisasi dan berfungsi sebagai hambatan untuk proses kognitif tingkat tinggi. Selain itu, pendekatan agen tunggal membatasi eksekusi tugas secara bersamaan. Misalnya, menghasilkan penilaian, menjawab pertanyaan, dan mengidentifikasi tingkat kognitif secara bersamaan membebani AI tujuan umum. Hal ini mengakibatkan respons yang lambat dan pengalaman pengguna yang buruk.

Kesenjangan Cakupan Tingkat Kognitif

Sebagian besar platform yang ada membahas luasnya tingkat kognitif dalam Taksonomi Bloom. Mereka unggul dalam melakukan aktivitas tingkat rendah seperti mengingat, penjelasan langsung, dan dukungan prosedural tetapi lemah dalam merangsang kreativitas, berpikir kritis, dan sintesis ide. Tugas tingkat tinggi seperti penilaian efektivitas algoritma, perbandingan model, atau pembangkitan konsep pembelajaran baru membutuhkan kecerdasan khusus domain dan penalaran elastis. Sistem satu agen cenderung tidak menawarkan dukungan yang tepat kepada mahasiswa pada tahap-tahap ini.

Tantangan Koherensi Konten

Karena sifatnya yang umum, tutor AI saat ini terkadang menghasilkan teks yang tidak terhubung secara logis, kohesif secara tematik, atau relevan secara konseptual. Mereka menghasilkan pengalaman belajar yang disingkat di mana pelajaran atau latihan terputus-putus. Mahasiswa menerima penjelasan atau komentar yang secara teknis benar tetapi tidak terhubung secara pedagogis. Kontradiksi ini mengikis pemahaman mahasiswa, terutama dalam mata pelajaran yang membutuhkan berbagai tingkat pemahaman seperti pemrograman, struktur data, dan algoritma AI. Karena kurangnya urutan logis, mahasiswa akhirnya mengembangkan pemahaman yang dangkal dan kesalahpahaman.

Masalah Kualitas Penilaian

Pembuatan tes oleh platform saat ini juga cenderung mengutamakan pertanyaan tingkat permukaan. Meskipun sistem tersebut juga mampu menghasilkan soal pilihan ganda atau soal isian, sistem tersebut tidak mampu menghasilkan tes yang lebih abstrak berdasarkan tuntutan kognitif atau tujuan pembelajaran yang lebih kompleks. Selain itu, tes jarang berubah secara real-time sesuai dengan kinerja mahasiswa dan kurang memiliki pertanyaan metakognitif. Hal ini menyebabkan kegagalan dalam memberikan umpan balik yang dipersonalisasi dan hilangnya potensi untuk refleksi dan peningkatan yang autentik.

Kontribusi Baru Dari Pendekatan Multi-Agen

Sistem multi-agen merupakan pergeseran paradigma pendidikan AI. Alih-alih mempercayakan semuanya pada satu model, sistem multi-agen memecah tugas di antara

agen-agen khusus, yang masing-masing dioptimalkan untuk tugas kognitif atau hasil pendidikan tertentu.

- *Keunggulan Kognitif Agen Khusus*: Dalam sistem multi-agen, agen-agen dirancang untuk mahir pada berbagai tingkat Taksonomi Bloom. Misalnya:
  - Agen pengingat mengkhususkan diri dalam memberikan definisi, fakta, dan alat bantu memori.
  - Agen aplikasi menyediakan latihan kontekstual dan contoh dunia nyata.
  - Agen evaluasi menilai pekerjaan mahasiswa dan merekomendasikan modifikasi.
  - Agen imajinatif mengarahkan proyek terbuka dan memfasilitasi inovasi.

Kemampuan ini memungkinkan sistem untuk menghasilkan respons yang lebih maju, sesuai konteks, dan selaras secara kognitif yang meniru bimbingan manusia yang terampil.

- *Inovasi Optimalisasi Alur Kerja*: Sistem multi-agen memungkinkan komputasi paralel dan upaya kooperatif. Misalnya, ketika satu agen mengajukan pertanyaan kepada seorang mahasiswa, beberapa agen dapat mengerjakan pertanyaan tersebut secara paralel dari berbagai titik kognisi. Satu agen memberikan solusi, agen lain memberikan evaluasi, dan agen lain memberikan dorongan untuk refleksi. Pembagian kerja ini menghemat waktu respons, meningkatkan kualitas konten, dan memastikan cakupan kognitif yang luas dalam setiap interaksi.
- *Integrasi Teori Pendidikan*: Salah satu kontribusi terbesar dari pendekatan multi-agen adalah kemampuan untuk menanamkan teori pembelajaran dalam fungsi setiap agen. Agen memiliki kemampuan untuk diprogram untuk menerapkan prinsip-prinsip konstruktivisme, scaffolding, teori beban kognitif, atau strategi metakognitif. Misalnya, agen scaffolding dapat memiliki pertanyaan yang diurutkan berdasarkan respons sebelumnya sehingga kompleksitas hanya ditambahkan setelah penguasaan. Agen keterlibatan dapat menerapkan gamifikasi atau teori motivasi untuk mempertahankan minat dan kepercayaan diri peserta didik.
- *Peningkatan Kualitas Konten*: Karena setiap agen dilatih untuk tugas tertentu, konten pendidikan secara keseluruhan sangat ditingkatkan. Penjelasan lebih terarah, contoh lebih relevan, dan umpan balik lebih bermanfaat. Alih-alih respons standar, mahasiswa diberikan jawaban yang dituliskan untuk mereka oleh agen dengan pemahaman berbasis ilmu kognitif, pedagogi, dan materi pelajaran.

10.12 PENINGKATAN KUANTITATIF

Efek sistem multi-agen dapat dikuantifikasi dengan menerapkan berbagai ukuran kuantitatif untuk dibandingkan dengan platform tradisional.

- *Perbandingan Hasil Belajar*: Pembelajaran dan eksperimen awal dengan sistem multi-agen menunjukkan skor tes yang lebih baik, peningkatan tingkat penyelesaian, dan peningkatan pemahaman konseptual. Dengan mengaktifkan berbagai proses kognitif secara efektif, mahasiswa mencapai hasil belajar yang lebih baik di seluruh hierarki Bloom.

- *Metrik Kualitas Konten*: Skor koherensi, koherensi tematik, dan kebenaran pedagogis hanyalah beberapa faktor yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas konten yang dihasilkan. Sistem multi-agen menghasilkan konten dengan:
  - keterbacaan yang lebih baik,
  - alur logis yang lebih baik, dan
  - lebih selaras dengan standar kurikulum.
- *Peningkatan Efisiensi Pengembangan*: Dengan menggunakan alokasi tugas, sistem multi-agen mempercepat pengembangan modul pembelajaran. Agen dapat ditingkatkan atau diperbaiki secara terpisah, mengurangi waktu rilis untuk konten atau kemampuan baru. Modularitas juga mempermudah debugging dan optimasi berkelanjutan. Namun, sistem agen tunggal akan melibatkan pelatihan ulang atau penyempurnaan seluruh model untuk menerapkan penyesuaian.
- *Analisis Cakupan Kognitif*: Perbandingan langsung antara sistem agen tunggal dan multi-agen menunjukkan bahwa sistem multi-agen memiliki keseimbangan kognitif yang lebih besar. Platform agen tunggal lebih cenderung pada aktivitas pengetahuan dan pemahaman, sedangkan sistem multi-agen lebih responsif terhadap aktivitas penilaian, sintesis, dan kreativitas. Keseimbangan ini bertujuan agar peserta didik tidak hanya belajar tetapi juga mengembangkan pemikiran kritis dan kreatif.

Keunggulan Kualitatif

Selain hasil kuantitatif, sistem multi-agen meningkatkan proses pembelajaran dengan menggunakan berbagai keuntungan kualitatif.

- *Peningkatan Koherensi Konten*: Karena agen berkolaborasi, materi disaring dan disempurnakan melalui berbagai prisma kognitif. Kolaborasi ini menghasilkan kontinuitas yang lebih baik antar pelajaran, transisi yang lebih lancar antar topik, dan penjelasan bahasa yang lebih alami. Mahasiswa akan lebih kecil kemungkinannya mengalami disonansi kognitif atau kebingungan mental yang disebabkan oleh modul yang tidak terkait atau kosakata yang berubah-ubah.
- *Optimalisasi Kemajuan Pembelajaran*: Sistem multi-agen secara alami memfasilitasi pembelajaran berbasis kemajuan. Agen dapat memantau keterampilan pembelajar di berbagai tingkatan dan mengarahkan pembelajar ke pelajaran atau aktivitas berikutnya dengan tingkat kesulitan yang sesuai. Hal ini mencegah frustrasi atau kebosanan bagi pembelajar dan mendorong lintasan pembelajaran yang stabil dan menarik.

Evaluasi Dan Hasil

Analisis komparatif di berbagai dimensi menggarisbawahi keunggulan kritis AI berbasis agen dibandingkan AI tradisional (lihat Tabel 10.1)

Tabel 10.1 Perbandingan AI tradisional dan AI berbasis agen

Dimensi	AI Tradisional (Non-agen)	AI Agentik (Multi-Agen Modular)
Modularitas	Rendah; desain monolitik	Tinggi; agen berorientasi tugas yang berbeda dan terkoordinasi secara terpusat

Fleksibilitas	Adaptabilitas terbatas	Sangat adaptif terhadap konteks dan persyaratan baru
Interpretasi	Terbatas; kotak hitam	Tinggi; transparan dengan atribusi tugas yang jelas
Kemampuan Beradaptasi	Statis; responsivitas rendah	Dinamis; pembelajaran dan penyempurnaan adaptif secara real-time
Manajemen Konteks	Jendela konteks terbatas	Ditingkatkan; pemisahan konteks dan manajemen memori yang efisien
Kinerja	Terbatas untuk tugas-tugas kompleks	Ditingkatkan; optimasi spesifik tugas oleh masing-masing agen

Ai Agentik Dalam Metrik Pendidikan

AI Agentik secara signifikan mentransformasi platform pendidikan melalui peningkatan modularitas, spesialisasi, dan adaptabilitas di berbagai aspek.

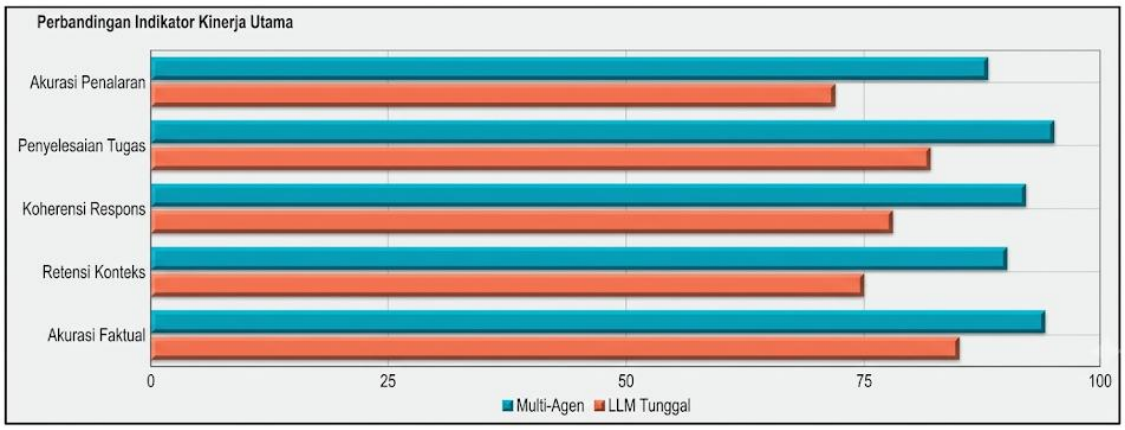
- *Struktur Kurikulum*: Agen struktur kurikulum menganalisis silabus dan hasil pembelajaran untuk secara sistematis mengembangkan kerangka pembelajaran yang terstruktur, secara efektif menangani materi pendidikan yang besar dan kompleks serta mengoptimalkan urutan pembelajaran.
- *Pembuatan Konten*: Agen pembuatan konten khusus menghasilkan konten pendidikan yang kaya dan beragam, memanfaatkan pengetahuan khusus domain dan sumber daya multimedia. Agen-agen ini memastikan kualitas, relevansi, dan efektivitas pedagogis, meningkatkan keterlibatan peserta didik.
- *Penilaian dan Pengujian*: Agen penilaian membuat tes yang tepat dan selaras secara pedagogis yang membahas berbagai tingkat kognitif, secara efektif mengintegrasikan Taksonomi Bloom. Agen pengujian memastikan konsistensi, cakupan topik yang komprehensif, dan adaptabilitas terhadap kinerja peserta didik. Agen evaluasi menganalisis respons peserta didik, mengidentifikasi kekuatan dan area untuk perbaikan. Agen umpan balik memberikan rekomendasi yang dipersonalisasi, sehingga memungkinkan peningkatan berkelanjutan dan pengalaman belajar adaptif yang disesuaikan dengan peserta didik individu.

10.13 KOMPARATIF AI AGENTIK DAN SISTEM LLM TUNGGAL

Metrik Evaluasi Inti

Grafik metrik evaluasi inti mengukur indikator kinerja utama termasuk akurasi penalaran, penyelesaian tugas, koherensi respons, retensi konteks, dan akurasi faktual (lihat Gambar 10.5). Gambar 10.5 Membandingkan indikator kinerja utama

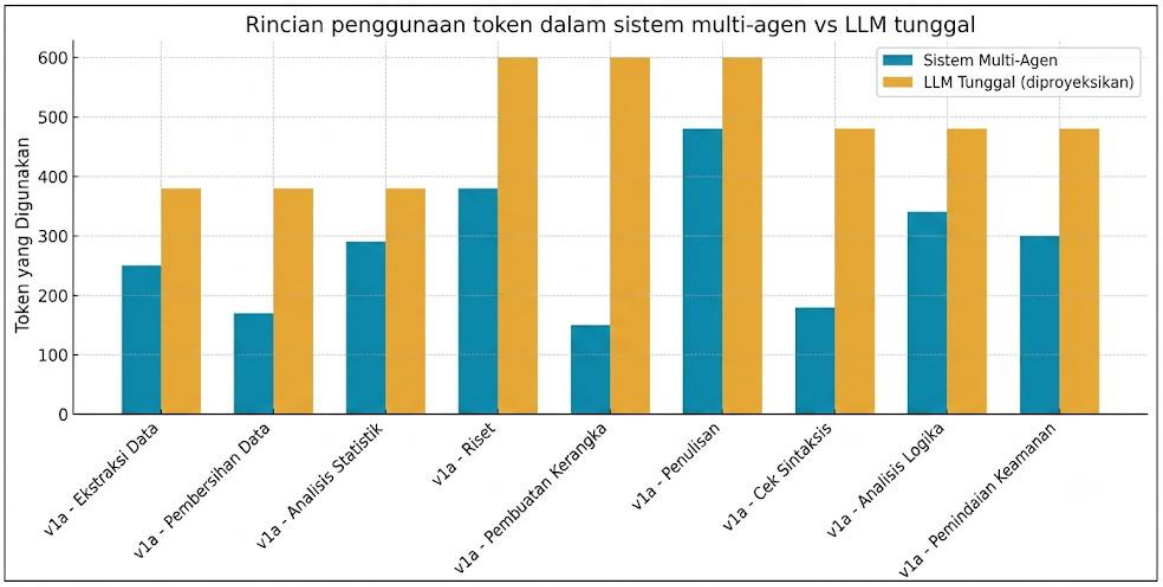
- Metrik ini sangat penting untuk mengevaluasi kinerja AI dalam lingkungan pendidikan, karena menentukan keandalan dan efektivitas penyampaian konten dan proses penilaian.



Gambar 10.5 Membandingkan indikator kinerja utama.

Analisis Modularisasi Tugas

Gambar 10.6 menguraikan penggunaan token berdasarkan tugas, membandingkan AI agentik (sistem multi-agen) dengan sistem LLM tunggal. Efisiensi ini muncul dari spesialisasi tugas di mana setiap agen dioptimalkan untuk tugas-tugas tertentu, sehingga menghindari pemborosan token karena generalisasi yang tidak perlu.

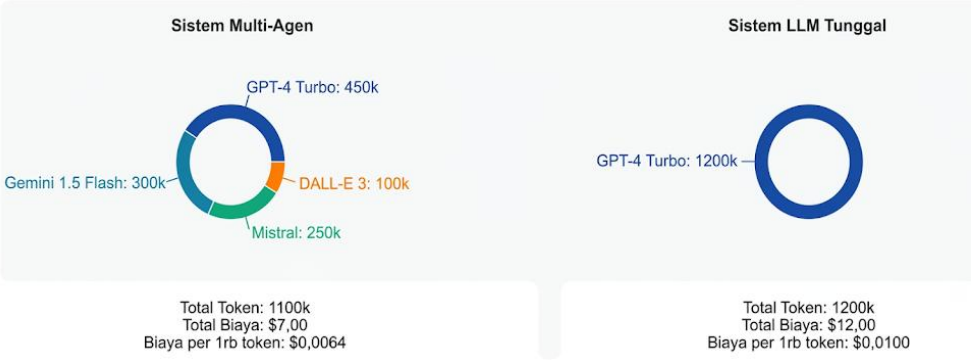


Gambar 10.6 Penggunaan token dalam berbagai tugas.

Distribusi Token berdasarkan Model

Grafik distribusi token (Gambar 10.7) menggambarkan alokasi token di berbagai model dalam AI agentik versus sistem LLM tunggal. AI berbasis agen secara efektif memanfaatkan beberapa model khusus seperti GPT-4 Turbo, Gemini 1.5 Flash, Mistral, dan DALL-E 3, memungkinkannya untuk mendistribusikan tugas sesuai dengan kekuatan masing-masing model. Distribusi yang seimbang ini mengoptimalkan penggunaan token dan mengurangi biaya secara signifikan, seperti yang ditunjukkan oleh total biaya dan biaya per token. Sebaliknya, sistem LLM tunggal hanya mengandalkan GPT-4 Turbo, yang mengakibatkan

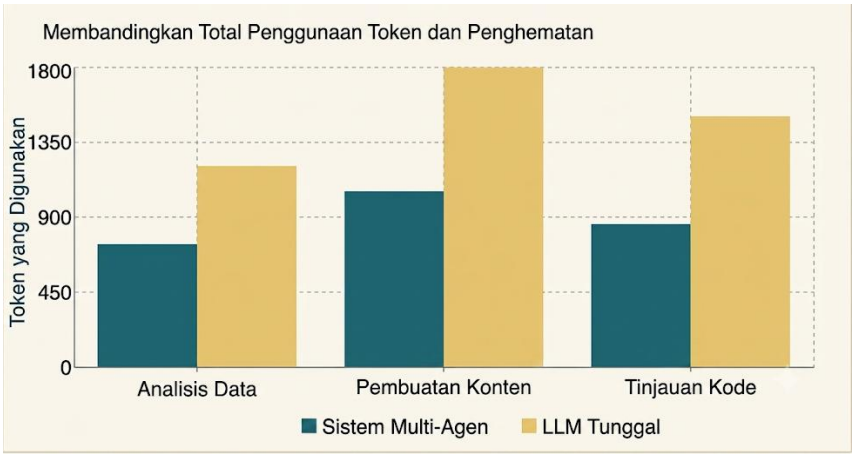
peningkatan total token dan biaya operasional yang lebih tinggi karena inefisiensi yang berasal dari generalisasi tugas.



Gambar 10.7 Biaya per token multi agen vs agen tunggal.

Efisiensi Token berdasarkan Tugas

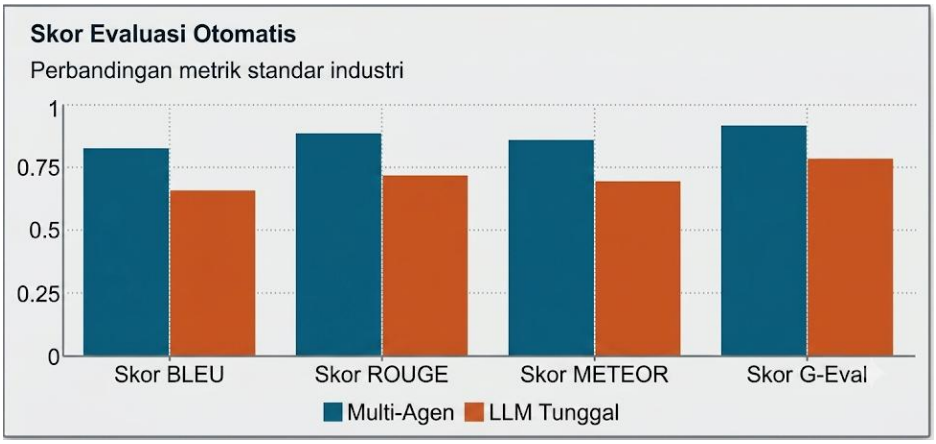
Grafik efisiensi token (Gambar 10.8) memberikan analisis perbandingan terperinci tentang total penggunaan token di berbagai tugas seperti analisis data, pembuatan konten, dan peninjauan kode. AI berbasis agen secara konsisten menunjukkan pengurangan konsumsi token dibandingkan dengan LLM tunggal, terutama karena modularisasi yang berorientasi pada tugas. Penggunaan agen khusus yang ditargetkan ini meningkatkan efisiensi komputasi, meminimalkan pemrosesan yang berlebihan, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya secara keseluruhan. Namun, sistem LLM tunggal secara konsisten menunjukkan konsumsi token yang lebih tinggi karena kurangnya optimasi khusus, yang mencerminkan inefisiensi dalam menangani tuntutan spesifik tugas.



Gambar 10.8 Efisiensi Token.

Skor Evaluasi Otomatis

Grafik skor evaluasi otomatis (Gambar 10.9) menilai metrik evaluasi standar industri termasuk skor BLEU, ROUGE, METEOR, dan G-Eval. Agentic AI secara konsisten mengungguli sistem LLM tunggal di seluruh metrik ini, menunjukkan kualitas teks yang unggul, keselarasan semantik yang lebih baik, dan kebenaran tata bahasa yang lebih baik.

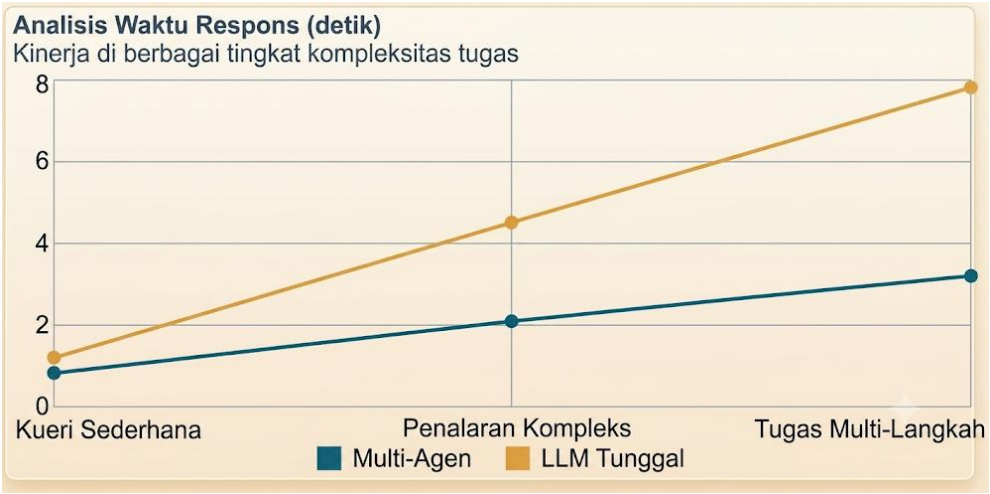


Gambar 10.9 Metrik evaluasi untuk LLM.

Skor BLEU, yang mencerminkan presisi dalam konten yang dihasilkan, dan skor ROUGE, yang mengukur recall atau kelengkapan konten yang relevan, secara signifikan lebih tinggi untuk sistem agen. Skor METEOR dan G-Eval lebih lanjut memperkuat temuan ini, menekankan efektivitas kolaborasi multi-agen dalam meningkatkan kualitas linguistik dan kontekstual.

Analisis Waktu Respons

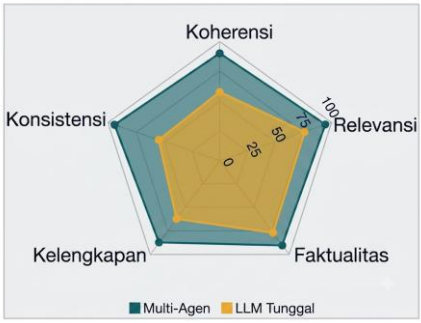
Grafik analisis waktu respons (Gambar 10.10) mengevaluasi kinerja di berbagai kompleksitas tugas, dari kueri sederhana hingga penalaran kompleks dan tugas multi-langkah. Responsivitas ini sangat penting untuk mempertahankan keterlibatan dan memastikan manajemen alur kerja yang efisien di lingkungan pendidikan.



Gambar 10.10 Analisis waktu respons.

Dimensi Kualitas

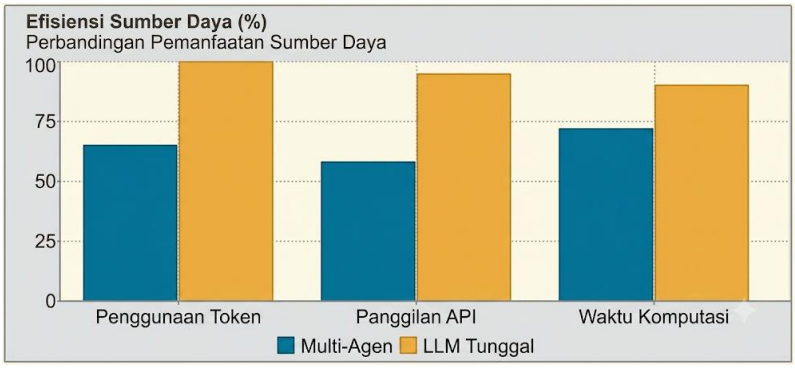
Grafik radar dimensi kualitas (Gambar 10.11) menyajikan analisis komparatif aspek kualitas keluaran seperti koherensi, relevansi, faktualitas, kelengkapan, dan konsistensi.



Gambar 10.11 Dimensi kualitas.

Efisiensi Sumber Daya

Grafik efisiensi sumber daya (Gambar 10.12) membandingkan pemanfaatan sumber daya antara AI berbasis agen dan sistem LLM tunggal, dengan menilai penggunaan token, panggilan API, waktu komputasi, dan penggunaan memori.

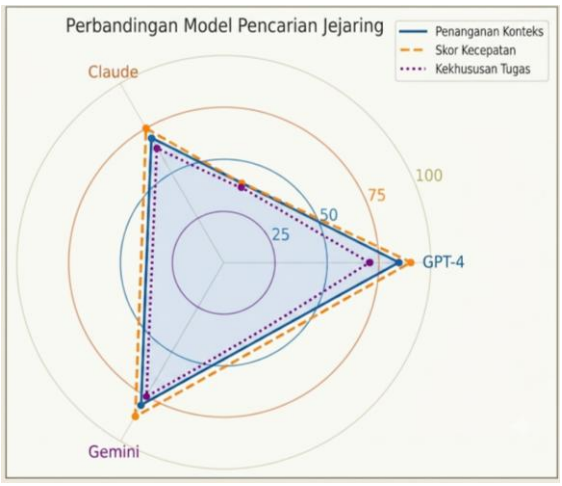


Gambar 10.12 Efisiensi sumber daya.

10.14 PERBANDINGAN LLM TUNGGAL VERSUS BEBERAPA LLM UNTUK AI AGEN

Perbandingan Model Pencarian Web

Gambar 10.13 membandingkan tiga LLM terkemuka—GPT-4, Gemini, dan Claude—dalam efektivitasnya dalam menangani tugas pencarian web.

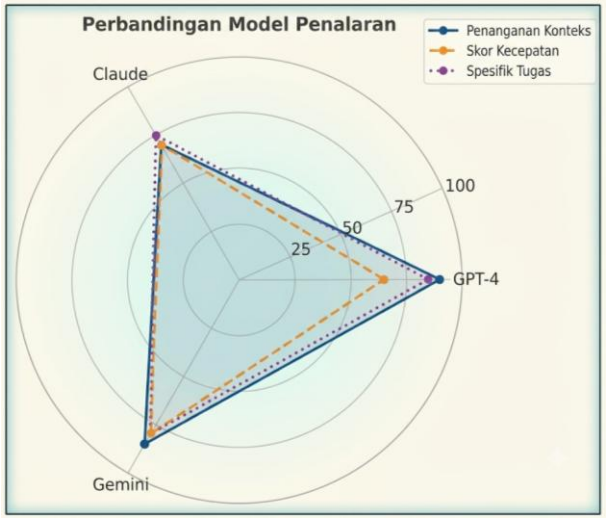


Gambar 10.13 Perbandingan pencarian web di berbagai LLM.

Metrik yang dievaluasi meliputi penanganan konteks, skor kecepatan, dan spesifisitas tugas. Penggunaan beberapa LLM memungkinkan pemanfaatan kekuatan individu, seperti spesifisitas GPT-4 dan retensi konteks Claude, sehingga mengoptimalkan kinerja untuk berbagai tugas pencarian web dibandingkan dengan model umum tunggal.

Perbandingan Model Penalaran

Dalam tugas penalaran, setiap LLM memiliki kekuatan dan keterbatasan yang berbeda (lihat Gambar 10.14):



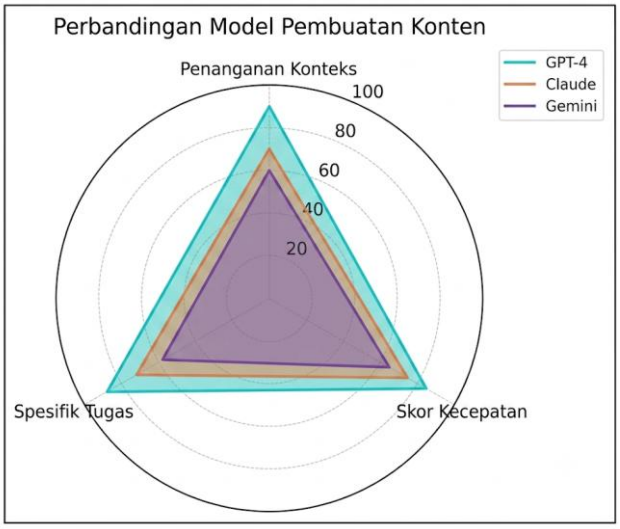
Gambar 10.14 Perbandingan model penalaran

- GPT-4 memiliki kemampuan yang kuat dalam menangani konteks dan penalaran spesifik tugas, sehingga sangat cocok untuk skenario pemecahan masalah yang kompleks.
- Gemini berkinerja efisien dalam hal kecepatan, menguntungkan untuk aplikasi penalaran waktu nyata, namun sedikit tertinggal dalam penalaran spesifik tugas yang mendalam.
- Claude unggul secara signifikan dalam penanganan konteks dan penalaran spesifik tugas, memposisikannya sebagai model yang sangat andal untuk tugas analitis yang rumit.

Penggunaan beberapa LLM khusus memungkinkan sistem AI agen untuk mengalokasikan tugas berdasarkan tuntutan penalaran spesifik, meningkatkan kinerja penalaran secara keseluruhan dibandingkan dengan mengandalkan satu LLM umum.

Perbandingan Penanganan Tugas Umum

Pemanfaatan beberapa LLM memaksimalkan kinerja tugas dengan mengalokasikan tugas umum secara dinamis berdasarkan kekuatan masing-masing model, sehingga mengungguli pendekatan LLM umum tunggal (lihat Gambar 10.15).



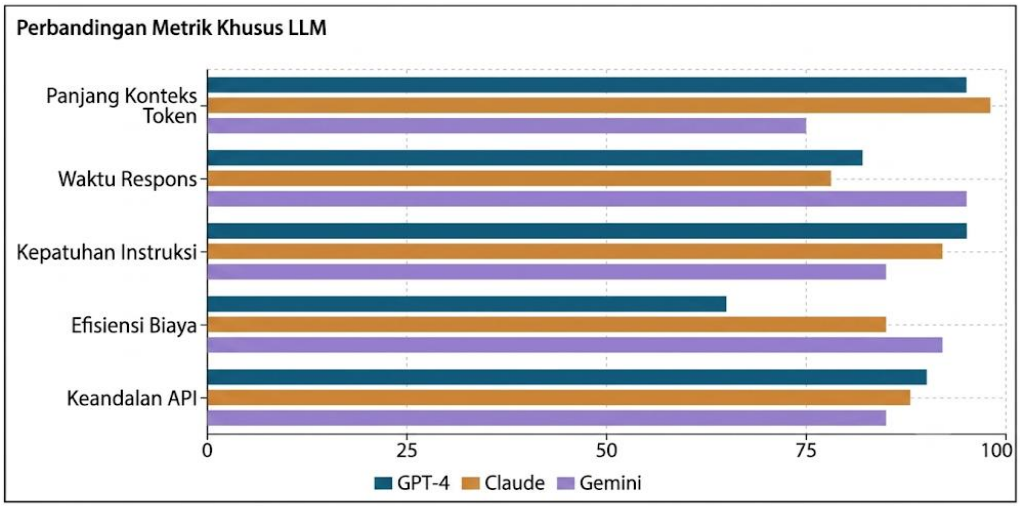
Gambar 10.15 Perbandingan pembuatan konten.

Perbandingan Metrik Khusus LLM

Perbandingan rinci berdasarkan metrik khusus LLM mengilustrasikan:

- *Panjang konteks token*: GPT-4 dan Claude menawarkan kemampuan penanganan konteks yang luas, ideal untuk tugas yang membutuhkan pemahaman kontekstual yang signifikan. Gemini memiliki kemampuan panjang konteks yang sedikit lebih rendah.
- *Waktu respons*: Gemini mengungguli GPT-4 dan Claude, memberikan respons yang lebih cepat yang bermanfaat untuk skenario interaksi waktu nyata.
- *Kepatuhan instruksi*: GPT-4 dan Claude sama-sama menunjukkan kepatuhan yang kuat terhadap instruksi yang kompleks, penting untuk menjaga akurasi tugas.
- *Efisiensi biaya*: Gemini memberikan efisiensi biaya yang unggul, sangat penting untuk penerapan yang dapat diskalakan.
- *Keandalan API*: Ketiga model menawarkan keandalan API yang kuat, dengan GPT-4 sedikit lebih unggul, memastikan stabilitas operasional yang konsisten.

Penggunaan beberapa LLM memungkinkan alokasi strategis sesuai dengan metrik ini, secara signifikan meningkatkan kinerja keseluruhan, efisiensi biaya, dan keandalan operasional dibandingkan dengan sistem LLM tunggal yang seragam (lihat Gambar 10.16).



Gambar 10.16 Perbandingan rinci penyedia LLM.

Analisis perbandingan menggarisbawahi keunggulan strategis dari penggunaan beberapa LLM khusus dalam sistem AI agen. Setiap LLM—baik GPT-4, Gemini, atau Claude—memiliki kekuatan unik di berbagai metrik penting. Dengan mengintegrasikan beberapa LLM secara strategis, sistem AI agen secara efektif mengoptimalkan kinerja keseluruhan, pemanfaatan sumber daya, dan efisiensi biaya, jelas melampaui keterbatasan yang melekat pada ketergantungan pada satu LLM umum. Pengembangan AI yang berkelanjutan dalam pendidikan, terutama dalam bentuk sistem multi-agen, telah menghasilkan kelas peluang pembelajaran yang sama sekali baru. Sistem ini sekarang bukan hanya tentang otomatisasi sederhana tetapi berubah menjadi kontributor yang cerdas, interaktif, dan sadar konteks pada proses pembelajaran. Untuk mewujudkan potensi transformasi AI secara penuh, studi di masa mendatang harus berfokus pada pengoptimalan struktur sistem, pengembangan spesialisasi agen, implementasi sistem di berbagai domain, dan membuatnya mampu terintegrasi secara mulus dengan teknologi pendidikan lainnya.

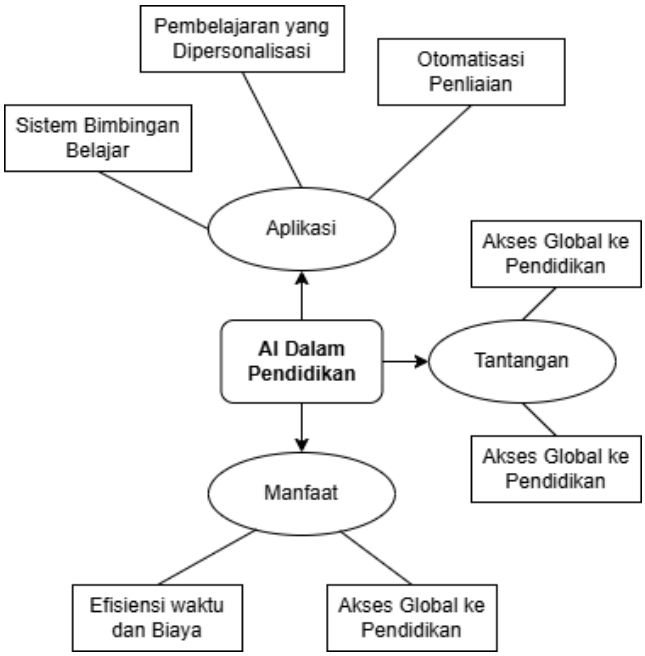
BAB 11
PERAN AI DAN SENSOR DALAM PEMBELAJARAN KONTEMPORER

11.1 PEDAGOGI BERBASIS AI & SENSOR

Dengan cepat menjadi pengubah permainan di berbagai sektor, kecerdasan buatan (AI) telah membuat gelombang di dunia akademis. Munculnya AI telah mendorong inovasi dan peningkatan di banyak bidang kehidupan manusia. Karena peran sentralnya dalam pertumbuhan pribadi dan masyarakat, pendidikan telah menuai banyak manfaat dari kemajuan AI. Peserta didik belajar, pendidik menyampaikan pengetahuan, dan lembaga pendidikan beroperasi secara berbeda karena penggabungan AI ke dalam sistem pendidikan. Mengingat pentingnya penggabungan AI ke dalam pendidikan, perlu untuk mempertimbangkan konsekuensinya. Tujuan kami adalah untuk memeriksa, melalui pemantauan literatur, kemungkinan dampak AI pada pendidikan. Area minat utama kami adalah aplikasi, manfaat, dan kesulitan. Salah satu langkah dalam proses evaluasi adalah menggunakan istilah yang tepat untuk mencari di dalam basis data Scopus. Kami mengurutkan, menyaring, dan memeriksa hasilnya untuk mendapatkan informasi yang bermanfaat. Kami membagi setiap tema menjadi subbidang untuk mengorganisir literatur dan masalah dengan lebih baik. Beberapa bagian digunakan untuk menyajikan hasil berdasarkan tema utama dan subtema. Kami menyimpulkan bahwa merangkul teknologi baru sambil menerapkan pengamanan untuk mencegah penyalahgunaan adalah cara yang tepat. Pemrosesan bahasa alami (NLP) adalah salah satu penggunaan AI yang paling penting.

Mesin yang dapat memahami bahasa lisan dan tulisan adalah tujuan NLP. Secara khusus, chatbot cerdas mengalami peningkatan penggunaan di berbagai bisnis untuk dukungan dan layanan pelanggan. Sejak awal kemunculannya pada tahun 2005, pengembangan chatbot canggih terus berkembang pesat. Bidang lain yang telah dipengaruhi oleh chatbot adalah pendidikan. Menurut survei terbaru, chatbot semakin populer di ruang kelas. Menurut berbagai pembelajaran, chatbot berpotensi meningkatkan dan menyederhanakan proses pendidikan bagi mahasiswa. Pada November 2022, dengan dirilisnya ChatGPT, terjadi perubahan besar dalam adopsi AI di masyarakat. Tanpa diduga, ChatGPT menarik banyak pengguna dan mendapatkan pengakuan luar biasa atas kemampuannya yang luar biasa dalam menulis dan memahami. Ini merupakan terobosan karena membawa janji dan urgensi AI kepada khalayak yang lebih luas daripada hanya mereka yang terlibat dalam pembelajaran mesin. ChatGPT memiliki dampak paling signifikan di dunia akademis. Terdapat banyak perdebatan mengenai potensi ChatGPT sebagai alat untuk kecurangan akademis dan kemampuannya untuk menghasilkan solusi pengajaran yang cerdas. Pengajar pendidikan menengah dan tinggi telah menyatakan kekhawatiran bahwa mahasiswa dapat menyalahgunakan ChatGPT dan menuntut agar penggunaannya dibatasi. Lembaga pendidikan di *New York City* dan *Seattle*, serta negara bagian Tasmania dan Queensland di Australia, semuanya telah melarang ChatGPT dari perangkat dan jaringan mahasiswa. Pembatasan serupa sedang dipertimbangkan oleh beberapa lembaga pendidikan.

Namun, menghentikan anak-anak dari memanfaatkan AI tampaknya merupakan tugas yang sulit diatasi. Mahasiswa di pendidikan tinggi dapat menemukan solusi untuk berbagai masalah menggunakan ChatGPT, seperti yang disebutkan dalam Pastor dkk. Masalah-masalah ini mencakup segala hal mulai dari menulis esai hingga membuat kode. Hasil belajar mahasiswa yang lebih baik dapat dicapai dengan mengintegrasikan AI ke dalam lembaga pendidikan dan memanfaatkan potensinya. Gambar 11.1 menunjukkan dampak AI dalam pendidikan. Karena AI dapat diskalakan untuk mengakomodasi semua mahasiswa, pembelajaran personalisasi kini dapat dicapai. Penerapan algoritma AI seperti pembelajaran penguatan memungkinkan adaptasi dinamis dari proses pembelajaran terhadap kebutuhan unik setiap mahasiswa. Dalam konteks pendidikan individual, sistem bimbingan cerdas yang melibatkan peserta didik dan memberikan komentar yang berwawasan dapat dicapai. Fitur penting lain dari AI adalah proses penilaian terkomputerisasi.



Gambar 11.1 Dampak multifaset AI dalam pendidikan.

Mengintegrasikan pemrosesan gambar bersama dengan sistem pengenalan bahasa memungkinkan otomatisasi penilaian tugas, tes, dan penyegaran. Penilaian otomatis memungkinkan Pengajar untuk menghabiskan lebih banyak waktu berinteraksi dengan murid-murid mereka. Berbagai bentuk umpan balik dan analitik kecerdasan buatan juga dapat membantu pendidik dan mahasiswa bekerja sama secara lebih efektif. Penggunaan AI di ruang kelas menunjukkan bagaimana sistem cerdas dapat meningkatkan pengajaran dan pembelajaran. AI memiliki beberapa efek positif, termasuk peningkatan hasil pendidikan, penggunaan waktu dan uang yang lebih efisien, dan akses yang lebih luas ke pendidikan berkualitas tinggi di seluruh dunia. Mahasiswa, khususnya mereka yang berasal dari latar belakang kurang mampu, dapat memperoleh manfaat dari bimbingan belajar berbasis komputer dan pendidikan yang disesuaikan. Peluang pendidikan yang lebih baik akan dapat

diakses oleh mahasiswa di negara kaya dan berkembang, berkat cakupan dan skalabilitas AI di seluruh dunia.

Sistem pendidikan akan menghemat banyak uang dan waktu dengan penilaian otomatis. Waktu yang dihabiskan instruktur untuk penilaian dan tugas terkait adalah sekitar 40% dari total waktu mereka. Jika Pengajar tidak dibebani oleh penilaian, mereka akan memiliki lebih banyak waktu untuk mencurahkan perhatian kepada setiap mahasiswa dan menawarkan bantuan individual dengan tugas kuliah mereka. Kita harus mewaspadai kemungkinan risiko penerapan mesin otonom dalam pendidikan, terlepas dari daya tarik penggunaan dan manfaat AI dalam pendidikan. AI hanya boleh digunakan untuk tujuan pengajaran setelah pengujian dan pemantauan yang ekstensif, karena anak-anak lebih mudah disesatkan daripada orang dewasa. Kekhawatiran yang mungkin muncul meliputi masalah keamanan dan kerahasiaan data, prasangka dan diskriminasi, serta hubungan antara Pengajar dan mahasiswa. Informasi pribadi mahasiswa diperlukan untuk penggunaan AI, seperti pengajaran yang dipersonalisasi. Misalnya, ketika diberikan informasi tentang keadaan psikologis atau gangguan kognitif seorang mahasiswa, AI dapat menyesuaikan pendekatan dan kontennya untuk memenuhi kebutuhan spesifik mereka.

Meskipun ada banyak penggunaan positif untuk data pribadi individu, ada juga risiko yang terkait dengan privasi dan keamanan. Informasi mahasiswa dapat dibuat lebih aman dengan mengenkripsi dan menganonimkannya. Namun, untuk mengatasi masalah ini, diperlukan rencana yang menyeluruh. Rasisme dan bentuk prasangka lainnya merupakan masalah kritis lainnya. Bias yang melekat pada internet dapat memengaruhi pendidikan AI pada data publik. Pembelajaran bias secara mandiri merupakan masalah potensial lain dengan algoritma AI. Karena tingkat entropinya yang tinggi, algoritma AI dapat bertindak di luar dugaan. Dalam hal penggunaan AI di ruang kelas, salah satu hambatan terbesar adalah mengurangi bias. Sepanjang sejarahnya, teknologi baru telah menimbulkan risiko penyalahgunaan. Senjata nuklir yang merusak dihasilkan dengan penemuan fisi atom. Dark web muncul bersamaan dengan munculnya internet sebagai sarana bagi penjahat dan pelanggar hukum lainnya untuk menghindari pihak berwenang. Meskipun demikian, dengan bantuan pasukan keamanan dan kerja sama internasional, masyarakat telah berhasil mengekang kemungkinan penyalahgunaan teknologi. Keuntungan teknologi baru jauh melebihi kerugiannya. Akan lebih baik untuk memasukkan teknologi AI baru ke dalam kurikulum secara seimbang daripada menghentikan atau menghambat pertumbuhan pendidikannya.

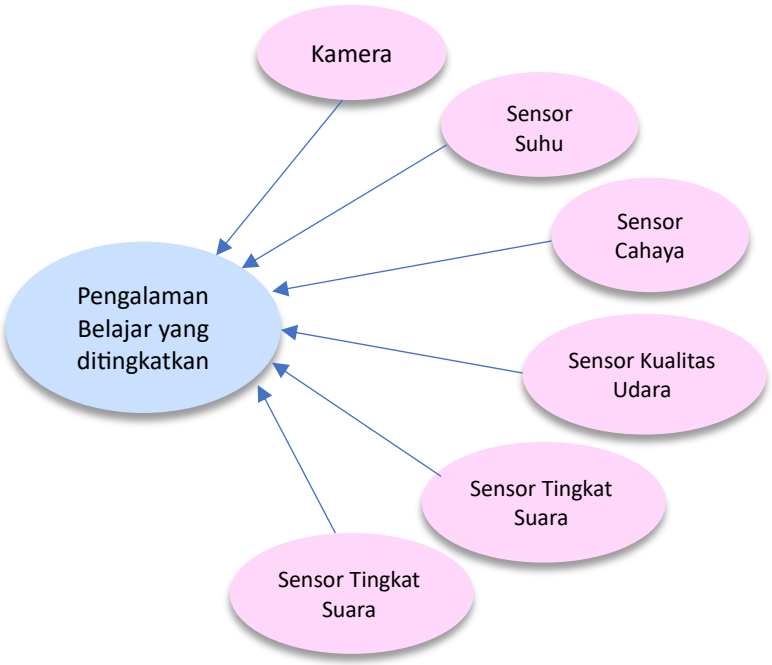
Pembelajaran tentang perangkat ruang kelas pintar dan kecerdasan buatan dalam pendidikan (AIEd) baru-baru ini mendapatkan lebih banyak perhatian akademis. Namun, studi yang meneliti sensor yang digunakan oleh ruang kelas pintar masih tersebar dan kurang terorganisir. Selain itu, terdapat kekurangan studi tentang integrasi AI dan sensor ke dalam ruang kelas pintar. Terdapat kekurangan pembelajaran yang mengumpulkan dan meninjau manfaat substansial yang ditawarkan teknologi AI kepada sensor. Melalui narasi investigasi yang metodis, bab ini menawarkan kontribusi yang beragam dibandingkan dengan survei sebelumnya

1. Kami memberikan pemantauan teknologi tentang teknologi sensor dan penggunaannya di ruang kelas pintar, membahas klasifikasi dan aplikasinya di bidang-bidang seperti melacak perhatian mahasiswa, mencatat kehadiran, dan menganalisis kinerja mahasiswa pada penilaian.
2. Kami menyajikan beberapa penggunaan ruang kelas pintar yang mengintegrasikan AI dengan detektor, dan kami membahas perkembangan terbaru dalam AI pada tingkat teknologi aplikasi. Kami memeriksa dan membandingkan peran dan fungsi berbagai teknologi AI dalam teknologi sensor, dan kami membahas bagaimana teknologi AI dapat memfasilitasi pembelajaran inovatif dengan mengintegrasikannya dengan sensor.
3. Kami membahas ke mana studi ini dapat mengarah dan menyelidiki bahaya dan kesulitan menggabungkan teknologi sensor dan AI. Dengan menampilkan perkembangan dan tren pembelajaran terbaru dalam aplikasi sensor ruang kelas inovatif dan integrasi teknologi AI, kami dapat memberikan keahlian domain yang penting kepada peneliti masa depan dan memicu jalur penyelidikan baru.

Bab ini menekankan ruang kelas pintar dan menganalisis secara menyeluruh penggunaan AI di sekolah. Pada bagian kedua, kita meninjau berbagai jenis sensor yang digunakan di ruang kelas pintar dan bagaimana perkembangannya. Bagian ini juga menyoroti cara-cara di mana sensor biometrik dan lingkungan dapat meningkatkan pengaturan ruang kelas. Bagian ketiga mengkaji berbagai teknologi AI, membandingkannya untuk melihat bagaimana teknologi tersebut dapat meningkatkan kinerja sensor dan memungkinkan kemampuan baru dalam konteks pendidikan. Bagian keempat membahas manfaat dan kekurangan penggunaan AI di ruang kelas dan beberapa tempat yang baik untuk mencari studi di masa mendatang. Tujuan bagian ini adalah untuk menghubungkan titik-titik antara teknologi saat ini dan bagaimana teknologi tersebut dapat digunakan dalam pengaturan pendidikan kehidupan nyata. Bagian terakhir secara singkat merangkum poin-poin utama bab ini dan berfungsi sebagai kesimpulan. Kami telah meninjau dan menganalisis secara menyeluruh literatur pendidikan terkini tentang AI. Kami juga telah mengidentifikasi tren utama dalam penggunaan, manfaat, dan masalah AI di pendidikan tinggi dan konsekuensi prospektifnya terhadap praktik pendidikan. Bab ini merupakan referensi yang sangat baik untuk mempelajari tentang masa kini dan masa depan AI di ruang kelas.

11.2 PENGGUNAAN SENSOR CERDAS DAN TEKNIK TERKAIT

Penggunaan sensor di ruang kelas melibatkan analisis dan peningkatan setiap aspek proses pendidikan. Sistem sensor ruang kelas yang inovatif diilustrasikan pada Gambar 11.2 sebagai contoh yang patut dicontoh.



Gambar 11.2 Ilustrasi sistem pemantauan ruang kelas cerdas.

Dalam hal pendidikan, teknologi sensor cerdas mencakup semua bagian dari pengalaman pendidikan. Kamera, termometer, sensor penerangan dan suhu, monitor kualitas udara, pengukur tingkat suara, kamera pengenalan personel, dan sensor lainnya memungkinkan sistem ini untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber, termasuk lingkungan dan perilaku manusia, untuk memberikan pengalaman belajar yang berharga. Bagian ini mengeksplorasi berbagai penggunaan sensor cerdas, dengan fokus pada cara-cara inovatif yang dapat meningkatkan pengajaran dan pembelajaran. Survei ini mencakup berbagai jenis sensor dan penggunaan praktisnya di ruang kelas cerdas. Survei ini mengkategorikan sensor lingkungan dan biometrik ke dalam berbagai jenis sensor. Menekankan atribut seperti referensi informasi dan sudut pandang untuk membantu menciptakan pengalaman kurikulum yang memuaskan dan bermanfaat.

Perangkat Pemantauan Lingkungan

Teknologi sensor telah memungkinkan pengumpulan data tentang lingkungan fisik secara real-time. Investigasi umum tentang sensor lingkungan ruang kelas pintar dirangkum dalam Tabel 11.1. Biasanya, sistem ini memiliki mikrokontroler yang dapat mengontrol aktuator dan tampilan data. Hal ini memungkinkan kita untuk melihat, mengontrol, dan memantau peristiwa yang tidak terlihat. Standar untuk jaringan sekolah dengan sensor adalah sistem pemantauan cuaca (WMS) berbasis Raspberry Pi yang disarankan oleh Huy dan Huang, R. Sistem ini dapat mengumpulkan berbagai data meteorologi, seperti suhu, kelembaban, dan arah angin. Mendell dan Heath mencatat bahwa untuk menciptakan lingkungan yang menyenangkan yang penting untuk pembelajaran yang efisien, penerapan sensor lingkungan dapat membantu mengontrol dan mengatur lingkungan ruang kelas dalam ruangan.

Segala hal mulai dari debu di udara hingga partikel halus, karbon monoksida (CO), kadar air, radiasi, senyawa organik volatil (VOC), nitrogen dioksida (NO_2, dari pembakaran

bahan bakar), karbon dioksida (CO_2, terutama dari manusia), akustik, kebisingan pendengaran, dan listrik dikategorikan secara cermat oleh Saini dan Goel sebagai komponen lingkungan fisik kelas yang khas. Penggunaan sensor lingkungan di kelas pintar dapat diklasifikasikan secara luas menjadi tiga bidang: pengaturan suhu, manajemen pencahayaan, dan pengurangan kebisingan.

Tabel 11.1 Sensor untuk lingkungan sekitar dalam pengajaran cerdas

Jenis Sensor	Fitur yang Dipantau	Tujuan Pemantauan
Sensor suhu	Suhu tinggi	Kelembapan di ruang kelas sekolah
Detektor suara	Detektor milidetik	Pengukuran tingkat desibel
Detektor inframerah (IR) nirkabel	Radiasi termal	Pengamatan lingkungan kelas untuk mengetahui tanda-tanda keterlibatan mahasiswa
Detektor oksigen	Konsentrasi karbon dioksida	Pemantauan konsentrasi karbon dioksida di atmosfer
Detektor yang menggunakan cahaya	Pencahayaan lingkungan	Memantau kecerahan dan konsistensi

Manajemen Cuaca

Secara keseluruhan, kualitas udara—suhu, kelembapan, dan tingkat polusi—merupakan sebagian besar elemen iklim. Dalam pembelajaran mereka, Chiou dan Tseng menyarankan strategi cerdas untuk mengelola ruang kelas laboratorium. Untuk mengontrol kondisi eksterior ruang kelas (pencahayaan, kelembapan, suhu, dll.), pembelajaran ini membangun Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) yang memanfaatkan teknologi Zigbee. Untuk memastikan sistem yang disarankan berfungsi, uji coba lapangan dilakukan. Eksperimen yang dilakukan secara real-time menunjukkan akurasi dan ketahanan sistem yang tinggi. Untuk meningkatkan kualitas udara ruang kelas dan relaksasi saat ini, Stazi dkk. menyarankan sistem jendela inovatif yang dapat membuka dan menutup secara otomatis berdasarkan pembacaan suhu dan karbon dioksida dari termistor PT100.

Pembelajaran yang membandingkan dua ruang kelas yang berdekatan menemukan bahwa sistem ini memenuhi atau melampaui harapan untuk kenyamanan termal, kebahagiaan pengguna, dan kualitas udara dalam ruangan. Kipas ruang kelas diprogram untuk menyala dan mati secara otomatis menggunakan sensor nirkabel yang mendeteksi cahaya inframerah tanpa memancarkan sinyal secara aktif. Detektor sensor Inframerah Pasif (PIR) diaktifkan setiap kali seorang mahasiswa mendekati ruang kelas menggunakan radiasi inframerah yang dihasilkannya. Setelah itu, data dikirim ke mikrokontroler, yang kemudian akan "menyalakan" kipas. Setelah 10 menit berlalu dan tidak ada pergerakan yang terdeteksi, kipas akan "dimatikan" secara otomatis. Kipas tidak akan diaktifkan sampai suhu di ruangan naik hingga 25–30 derajat Celcius. Metode yang disarankan memungkinkan pemantauan simultan secara real-time dari indikator multidimensi di ruang terbuka umum di lingkungan pendidikan tinggi, menurut Pastor dkk. Indikator ini meliputi karbon dioksida, suhu, kelembaban, dan partikel.

Ketika diaktifkan, sistem ini dapat secara otomatis mengatur sistem pendingin udara atau ventilasi di ruangan yang relevan.

Menjaga lingkungan pendidikan tetap bersih dan aman bagi mahasiswa sangat penting selama pandemi COVID-19. Suhu ruang kelas dapat dikontrol lebih mudah dengan kamera inframerah, yang memeriksa anak-anak untuk demam. Selain itu, untuk lingkungan dalam ruangan (khususnya ruang kelas), Deepaisarn dkk. menyarankan sistem yang merekam jarak fisik manusia menggunakan kamera ujung-ke-ujung. Sistem perekaman dapat memantau keberadaan mahasiswa dan pola gerakan secara real-time di ruang kelas. Selain menjaga jarak aman antar mahasiswa di dalam ruangan, sistem ini juga mencatat perjalanan mereka ke dan dari tempat duduk, yang membantu mencegah penyebaran penyakit menular.

Sumber Daya Listrik

Penerangan ruang kelas bukan lagi perlengkapan statis untuk penerangan di lingkungan pembelajaran. Para peneliti telah menemukan bahwa mahasiswa lebih terlibat dan mengalami lebih sedikit ketegangan mata saat menggunakan sistem penerangan adaptif, yang mengubah intensitasnya tergantung pada jumlah cahaya alami yang masuk ke ruangan dan aktivitas yang dilakukan di dalamnya. Mengenai kondisi mental dalam memperoleh pengetahuan, ruangan yang terang benderang meningkatkan keinginan untuk belajar dan tingkat antusiasme yang lebih tinggi terhadap proses tersebut. Setelah penyelidikan kami, kami mengetahui bahwa sebagian besar literatur yang ada dikhususkan untuk beberapa topik, seperti menemukan cara untuk mengubah intensitas pencahayaan interior secara otomatis. Setiap baris peralatan pencahayaan kelas dapat disesuaikan intensitasnya dalam tiga zona, yang mencakup fungsi kontrol halus, sensor cahaya, dan sensor kehadiran. Pengaturan ini akan secara signifikan mengurangi konsumsi energi sambil mempertahankan kecerahan dan keseragaman di bawah pencahayaan gabungan. Temuan bab ini tentang efek pencahayaan gabungan pada kesejahteraan fisik dan mental mahasiswa, yang juga menemukan kurangnya homogenitas yang nyata dalam iluminasi yang dihitung di atas meja.

Terjadi pengurangan dampak terhadap lingkungan, biaya pengelolaan limbah, dan penggunaan energi. Selain itu, sistem manajemen pencahayaan multi-mode untuk sub-area kelas. untuk digunakan di lingkungan Universitas Stekom. Data ini kemudian digunakan untuk memprogram chip, memungkinkan peralihan lampu otomatis dan mencapai efek penghematan energi yang baik. Kebisingan lingkungan secara langsung memengaruhi produktivitas dan kesejahteraan. Tekanan darah tinggi dan stres adalah dua masalah kesehatan yang terkait dengan volume suara yang berlebihan. Sebaliknya, mendengarkan musik dengan nyaman dapat meningkatkan fokus, dialog, dan hasil kerja. Artikel ini juga memperkenalkan “iSoundIoT”, sebuah sistem pemantauan kebisingan waktu nyata yang menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang untuk digunakan di ruang kelas dan lingkungan dalam ruangan lainnya.

Pembaca Sidik Jari

Biosensor juga bermanfaat di ruang kelas untuk meningkatkan keterlibatan mahasiswa dan keterampilan berpikir kritis. Ekspresi, gerakan, tatapan mata, suhu inti, data elektroensefalogram (EEG), dan detak jantung adalah beberapa tanda fisiologis yang sering

dilacak oleh biosensor pada mahasiswa dan instruktur. Keterlibatan mahasiswa, reaksi emosional, dan proses mental dapat dipahami lebih baik dengan bantuan data fisiologis dan perilaku yang dikumpulkan oleh sensor ini. Jalur pembelajaran yang dipersonalisasi berdasarkan reaksi fisiologis individu hanyalah salah satu dari banyak potensi penggunaan perangkat tersebut. Lainnya termasuk melacak tingkat perhatian dan stres. Selain itu, biosensor memungkinkan aksesibilitas bagi mahasiswa penyandang disabilitas. Menggunakan tiga kategori—analisis keterlibatan, kehadiran, dan dukungan aksesibilitas—bagian ini akan menunjukkan bagaimana biosensor digunakan di sekolah pintar.

Evaluasi Keterlibatan

Tingkat keterlibatan yang tinggi dikaitkan dengan kinerja tugas dan hasil pembelajaran yang lebih baik. Berbagai elemen tentang mahasiswa, tugas yang diberikan, dan lingkungan pendidikan memengaruhi tingkat perhatian mahasiswa. Meningkatkan efektivitas pendidikan daring membutuhkan pelacakan dan penyesuaian tingkat partisipasi mahasiswa selama pelajaran. Sebagian besar studi yang diteliti berfokus pada penggunaan sensor kamera, pelacakan mata, atau teknologi pengambilan gambar lainnya untuk memantau keterlibatan mahasiswa melalui gambar.

Sensor Sidik Jari Berbasis Gambar

Banyak informasi terkandung dalam foto, dan banyak metode yang ada untuk menganalisis keterlibatan mahasiswa menggunakan visual. Menurut Verner dan Dickinson, menguap, gelisah, menggambar, dan melihat ke sekitar adalah indikator utama mahasiswa yang tampak teralihkan perhatiannya di kelas. Tabel 11.2 menunjukkan bahwa banyak studi berbasis gambar telah menyarankan cara untuk menilai keterlibatan mahasiswa dengan menganalisis indikator seperti gerakan tubuh, emosi yang ditampilkan oleh wajah, dan metode yang paling menjanjikan adalah perangkat yang mendeteksi ketidakperhatian menggunakan kamera dan sensor gerakan mata. Bahasa tubuh, ekspresi, dan gerakan mata mahasiswa dapat ditangkap melalui kamera. Teknologi di balik kamera telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Teknologi di balik kamera semakin mengecil ukurannya dan semakin murah, sehingga lebih mudah diakses. Selain itu, kemajuan AI dan pembelajaran mesin telah secara konsisten meningkatkan teknologi algoritma perangkat lunak yang dapat menangani data visual seperti foto dan video. Alkabbany dkk. membangun jaringan sensor biometrik (BSN) dengan webcam, kamera yang dipasang di dinding, dan komputer berkinerja tinggi untuk mengevaluasi partisipasi mahasiswa dalam kelas sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) di perguruan tinggi Amerika.

Tabel 11.2 Klasifikasi Data Sensorik dan Tujuan Interpretasinya

Kategori Penginderaan	Informasi yang Diamati	Tujuan Inspeksi
Sinematografi	Ciri-ciri fisik yang membentuk penampilan seseorang	Mengidentifikasi karakteristik wajah
Perangkat Pembaca Sidik Jari	Desain sidik jari yang unik	Mengidentifikasi karakteristik sidik jari
Perekam Suara	Fitur suara	Mengenali karakteristik vokal

Pengukur Tekanan	Kursi yang mengalami tekanan	Menemukan apakah kursi tersebut ter occupied
Penglihatan Malam Inframerah	Gambar bergerak inframerah	Menemukan lokasi gerakan

Tujuan perangkat ini adalah untuk merekam ekspresi wajah, bahasa tubuh, dan posisi kepala mahasiswa. Model berbasis AI dilatih menggunakan data gambar yang dikumpulkan untuk mengukur keterlibatan emosional dan perilaku mahasiswa dalam pengaturan kelas. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan yang disarankan lebih baik dalam mengevaluasi keterlibatan perilaku dan emosional. Studi tersebut membandingkan teknik yang diusulkan dengan kerangka kerja terkini, masing-masing berlangsung selama 75 menit. Mahasiswa berusia sembilan hingga delapan belas tahun di sekolah dasar dan menengah dapat mendeteksi posisi duduk mereka yang tidak biasa dengan meja belajar inovatif yang dibangun oleh Zhu dkk. Pada tingkat optimasi di atas 92%, sistem ini dapat mengidentifikasi postur duduk yang tidak tepat seperti waktu membungkuk yang terlalu lama, kemiringan kepala, kemiringan tubuh, dan kepala yang terkulai. Selain itu, sistem ini dapat mencegah mahasiswa jatuh sakit karena terlalu banyak duduk dan memberikan komentar serta pengingat langsung jika sistem melihat penurunan partisipasi mahasiswa.

Pencitraan inframerah termal adalah metode yang telah teruji dan terbukti untuk mengevaluasi keadaan emosional, respons psikofisiologis, dan tanda-tanda vital tanpa prosedur invasif atau sentuhan fisik. Dengan menggunakan pencitraan inframerah termal, menilai kesehatan mental mahasiswa di Korea. Untuk mengukur tingkat partisipasi secara keseluruhan, kami merata-ratakan suhu area minat (AOI) mahasiswa. Semakin panas ruang kelas, semakin terlibat mahasiswa. Menurut rencana Kim, aplikasi ponsel pintar dapat menunjukkan kepada instruktur seberapa terlibat mahasiswa mereka di kelas menggunakan sistem lampu lalu lintas, dengan hijau menandakan keterlibatan penuh, kuning menunjukkan keterlibatan moderat, dan merah menunjukkan keterlibatan rendah. Demikian pula, Hu dkk. merancang strategi untuk mendeteksi pembelajaran aktif dalam pengaturan realitas virtual dengan mengintegrasikan fitur multimodal. Mereka menggunakan HTC Vive Facial Tracker untuk memantau wajah subjek dan HTC Vive Pro Eye untuk memantau mata subjek. Saat dihubungkan ke komputer, perangkat tersebut dapat merekam arah pandangan mata, ekspresi wajah, dan data diameter pupil.

Para peneliti dalam studi ini menggunakan perangkat yang dipasang di kepala yang dilengkapi dengan chip modul ASIC ThinkGear untuk merekam EEG peserta, dan data ini kemudian digunakan untuk mengukur tingkat fokus peserta dalam lingkungan realitas virtual (VR) yang terkait dengan regulasi emosi, regulasi perilaku, dan fungsi kognitif mereka. Setiap langkah eksperimen berlangsung dalam pelajaran bahasa Inggris geografi tingkat Univ Stekom. Dibandingkan dengan model yang hanya menggunakan satu dimensi atau satu jenis data, input data komprehensif (berisi semua jenis dan dimensi) menghasilkan skor F1 berkisar antara 0,66 hingga 0,73, menunjukkan pengenalan konsentrasi pembelajaran yang jauh lebih baik. Salah satu cara untuk memantau laju kedipan mata dan lokasi mata Anda adalah dengan detektor

pelacak mata. Baru-baru ini terjadi peningkatan minat dalam menggunakan teknologi pelacak mata untuk pembelajaran pembelajaran multimedia. Praktik pedagogis konvensional dengan menyediakan cara yang cepat dan mudah diakses untuk merekam dan memantau gerakan mata. Perangkat pelacak mata saat ini diklasifikasikan menjadi empat kelompok: yang dipasang pada menara, yang berbasis layar, yang dipasang di kepala atau dapat dikenakan, dan yang portabel. Selain itu, mereka mencatat bahwa perangkat pelacak mata seluler dan yang dikenakan di kepala lebih cocok untuk penggunaan praktis dan pembelajaran sehari-hari.

Kacamata pelacak mata Pupil-Lab dalam sebuah studi yang mencakup teknologi pelacakan mata ganda. Dua orang dapat dengan bebas menavigasi ruang bersama sementara peralatan ini melacak gerakan mata mereka secara real-time. Penempatannya memungkinkan evaluasi dinamika instruktur-mahasiswa di kelas psikologi perguruan tinggi dengan memantau gerakan mata mahasiswa dan instruktur. Pada saat yang sama, mereka bekerja sama untuk berkonsentrasi pada satu objek visual. Menurut studi tersebut, terdapat koordinasi yang kuat antara aktivitas perseptual instruktur dan aktivitas operasional mahasiswa. Pengajar dapat membangun gambaran tentang bagaimana anak-anak mereka belajar dengan melacak tindakan mahasiswa dan menentukan kapan bantuan verbal paling efektif.

Fitur dan data ini tentang titik pandang mahasiswa, sikap, dan indikator perilaku lainnya untuk memperkirakan seberapa perhatian mereka di kelas. Sistem ini menggunakan pengklasifikasi Bagged Trees, yang, tergantung pada parameternya, mencapai akurasi mulai dari 85,0% hingga 86,9%. Tingkat perhatian mahasiswa juga secara signifikan terkait dengan perilaku spesifik, termasuk menulis, menguap, menopang kepala, dan arah pandangan. Prieto dkk. juga membuat sistem pengukuran untuk jam tangan pintar, yang mencakup kacamata pelacak mata SensoMotoric Instruments (SMI) dan telepon seluler dengan altimeter. Tujuan peralatan ini adalah untuk menangkap audio dan data yang terkait dengan pandangan pengajar, termasuk di mana dan apa yang dilihat pengajar di kelas. Peralatan ini juga memantau setiap langkah instruktur di sekolah dasar dan menengah, di mana mahasiswa berusia sebelas hingga dua belas tahun terlibat aktif, baik saat duduk maupun bergerak. Sebuah grafik koreografi yang dapat menggambarkan proses pengajaran dan hubungan antar individu sepanjang suatu pembelajaran dibuat dengan menganalisis data menggunakan model pembelajaran mesin. Hal ini memungkinkan pemahaman menyeluruh tentang dinamika di kelas.

Pupil, sebuah sistem pelacak mata yang dapat dikenakan, sumber terbuka dan murah, diusulkan dapat menggantikan pelacak mata komersial yang mahal. Pendekatan alternatif berbiaya rendah telah muncul: teknologi pelacakan mata seluler, yang dimungkinkan oleh proliferasi perangkat seluler pribadi. Teknik ini dapat mengenali wajah, mata, iris atau pupil, dan sudut pandang menggunakan kamera depan atau belakang perangkat pintar pribadi yang murah seperti ponsel pintar dan tablet bersamaan dengan program perangkat lunak yang andal. Penting untuk dicatat bahwa sebagian besar studi pelacakan mata modern dilakukan di laboratorium khusus. Menggunakan pelacakan mata jangka panjang di ruang kelas adalah ide yang sepenuhnya baru dan inovatif. Untuk lebih memahami kemampuan transfer konten studi

laboratorium ke lingkungan pendidikan nyata, kami mendesak pembelajaran di masa mendatang untuk dilakukan dalam konteks pendidikan yang lebih otentik.

Kehadiran Mahasiswa

Pencatatan kehadiran melalui daftar absen merupakan praktik standar di sebagian besar ruang kelas, tetapi hal ini dapat dengan cepat menjadi membosankan, terutama di kelas yang lebih besar. Selain itu, strategi ini mudah menyebabkan kejadian di mana satu individu hadir menggantikan individu lainnya. Kecenderungan mahasiswa untuk bolos kuliah telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir, yang berdampak pada isi dan penyampaian pengajaran di lingkungan ini. Banyak pembelajaran tentang pencatatan kehadiran otomatis telah muncul untuk mengatasi masalah ini. Saat ini, cara paling populer untuk mencatat kehadiran meliputi penggunaan sistem daftar absen, teknologi frekuensi radio (RFID), teknologi yang terintegrasi dalam ponsel pintar (misalnya, Bluetooth, NFC, WIFI), dan sistem pengenalan biometrik (misalnya, sidik jari, wajah, dan suara). Lebih lanjut, beberapa peneliti telah membangun aplikasi pengenalan yang menggunakan pengenalan sinyal ponsel pintar. Pindai kode QR untuk memulai perekaman, atau gunakan teknologi Bluetooth, WIFI, atau GPS perangkat seluler pribadi Anda untuk memasukkan data setelah Anda memasuki rentang tertentu. Di sisi lain, perlu dicatat bahwa beberapa sekolah telah melarang penggunaan perangkat pintar.

Penggunaan biometrik untuk pengenalan kehadiran dapat mengurangi kebutuhan akan perangkat individual. Kombinasi algoritma pengenalan otomatis dan sensor pengenalan yang ditempatkan di seluruh ruang kelas dapat membantu memantau kehadiran. Tabel 11.2 menunjukkan sensor sidik jari yang digunakan untuk kehadiran. Mahasiswa harus terlebih dahulu mendaftarkan fitur biometrik dasar mereka dan menyimpannya dalam sistem informasi sebagai templat untuk menggunakan teknologi ketepatan waktu berbasis sensor biometrik. Karakteristik tersebut dapat mencakup wajah, iris, suara, atau sidik jari seseorang. Verifikasi dilakukan selanjutnya, yang melibatkan perbandingan karakteristik sidik jari yang dikumpulkan secara real-time dengan templat basis data yang sudah ada. Pencocokan yang berhasil meningkatkan catatan kehadiran menjadi tolok ukur yang diakui. Pembelajaran kami mengungkap beberapa studi dan metode yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kehadiran mahasiswa di ruang kelas.

Secara khusus, sistem untuk mencatat kehadiran di kelas perguruan tinggi yang menggabungkan kemajuan terbaru dalam teknologi pengenalan wajah dengan sistem absensi berbasis kamera. Jumlah peserta dan status mahasiswa dapat dihitung dengan cepat menggunakan pendekatan ini. Dalam konfigurasi ini, kamera depan merekam seluruh ruang kelas dan mengunggah rekaman tersebut ke server sekolah, di mana perangkat lunak pengenalan wajah dapat menganalisisnya. Kamera chatbot dan pengklasifikasi pengenalan wajah Haar-Cascade digunakan untuk mencatat kehadiran. Langkah selanjutnya setelah mengambil foto mahasiswa adalah mengidentifikasi mereka dan membandingkannya dengan basis data wajah mahasiswa yang dikenal dalam sistem. Sebagai alternatif, speaker internal robot dapat digunakan untuk mendapatkan hasil yang dapat diidentifikasi.

Selain itu, penggunaan biometrik untuk metode deteksi sidik jari sebagai cara fisik yang substansial untuk melacak kehadiran. Penggunaan ponsel pintar untuk kehadiran dengan pengenalan sidik jari karena sebagian besar telepon seluler kontemporer memiliki sensor sidik jari tertanam, yang lebih murah. Menggunakan perangkat lunak yang mengenali suara adalah cara lain untuk melacak kehadiran. Sistem kehadiran yang menggunakan biometrik suara dipresentasikan oleh Amri dkk. Mahasiswa harus mendaftar dan menyimpan suara mereka sebelum dapat melakukan hal lain. Dengan membandingkan masukan suara mahasiswa secara real-time dengan data suara yang telah didaftarkan sebelumnya, tingkat keberhasilan sebesar 60% tercapai, menunjukkan bahwa metode ini dapat bermanfaat. Manajemen kelas dan kehadiran juga dapat diotomatiskan yang menggunakan mikrofon internal ponsel pintar Humanoid untuk pengenalan suara. Terlepas dari pendekatan inovatif mereka, kedua pembelajaran di atas tidak memberikan bukti empiris yang cukup ketat. Selain itu, perlu disebutkan bahwa sebagian besar sistem kehadiran berbasis suara menggunakan mikrofon internal ponsel untuk menangkap audio. Hal ini karena ponsel pintar dilengkapi dengan sensor suara yang mudah digunakan dan tidak memerlukan pemasangan tambahan.

Bantuan Aksesibilitas

Implementasi sensor elektronik telah membuka cakrawala baru bagi individu penyandang disabilitas, membantu mereka memahami dunia di sekitar mereka, dan memberi mahasiswa penyandang disabilitas akses ke berbagai peluang pendidikan yang lebih luas. Munculnya sensor telah memberikan dampak yang mendalam. Saat berinteraksi dengan orang yang tidak memiliki disabilitas, bahasa isyarat adalah satu-satunya pilihan bagi orang yang mengalami kesulitan mendengar atau berbicara. Orang yang tidak mengalami gangguan seharusnya tidak merasa tertekan untuk mempelajari bahasa isyarat karena mereka sudah memiliki semua informasi yang diperlukan. Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan di ruang kelas pintar adalah mesin pengenalan gerakan berbasis gambar.

Mengenai interaksi di dunia nyata, perangkat dan algoritma pengenalan gerakan statis tidaklah cukup. Dengan memanfaatkan Kinect dari perangkat Microsoft, Varshini dan Vidhyapathi mengusulkan instrumen dan metode untuk identifikasi jari secara berkelanjutan. Kecepatan sistem dalam memproses data kedalaman, deteksi gerakan dinamis satu atau dua tangan, pemantauan gerakan jari secara konstan, dan produksi hasil dari pengujian di dunia nyata menjadikan perangkat lunak pengenalan gerakan cocok untuk situasi lapangan secara real-time, seperti sekolah. Mahasiswa yang mengalami kesulitan mendengar atau berbicara dapat memperoleh manfaat signifikan dari kemampuan sistem ini untuk membantu mereka di kelas melalui peningkatan komunikasi. Sistem apresiasi gerakan berbasis smartphone yang lebih sederhana dan lebih efektif (GazeSpeak) yang dapat memahami gerakan mata secara real-time. Papan e-tran juga menjadi subjek studi perbandingan dalam artikel tersebut.

Berdasarkan pencapaiannya, sistem ini memberikan transmisi yang lebih cepat dan lebih andal daripada papan e-tran, yang menghasilkan kepuasan pengguna. Studi tentang alat pelacak mata dan komputer merupakan komponen dasar dari EyeDraw, sebuah alat yang dibuat pada tahun 2005 untuk anak-anak dengan kesulitan motorik berat. Anak-anak penyandang disabilitas dapat menggunakan teknologi ini untuk menciptakan seni visual

dengan mengarahkan pandangan mereka. Pembelajaran ini juga menunjukkan bahwa memasukkan elemen visual seperti pola, warna, dan input pendengaran ke dalam perangkat lunak dapat meningkatkan pengalaman pengguna dan mendorong penggunaan yang lebih mendalam.

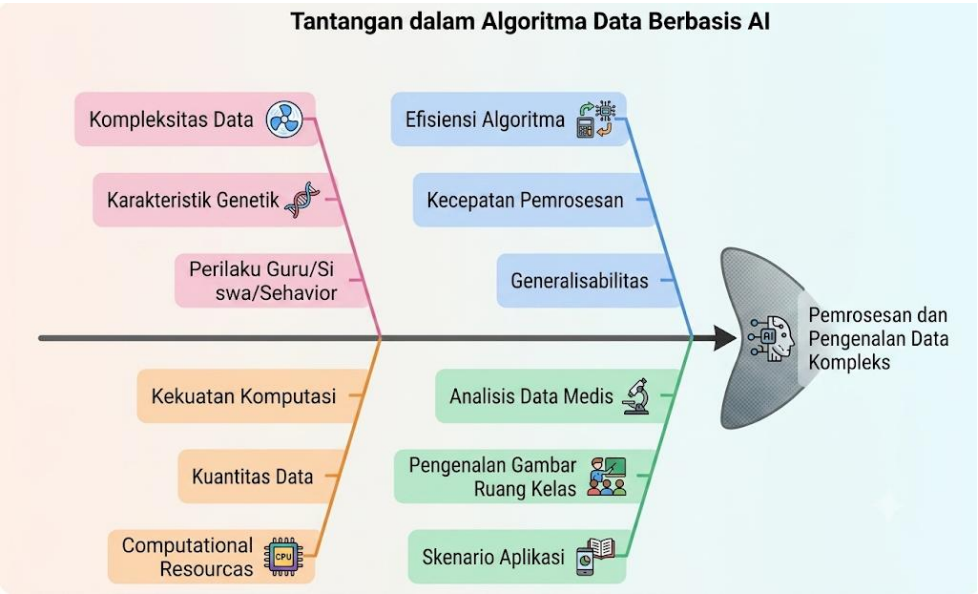
Pengantar Teknologi Sensor dan Penggunaannya di Ruang Kelas

Selain itu, Equivital EQ02 hanyalah satu contoh alat pembelajaran yang dapat melacak banyak data fisiologis secara bersamaan. Ruang kelas sekarang memiliki sensor integrasi yang lebih kecil dan lebih baik karena proliferasi perangkat seluler pintar. Ketika mahasiswa dapat menggunakan ponsel pintar mereka di kelas, perangkat ini juga menjadi sensor yang efisien, portabel, dan murah. Ponsel pintar yang dilengkapi dengan mikrofon, kamera, akselerometer, dan sensor identifikasi sidik jari dapat digunakan oleh pengajar dan mahasiswa untuk melacak siapa yang ada dan siapa yang tidak. Tentu saja, teknologi baru belum menggantikan ketergantungan pada sensor konvensional seperti mikrofon, kamera, dan sensor luar ruangan dalam aplikasi ruang kelas yang inovatif. Kamera gambar masih memberikan data yang paling banyak dan intuitif. Penggabungan data dan analisis multimodal semakin populer, dan penggunaan sensor di ruang kelas adalah contoh utama dari tren ini. Pentingnya mengintegrasikan data dari banyak sensor, daripada hanya bergantung pada satu sensor, semakin meningkat. Untuk lebih memahami dan mengantisipasi status dan kebutuhan belajar mahasiswa, perlu dilakukan analisis menyeluruh. Pengembangan perangkat keras dan implementasi prosedur pemrograman sangat penting untuk evolusi teknologi sensor di ruang kelas pintar.

Salah satu cara AI meningkatkan layanan pendidikan adalah dengan membuat sistem sensor lebih efisien dalam memproses dan menganalisis data. Hal ini, pada gilirannya, memungkinkan pembuatan konten yang lebih bernuansa dan personal. Perangkat lunak sensor telah berkembang pesat dalam dekade terakhir, berkat peningkatan algoritma klasik dan bentuk-bentuk AI baru. Pembelajaran mesin, sistem rasionalitas dan penilaian, serta penanganan bahasa alami hanyalah beberapa bidang AI yang telah dipelajari dan digunakan dalam pendidikan. Dengan penekanan pada fungsi algoritma perangkat lunak, terutama penggunaan AI, bagian ini akan menguraikan perkembangan di bidang sensor dalam lingkungan pendidikan. Saat ini, ilmu dan teknologi di balik kemampuan sistem komputer untuk melakukan aktivitas yang biasanya membutuhkan kecerdasan manusia disebut teknologi AI. Pembelajaran (proses menerima pengetahuan baru dan mengorganisasikannya sesuai dengan aturan yang telah ditentukan), penalaran (proses pengambilan kesimpulan, baik perkiraan maupun definitif), koreksi diri, dan pemahaman bahasa semuanya merupakan bagian dari kategori aktivitas ini. Baker dan Smith dalam buku Machine Learning menawarkan deskripsi yang komprehensif tentang AI. AI adalah mesin yang dapat belajar dan memecahkan masalah serta proses kognitif lainnya yang umumnya terkait dengan kecerdasan manusia. Selain itu, mereka menekankan bahwa AI adalah istilah umum untuk berbagai pendekatan dan teknologi yang berbeda, bukan hanya satu.

11.3 MENGANALISIS DAN MEMAHAMI DATA

Salah satu fungsi utama algoritma perangkat lunak adalah menganalisis dan menafsirkan data yang dikumpulkan oleh sensor. Karena itu, sistem pemrosesan dapat mengubah data sensor mentah menjadi sinyal data yang dapat digunakan, mewujudkan interpretasi dan identifikasi adegan, dan meletakkan dasar untuk pengambilan keputusan mikroprosesor. Berdasarkan pemantauan literatur, studi yang berfokus pada algoritma data bertenaga AI untuk pengenalan terutama digunakan untuk memahami karakteristik genetik, seperti perilaku dan status Pengajar atau mahasiswa. Hal ini membutuhkan pemrosesan data yang lebih besar dan lebih kompleks, yang lebih rumit daripada memahami karakteristik lingkungan fisik ruang kelas. Pemrosesan informasi otomatis, pengenalan data skala besar, generalisasi, kecepatan dan efisiensi pemrosesan, dan akurasi dalam skenario tertentu adalah semua bidang di mana teknologi pembelajaran mendalam menunjukkan potensi yang signifikan. Hal ini memungkinkan pelatihan langsung dari input ke output dan pembelajaran ujung-ke-ujung. Selain itu, teknologi ini unggul dalam memproses musik dan gambar yang rumit. Gambar 11.3 menunjukkan tantangan dalam algoritma data berbasis AI. Meskipun mungkin ada kendala pada kuantitas data dan sumber daya komputasi, metode pembelajaran mesin konvensional dapat menangani data dan menghasilkan hasil yang memuaskan. Mengingat banyaknya dan perkembangan lingkungan pembelajaran berbasis AI untuk mengenali pemeriksaan gambar. Secara khusus, akan dibahas masalah linier seperti gelombang listrik otak, suhu tubuh, dan elektrokardiogram (EKG), dan bagaimana pendekatan pembelajaran mesin konvensional lebih mudah dan sederhana untuk di-debug daripada algoritma pembelajaran mendalam.



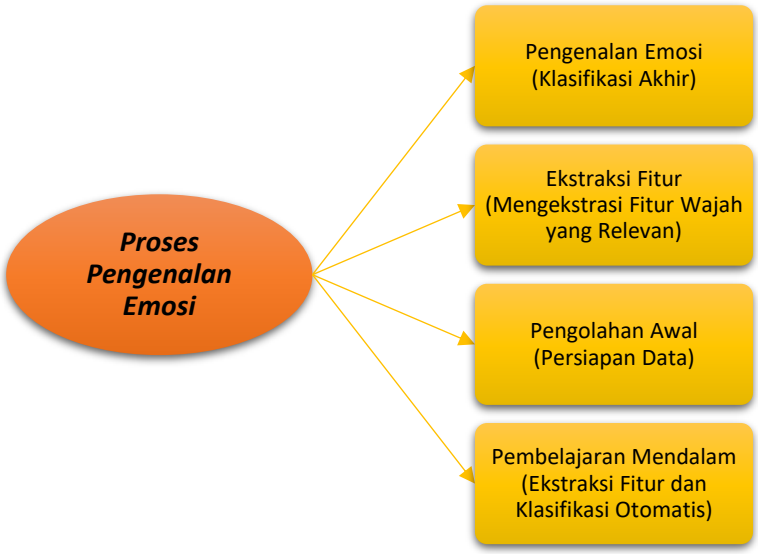
Gambar 11.3 Tantangan dalam algoritma data bertenaga AI.

Mengenali Objek dari Gambar

Meskipun alat-alat saat ini seperti EEG, EKG, dan perangkat pelacak mata dapat mendeteksi emosi, jenis sensor yang paling menjanjikan adalah kamera karena gambar visual

biasanya mengandung informasi paling detail dan tidak memerlukan teknologi yang dapat dikenakan. Sistem AI tipikal yang menggunakan pengenalan gambar. Teknologi andal lainnya untuk mencatat kehadiran secara otomatis di sekolah adalah pengenalan gambar wajah yang dikemukakan oleh Tarnowski. Lek dan Teo membagi algoritma untuk mendeteksi emosi wajah. Algoritma pengenalan wajah berbasis pembelajaran mendalam banyak menggunakan jaringan saraf dalam (DNN), teknik pembelajaran mesin yang relatif baru. Algoritma untuk pembelajaran mendalam berbeda terutama dari algoritma pengenalan yang lebih konvensional karena digunakan sebagai alat untuk pendidikan. Prosedur berikut membentuk pengenalan emosi wajah.

Langkah pertama, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 11.4, adalah proses pengenalan emosi umum yang mencakup pemrosesan awal (tugas seperti normalisasi, pengurangan dimensi, deteksi wajah, dan pengurangan noise dan redundansi data). Langkah kedua adalah ekstraksi fitur. Ini mencakup ekstraksi properti berdasarkan geometri, penampilan, atau karakteristik FER fisiologis. Ketiga, kita dapat mengklasifikasikan emosi menggunakan berbagai pengklasifikasi untuk mengalokasikan kategori yang sesuai ke ekspresi fitur yang diambil, sehingga memungkinkan pengenalan perasaan.



Gambar 11.4 Proses pengenalan emosi.

Pengenalan emosi dalam algoritma FER konvensional terdiri dari karakteristik ekspresi yang diambil secara manual dan dikategorikan dengan cara selain teknik pembelajaran mesin neural non-dalam untuk jaringan. Di sisi lain, FER berbasis pembelajaran mendalam langsung melakukan ekstraksi fitur dan klasifikasi secara otomatis, menghilangkan kebutuhan akan ekstraksi fitur oleh manusia. Ekstraksi fitur dan klasifikasi adalah tugas yang dilakukan oleh DNN. CNN – Jaringan saraf konvolusional; *MTCNN – Multi-Task, You Only Look Once* versi 5 *Cascaded*, KNN – *K-Nearest Neighbors Convolutional Neural Network .*

Tabel 11.3 menunjukkan penggunaan AI dalam pengenalan gambar. Dalam beberapa kasus, kedua pendekatan dapat mencapai efisiensi pengenalan yang tinggi. Saat ini, salah satu pendekatan umum untuk klasifikasi emosi dalam pembelajaran mesin tradisional adalah

support vector machines (SVM). Ketika menyangkut analisis gerakan wajah yang akurat dan pengenalan emosi di antara orang-orang, sistem FER sering menggunakan model jaringan saraf. Selain itu, jaringan saraf konvolusional (CNN) termasuk di antara pengklasifikasi pembelajaran mendalam yang paling sering digunakan.

Tabel 11.3 Sistem kecerdasan buatan yang menggunakan pengenalan gambar

Klasifikasi Perangkat Deteksi	Karakteristik yang Teridentifikasi	Tujuan Pengenalan	Algoritma Klasifikasi	Ketepatan
Kamera Sistem	Foto wajah murid	Mengklasifikasikan emosi	CNN	96%
Kamera keamanan untuk ruang kelas	Foto wajah murid	Kemampuan untuk menilai kemajuan mahasiswa dalam berbagai cara	CNN	72%
Kamera keamanan untuk ruang kelas	Foto wajah murid	Sistem pelacakan partisipasi	MTCNN	99%
Kamera keamanan untuk ruang kelas	Foto wajah murid	Bukti identitas mahasiswa, absensi pembelajaran, pengenalan perasaan, dan identifikasi fitur wajah	KNN	97%
Kamera keamanan untuk ruang kelas	Foto wajah murid	Pengenalan wajah di lingkungan yang berkabut	YOLOv5	81%

Beberapa peneliti, telah mencatat bahwa sebagian besar pemantauan literatur menggunakan CNN untuk ekstraksi fitur. Perangkat lunak tersebut mengklasifikasikan emosi mahasiswa berdasarkan gambar wajah frontal statis. Sebelum menerapkan teknik pengembangan teknologi masa depan wajah, prosedur berikut dilakukan: Setelah langkah awal mengubah foto menjadi hitam putih dan meningkatkan kecerahannya, langkah-langkah selanjutnya dilakukan: pengurangan noise dengan penyaringan, deteksi area yang diminati, dan normalisasi gambar untuk memastikan semuanya berukuran dan berorientasi sama.

Agar algoritma pemantauan wajah manusia dapat mengekstrak fitur dan melakukan pengenalan, foto harus melalui prosedur pra-pemrosesan tertentu. Temuan dari pembelajaran menunjukkan penerapan sistem manajemen status pembelajaran kelas yang inovatif. Berbagai teknologi sensor digunakan oleh sistem ini, seperti kamera, termometer, monitor detak jantung, dan perangkat lunak pengenalan wajah, untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan hal-hal berikut: fitur diekstrak menggunakan Matriks Ko-Kemunculan Tingkat Abu-abu (GLCM), gambar disegmentasi menggunakan teknik warna kulit, dan lokalisasi mata dan mulut

dilakukan menggunakan teknik model wajah. Setelah proses ekstraksi fitur dan pemrosesan gambar sebelumnya, pengklasifikasi regresi SVM digunakan untuk kategorisasi emosi. Data ini selanjutnya dianalisis menggunakan jaringan pengelompokan Bayesian untuk menyimpulkan keadaan pembelajaran mahasiswa. Selain itu, sistem ini memiliki mekanisme umpan balik yang tidak hanya memberi tahu mahasiswa yang dianggap tidak fokus di kelas, tetapi juga memberikan hasil analisis waktu nyata tentang status pembelajaran mereka kepada instruktur.

Analisis Data dan Pembuatan Konten

Pada bagian sebelumnya, kita telah membahas potensi besar AI, di mana sensor dapat membantu memahami data tentang lingkungan kelas. Namun, sangat menarik untuk melihat bagaimana AI dapat meningkatkan analisis data dan produksi konten pembelajaran. Alih-alih langsung memproses data yang diperoleh oleh sensor, metode analisis data dan pengembangan konten melengkapi sensor dengan kemampuan yang lebih kuat untuk beradaptasi dengan berbagai situasi pembelajaran. Pembelajaran personal, dukungan konten pengajaran yang efisien, koreksi pekerjaan rumah yang cerdas, dan umpan balik yang cerdas semuanya dimungkinkan berkat algoritma analitik dan pembuatan konten untuk mahasiswa. Sementara itu, para pendidik dapat memanfaatkan algoritma ini untuk pengambilan keputusan pendidikan, prediksi kinerja mahasiswa, penilaian otomatis kualitas pengajaran, dan manajemen pengurangan stres.

11.4 UMPAN BALIK DARI MAHASISWA DAN EVALUASI INSTRUKSI DI KELAS

Secara historis, penilaian, survei, atau nilai merupakan alat utama yang digunakan untuk menilai efektivitas pelajaran seorang Pengajar. Karena sifat subjektif dari prosedur tersebut, sistem untuk mengevaluasi kinerja mungkin tidak akurat. Teknologi AI dapat meningkatkan pemrosesan data sensor, yang mengarah pada evaluasi metode pengajaran yang lebih menyeluruh dan tidak bias. Lebih lanjut, proses penilaian dapat dimekanisasi menggunakan teknologi AI. Proses Gaussian hibrida dan model mesin vektor korelasi yang ditingkatkan disarankan oleh Wenming sebagai algoritma pembelajaran aktif. Melalui pemilihan dan pelabelan sampel yang cermat, metode ini meningkatkan keandalan dan validitas evaluasi Pengajaran Bahasa Inggris (ELT). Pendidik di semua tingkatan memiliki kewajiban penting untuk mengevaluasi hasil belajar mahasiswa mereka. Dalam hal tugas tertulis, ini termasuk pekerjaan yang paling sulit, membosankan, dan memakan waktu. Metode untuk mengevaluasi aplikasi perangkat lunak secara otomatis menggunakan algoritma pembelajaran awalnya diusulkan dalam Srikant dan Aggarwal.

Biasanya ada dua jenis pertanyaan dalam tugas mahasiswa: tertutup dan terbuka. Karena jumlah jawaban benar yang mungkin tetap dalam koreksi pertanyaan tertutup, penilaian umumnya sesederhana membandingkan jawaban mahasiswa dengan jawaban referensi; lebih lanjut, metode praktis untuk mengoreksi masalah tersebut sudah ada. Namun, seringkali tidak ada jawaban standar untuk pertanyaan terbuka, subjektif, dan jawaban singkat; pertanyaan-pertanyaan ini menuntut banyak fokus dari Pengajar dan rentan terhadap subjektivitas penilaian. Pengembangan algoritma pembelajaran mendalam diantisipasi untuk merangsang studi di bidang ini, dan penilaian mesin otomatis akan secara signifikan

mengurangi masalah ini. Pendekatan terkomputerisasi untuk menilai jawaban singkat semi-terbuka dibuat oleh Zhang dkk.

Algoritma Kelas untuk Sensor Terintegrasi AI

Di sini, kita melihat bagaimana algoritma perangkat lunak AI dan sensor bekerja bersama. Hal ini terlihat melalui lensa algoritma untuk pengenalan, analisis, dan prediksi, serta untuk pembuatan konten, yang menyoroti luasnya potensi penggunaannya. Teknologi AI telah membuat pemrosesan dan analisis data jauh lebih efisien dan akurat. Misalnya, algoritma pengenalan telah mendapat manfaat signifikan dari kemajuan dalam teknologi DNN, yang menawarkan ruang yang sangat besar untuk peningkatan. CNN, sejenis algoritma pembelajaran mendalam, unggul dalam menangani volume data video dan gambar yang sangat besar. Kemajuan dalam AI memperluas jangkauan sensor. Selain meningkatkan efisiensi identifikasi, teknologi pembelajaran mesin juga dapat menganalisis data tentang perilaku belajar mahasiswa untuk memprediksi kinerja akademis mereka atau menyarankan jalur pembelajaran individual dengan mempelajari pola yang mendasari dalam data tersebut. Dengan menggunakan AI, sensor dapat berfungsi ganda sebagai "pengawas pengajaran" dan "asisten penilaian", mengumpulkan data tentang kemajuan mahasiswa di kelas, menilai tugas setelahnya (penilaian otomatis), dan memberikan umpan balik objektif kepada instruktur tentang kinerja pedagogis mereka. Teknologi NLP berkinerja sangat baik dalam pengenalan suara dan analisis sentimen.

10.5 PROSPEK DAN HAMBATAN INTEGRASI SENSOR AI DALAM PENDIDIKAN

Ruang kelas pintar yang menggabungkan teknologi sensor dengan AI sedang membentuk kembali praktik pengajaran tradisional, meningkatkan kemampuan "persepsi" dan memperkuat pengajaran yang cerdas, interaktif, dan personal. Bab ini memberikan gambaran umum tentang bagaimana ruang kelas pintar memanfaatkan teknologi sensor dan bagaimana teknologi ini terintegrasi secara mendalam dengan algoritma AI. Bab ini juga merangkum tren dan isu utama yang terkait dengan aplikasi ini. Sistem sensor ruang kelas pintar dapat melakukan banyak tugas. Tujuannya adalah untuk menyediakan lingkungan belajar terbaik dengan terus-menerus melacak parameter fisik ruang kelas. Sebagai pengawas pengajaran, sistem sensor dapat merekam isyarat nonverbal mahasiswa dan Pengajar, seperti bahasa tubuh, vokalisasi, dan bahkan gelombang otak, untuk menilai kinerja mereka secara objektif.

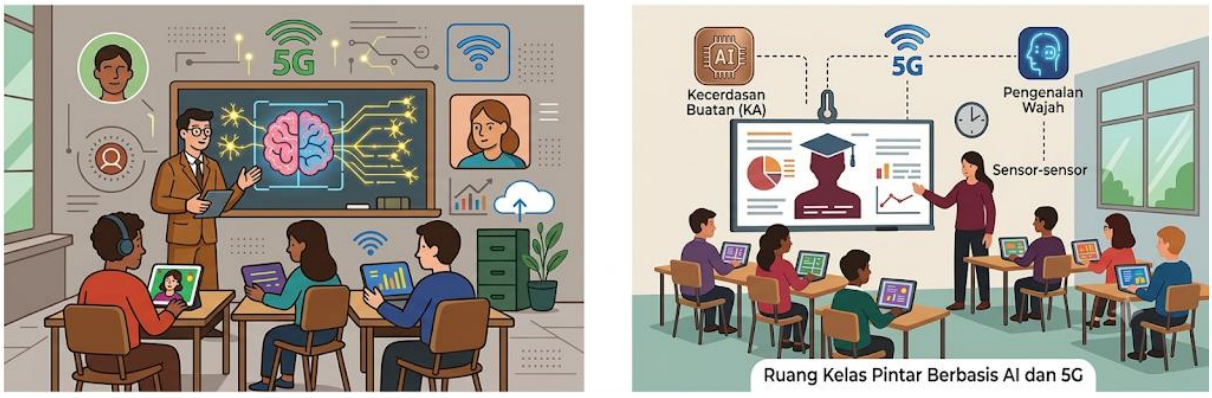
Selain itu, studi ini mengungkap beberapa kecenderungan dalam penggunaan sensor di ruang kelas pintar. Telah terjadi peningkatan pesat dalam penggunaan perangkat seluler pintar pribadi dan perangkat sensor yang dapat dikenakan di ruang kelas pintar. Kemajuan signifikan telah dicapai dalam miniaturisasi, integrasi, dan kemampuan pakai perangkat sensor. Untuk lebih mengakomodasi "virtualisasi" ruang kelas, perangkat sensor baru untuk lingkungan pembelajaran virtual jarak jauh akan berkembang seiring dengan realitas virtual dan teknologi pengajaran jarak jauh. Kecenderungan ini tidak dapat dianggap terpisah dari kemajuan AI yang menyertainya. Teknologi pembelajaran mendalam dan model bahasa masif baru-baru ini muncul, dan keduanya memiliki potensi besar untuk meningkatkan aplikasi

algoritma perangkat lunak dari sensor. Privasi dan keamanan data, biaya implementasi, ketersediaan, dan konteks aplikasi baru merupakan hambatan signifikan untuk mengadopsi teknologi ruang kelas yang inovatif. Mengatasi masalah ini dan menciptakan algoritma dan teknologi yang lebih aman, lebih efisien, dan lebih mudah digunakan harus menjadi fokus pembelajaran di masa mendatang.

BAB 12
TRANSFORMASI PENDIDIKAN AI DI EKOSISTEM 5G

12.1 PENDIDIKAN CERDAS BERBASIS AI DAN 5G

Inovasi digital telah merevolusi cara kita belajar dan mengajar. Di antara semua teknologi yang akan datang, kecerdasan buatan (AI) berada di pusat pembentukan kembali bagaimana pengajaran dan pembelajaran ditawarkan, dikelola, dan dialami dalam pendidikan. Peluncuran 5G dapat memfasilitasi layanan pendidikan cerdas secara real-time karena latensi ultra-rendah, peningkatan broadband seluler, dan komunikasi tipe mesin yang masif. Gambar 12.1 mengilustrasikan ruang kelas pintar yang didukung AI dan 5G.



Gambar 12.1 Ruang kelas pintar yang didukung AI dan 5G.

Tujuan bab ini adalah untuk menawarkan panduan lengkap untuk masing-masing dari tiga dimensi penggunaan AI dalam pengajaran dan pembelajaran di sistem yang didukung 5G: tantangan, peluang, dan solusi.

12.2 KONTEKS DAN PERKEMBANGAN

Kecerdasan buatan dan 5G muncul sebagai area fokus utama dalam pendidikan. Seperti yang dicatat oleh Luckin dkk, AI dapat meningkatkan pengalaman belajar melalui umpan balik adaptif, rekomendasi konten yang dipersonalisasi, dan simulasi bimbingan belajar secara real-time. Sistem bimbingan belajar cerdas (ITS) diklaim sama efektifnya dengan efektivitas mahasiswa untuk beberapa tugas pembelajaran ketika mahasiswa memiliki akses ke dukungan dari, misalnya, pemrosesan bahasa alami dan pemodelan pembelajar. Holmes dkk. mengkategorikan penggunaan AI dalam pendidikan ke dalam empat kategori besar: dukungan pembelajar (misalnya, chatbot), penilaian formatif dan sumatif, otomatisasi administrasi, dan pembuatan konten. Para penulis kemudian menyoroti bias, etika, dan akses yang adil sebagai potensi masalah dalam penggunaan AI di bidang pendidikan.

5G dalam Lingkungan Pembelajaran Cerdas

Teknologi 5G, yang dapat memberikan latensi sangat rendah, keandalan tinggi, dan tingkat konektivitas yang masif, akan memberikan cara baru untuk belajar, termasuk realitas

tertambah (AR) yang imersif, realitas virtual (VR), analitik waktu nyata, dan Internet of Things (IoT) dalam skala besar. Jaringan 5G memungkinkan konteks yang kaya data untuk aplikasi seputar streaming video resolusi tinggi, pekerjaan daring sinkron, dan sistem pembelajaran adaptif waktu nyata, terlepas dari apakah ekosistem tersebut berada dalam situasi jarak jauh atau bergerak. Manfaat pembelajaran dari ruang kelas yang terhubung dengan 5G dan menemukan keterlibatan yang lebih besar dengan simulasi dan laboratorium jarak jauh.

Konvergensi AI dan 5G dalam Pendidikan

Kecerdasan buatan yang dikombinasikan dengan 5G mencerminkan perubahan signifikan dalam cara sistem pendidikan dapat dijalankan. Tang dkk. menyatakan bahwa alat AI dapat beroperasi di dalam infrastruktur untuk menyediakan personalisasi waktu nyata, intervensi proaktif, dan penyampaian konten yang lancar di kampus pintar yang dapat membuka ekosistem pembelajaran baru yang ditingkatkan AI. Ekosistem AI + 5G menciptakan peluang "pendidikan sebagai layanan" untuk pembelajaran berlapis yang disesuaikan, mobile, dan tersedia kapan saja. Sebuah laporan dari Organisasi Pendidikan, Ilmu Pengetahuan, dan Kebudayaan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNESCO) menekankan bahwa menggabungkan AI dan 5G menciptakan peluang pembelajaran baru tetapi juga meletakkan dasar untuk pertimbangan tentang bagaimana kita dapat menggabungkan inovasi teknologi ini dengan cara yang mendukung kesetaraan dan inklusi. Mereka mengidentifikasi bahwa kebijakan digital yang diperlukan harus diterapkan untuk tata kelola yang etis, terutama karena kebijakan tersebut berkembang dalam realitas sumber daya yang rendah dan belum siap.

Tantangan dan Kekhawatiran

Meskipun perkembangan ini menunjukkan potensi, beberapa studi menyoroti sejumlah tantangan, tantangan signifikan, yang masih dihadapi integrasi AI dan 5G ke dalam pendidikan. Bahwa ada “datafikasi pendidikan”, yang menunjukkan bahwa mahasiswa mungkin ditawari sistem otomatis dan ketergantungan serupa pada data, dan sistem otomatis mewakili pergeseran dari apa yang banyak orang anggap sebagai aspek humanistik pendidikan. Williamson dan Hogan juga menguraikan risiko yang terkait dengan pengawasan, privasi data, dan komersialisasi pendidikan yang juga merupakan bagian dari lanskap platform pendidikan berbasis AI baru dan yang sedang berkembang untuk pembelajaran. Tantangan infrastruktur, khususnya dalam konteks negara berkembang, juga merupakan batasan signifikan terhadap pilihan yang adil untuk peluncuran sistem 5G dan AI untuk pendidikan. Kurangnya kesiapan Pengajar dan dukungan kelembagaan yang tidak memadai menghambat adopsi AI di sekolah dan ruang kelas.

Kesenjangan dalam Pembelajaran Saat Ini

Meskipun terdapat banyak pembelajaran yang berfokus pada AI dalam pendidikan dan literatur yang berkembang yang berfokus pada pembelajaran yang didukung 5G, studi skala besar, di berbagai lokasi, yang meneliti potensi konvergensi AI dan pedagogi yang didukung 5G hampir tidak ada. Studi yang ada terutama berfokus pada aspek kelayakan teknologi dan studi kasus terisolasi. Kerangka kerja dan peta jalan yang lebih integratif seperti pembelajaran yang telah kami sajikan dalam bab ini akan diperlukan untuk mengatasi integrasi sistem dan teknologi, tetapi juga untuk mempertimbangkan dan mengatasi implikasi etika-pedagogis.

12.3 LANGKAH IMPLEMENTASI AI DI EKOSISTEM 5G

Peta jalan untuk adopsi AI dalam ekosistem pendidikan yang didukung 5G menyediakan kerangka kerja model untuk integrasi teknologi AI dalam lingkungan pembelajaran digital generasi berikutnya yang terhubung melalui 5G, karena adopsi teknologi skala besar oleh sistem pendidikan sedang berlangsung. Peta jalan ini mencakup tujuan yang luas tentang transformasi digital praktik pendidikan dengan menanamkan pedagogi ke dalam otomatisasi cerdas, analitik data yang canggih, dan pembelajaran personal, yang semuanya menjadi lebih berdampak berkat kemampuan jaringan 5G. Peta jalan ini menjelaskan fase-fase progresif yang mencakup tonggak tindakan berdasarkan kemajuan adopsi pendidikan sebagaimana didefinisikan oleh elemen-elemen transformasi digital.

Pada tahap-tahap dasar, peta jalan ini menguraikan adopsi teknologi AI dalam sistem pendidikan, seperti peningkatan infrastruktur digital, membangun literasi digital bagi pendidik, dan tata kelola data yang etis; belum lagi kesetaraan. Peta jalan ini menjelaskan perkembangan tahap menengah yang memungkinkan penggunaan teknologi AI dalam alat-alat seperti sistem bimbingan cerdas, dasbor analitik pembelajaran, dan laboratorium virtual yang semuanya harus terhubung untuk memanfaatkan kecepatan 5G guna memastikan responsivitas secara real-time. Tujuan-tujuan lanjutan mulai menggabungkan lingkungan cerdas, pembelajaran kontekstual, dan fusi AI dengan AR/VR, serta jaringan terintegrasi yang kuat dari utilitas komputasi tepi dan interoperabilitas lintas perangkat. Namun, model ini memiliki bagian-bagian penting untuk kolaborasi terkait AI lintas sektor, membahas kebijakan akses inklusi, dan pemantauan berkelanjutan untuk memahami implikasi AI terhadap praktik pedagogis, kesetaraan, dan privasi. Jelas, panduan peta jalan ini ditujukan untuk sistem pendidikan dalam upaya untuk mempersiapkan "pengajaran dan pembelajaran" di masa depan dalam ekosistem digital cerdas yang kompleks dan sangat terhubung dengan sektor sosio-teknis lainnya.

- Fase awal, Integrasi Dasar, adalah fase terpenting dalam ekosistem pendidikan berbasis 5G yang didukung model AI. Selama fase ini, fokusnya adalah membangun fondasi yang diperlukan untuk memanfaatkan teknologi canggih.
- Kesiapan infrastruktur berfokus pada konversi ruang kelas tradisional menjadi ruang kelas pintar, memanfaatkan papan digital interaktif, sensor, perangkat terhubung, dan kemampuan internet berkecepatan tinggi yang dibutuhkan untuk mendukung teknologi institusional. Sekolah dan Univ Stekom yang meluncurkan jaringan 5G juga akan mendapatkan akses ke konektivitas latensi sangat rendah dan bandwidth tinggi, yang dibutuhkan untuk aplikasi berbasis AI seperti analitik waktu nyata, aplikasi AR/VR imersif dalam pendidikan, dan sistem pembelajaran adaptif.
- Model kebijakan dan tata kelola untuk penggunaan AI penting untuk memastikan implementasi AI dalam pendidikan bersifat etis, adil, transparan, dan sesuai dengan hukum perlindungan data lokal dan global. Institusi perlu membuat rencana yang dapat ditindaklanjuti yang secara jelas mendefinisikan parameter tentang bagaimana alat AI dipilih, bagaimana data akan dikumpulkan dan digunakan, dan bagaimana privasi mahasiswa dan hak digital akan dilindungi. Struktur tata kelola juga harus secara jelas

menguraikan akuntabilitas untuk keputusan yang dibuat oleh AI, dan bagaimana serta kapan keputusan implementasi ini akan ditinjau.

- Pelatihan staf pedagogis dan pendukung seputar alat AI sangat penting untuk efektivitas tahap ini. Kita membutuhkan pengajar yang siap dan dilengkapi untuk menggunakan platform berbasis AI dalam hal pembelajaran personal, penilaian autentik, dan keterlibatan mahasiswa. Pengembangan profesional bagi pendidik perlu mencakup pengajaran dengan alat berbasis AI, pengetahuan tentang AI dan dampaknya pada pendidikan, batasan dan keterbatasan alat tersebut, dan posisi AI ketika menyusun unit studi yang selaras.
- Singkatnya, Fase 1 menetapkan fondasi teknis, tata kelola, dan manusia untuk potensi dan keberlanjutan integrasi akademis lebih lanjut dari teknologi AI dan teknologi terkait 5G dalam pendidikan.
- Fase 2: Implementasi Menengah menandai langkah di mana lembaga pendidikan mulai menggunakan teknologi AI secara serius, dalam lingkungan yang didukung 5G yang dibangun pada Fase 1. Implementasi teknologi AI bergerak melampaui perencanaan dan persiapan dan masuk ke implementasi praktis dan pengujian sistem cerdas dengan cara yang secara langsung atau tidak langsung memengaruhi pengajaran dan pembelajaran.
- Sistem manajemen pembelajaran (LMS) berbasis AI merupakan salah satu tonggak penting Fase 2. Platform LMS generasi berikutnya mendukung komponen AI yang memperkuat fungsionalitas di luar penyampaian konten. Misalnya, fitur AI dapat memanfaatkan penilaian otomatis, konten yang direkomendasikan secara bijak, atau analitik prediktif untuk membantu mengidentifikasi mahasiswa yang mungkin berisiko tertinggal. Jaringan 5G dasar secara efektif diarahkan pada kinerja, memenuhi tuntutan data atau multimedia yang kaya sumber daya dan praktik skala besar dari perangkat.
- Pembelajaran adaptif adalah implementasi penting lainnya dalam Fase 2 yang menawarkan pengalaman belajar yang disesuaikan berdasarkan kebutuhan individu mahasiswa. Algoritma pembelajaran berbasis AI mempertimbangkan semua kecepatan, perilaku, dan preferensi peserta didik sambil terus berkembang secara adaptif (Gambar 12.2). Dengan lingkungan dan kinerja 5G yang mendukung, platform adaptif dalam konteks pembelajaran menyatu secara bermakna ke dalam antarmuka umpan balik langsung atau interaksi di berbagai perangkat dalam pengalaman belajar yang mulus dan lebih menarik, mendukung hasil positif bagi mahasiswa.
- Untuk menilai implikasi aktual dari alat AI dalam praktik, penting untuk memulai program percontohan dalam pembelajaran campuran dan jarak jauh. Sekolah dan Univ Stekom mulai menjalankan program uji coba terkontrol di mana sistem berbasis AI melayani kebutuhan peserta didik tatap muka dan jarak jauh. Program percontohan ini memberikan kesempatan untuk menilai efektivitas alat, mengumpulkan perspektif pengguna, dan melakukan penyesuaian sebelum implementasi skala besar.

Gambar 12.2 Tiga fase: Integrasi dasar, implementasi menengah, dan transformasi skala penuh.

- Singkatnya, Fase 2 akan mencakup pengintegrasian AI ke dalam praktik pendidikan sehari-hari yang sedang berlangsung untuk memanfaatkan kemampuan dan konteks 5G guna menciptakan peluang pembelajaran yang responsif, terukur, dan personal. Fase 2 berfungsi sebagai ruang untuk eksperimen dan penyempurnaan alat dan strategi yang akan meletakkan dasar untuk transisi ke Fase 3.
- Fase 3: Transformasi Skala Penuh adalah tahap akhir dan paling kompleks dari AI yang dicontohkan untuk ekosistem pendidikan yang didukung 5G. Fase 3 menunjukkan implementasi AI yang mulus di setiap lapisan ekosistem pendidikan yang sepenuhnya cerdas, inklusif, dan imersif yang mengintegrasikan AI di seluruh proses pengajaran dan pembelajaran.
- Inovasi parsial menggunakan AI meliputi pengembangan desain kurikulum bersama dan penyampaian pembelajaran dinamis yang memungkinkan pengajar dan sistem AI untuk bersama-sama menciptakan jalur pembelajaran yang responsif. AI mampu memanfaatkan data kinerja mahasiswa, minat secara real-time, dan tujuan karir untuk menyarankan atau membuat konten kurikulum yang dapat disesuaikan untuk setiap mahasiswa, bukan jalur pembelajaran online atau silabus yang statis dan sudah jadi. Alih-alih memperlakukan konten pembelajaran sebagai pedoman kurikulum statis yang seragam untuk semua, AI menyediakan materi pembelajaran yang dinamis dan terus berkembang dengan komponen kurikulum yang mendukung pengawasan, sambil mengandalkan kemampuan AI dalam hal kurasi konten dan perancangan pendekatan instruksional.
- Penggunaan AR/VR + AI untuk pengalaman belajar yang imersif, bersama dengan 5G, memungkinkan augmented reality dan virtual reality diintegrasikan ke dalam ruang kelas dengan latensi sangat rendah dan kecepatan sangat tinggi. Sementara AR dan VR menempatkan mahasiswa dalam pengalaman belajar yang imersif, AI meningkatkan lingkungan tersebut dengan mengubah simulasi secara real-time berdasarkan respons mahasiswa dan pembaruan kemajuan. Sebagai contoh, mahasiswa dapat menjelajahi tubuh manusia secara virtual dalam pelajaran biologi atau peristiwa masa lalu dalam sejarah melalui pengalaman AR, sementara AI memantau tingkat pemahaman dan menyesuaikan pengalaman sehingga pendidikan berlanjut pada jalur yang tepat yang mendukung keterlibatan dan pemahaman. Gambar 12.3 adalah diagram skematis dari infrastruktur, platform pembelajaran adaptif, dan lingkungan AR/VR imersif.

Gambar 12.3 Infrastruktur, platform pembelajaran adaptif, dan pembelajaran AR/VR imersif.

- Dukungan multibahasa secara real-time dan sistem yang peka terhadap emosi menjadikan pendidikan lebih inklusif dan cerdas secara emosional. Terjemahan bahasa yang didukung AI memberikan konten multibahasa secara instan kepada peserta didik dan membantu mahasiswa yang mungkin memiliki pengalaman belajar bahasa Inggris sebagai bahasa kedua atau menghadapi tantangan linguistik lainnya. Sistem yang peka terhadap emosi menggunakan visi komputer dan analisis sentimen untuk mendeteksi stres, kebingungan, atau ketidakminatan di antara mahasiswa secara real-time sehingga sistem atau pendidik dapat mengenali kebutuhan intervensi dan menetapkan respons yang tepat untuk mendukung pembelajaran mahasiswa—baik itu melalui dukungan, mendorong mahasiswa, atau menyesuaikan konten yang disajikan untuk keterlibatan dan pembelajaran lebih lanjut (lihat Tabel 12.1).

Tabel 12.1 Fase dan hasilnya

Fase	Bidang Fokus Utama	Contoh/Alat	Hasil
Integrasi Dasar	Kesiapan infrastruktur, kebijakan dan tata kelola, pelatihan pengajar	Ruang kelas pintar, penerapan 5G, kebijakan etika AI	Ekosistem digital yang siap, staf terlatih
Implementasi Menengah	LMS berbasis AI, platform adaptif, pembelajaran campuran percontohan	Sistem pembelajaran adaptif, bimbingan belajar cerdas	Pembelajaran yang dipersonalisasi, validasi percontohan
Transformasi Skala Penuh	Kolaborasi pembuatan kurikulum berbasis AI, AR/VR imersif, sistem yang peka terhadap emosi	Laboratorium AR/VR, analitik emosi, dukungan multibahasa waktu nyata	Pendidikan yang sepenuhnya adaptif dan mendalam

Kesimpulannya, Fase 3 adalah transisi ke ekosistem pendidikan cerdas di mana pembelajaran dipersonalisasi dan berbasis data, adaptif secara emosional, sangat interaktif, dan dapat diakses oleh semua orang. Fase ini merupakan realisasi penuh integrasi AI dan 5G dalam pendidikan untuk memfokuskan pendidikan pada peserta didik dan memungkinkan pendidikan menjadi upaya seumur hidup. Gambar 12.4 mengilustrasikan proses di mana algoritma AI menyesuaikan konten pembelajaran untuk setiap mahasiswa.

Gambar 12.4 Algoritma AI yang menyesuaikan konten pembelajaran untuk setiap mahasiswa.

12.4 AI DAN 5G DALAM PENDIDIKAN

Kombinasi AI dan 5G dalam pendidikan menghadirkan banyak peluang untuk perubahan transformatif, meningkatkan hasil pembelajaran, meningkatkan aksesibilitas, dan mendorong efisiensi ins titusional. Tabel 12.2 menyajikan peluang dan manfaat 5G dalam pendidikan.

Tabel 12.2 Peluang dan manfaat

Peluang	Deskripsi
Personalisasi yang ditingkatkan	AI menyesuaikan materi dan umpan balik berdasarkan data peserta didik
Pendidikan inklusif	Aksesibilitas melalui pengenalan suara ke teks, terjemahan, dan AI emosi
Lingkungan belajar yang cerdas	Pelacakan keterlibatan secara real-time dengan AI dan 5G
Pengambilan keputusan berdasarkan data	Analisis prediktif untuk retensi, pendaftaran, dan kurikulum

Personalisasi yang Lebih Baik

Algoritma AI menganalisis bagaimana mahasiswa berinteraksi dengan konten pembelajaran dan penilaian, serta kecepatan belajar dan tujuan akademis mereka untuk menyajikan materi pembelajaran, penilaian, dan umpan balik yang lebih sesuai dengan setiap mahasiswa. Hal ini memastikan bahwa setiap mahasiswa menerima dukungan yang mereka butuhkan berdasarkan kebutuhan mereka, sehingga membantu motivasi mereka untuk terlibat dan pada akhirnya meningkatkan kinerja mereka.

Pendidikan yang Lebih Inklusif

Alat AI seperti pengubah ucapan menjadi teks, terjemahan waktu nyata, dan deteksi emosi membantu memberikan aksesibilitas yang lebih baik bagi mahasiswa penyandang disabilitas, mahasiswa yang berbicara bahasa selain Inggris, dan mahasiswa dengan kebutuhan khusus. Hal ini memberikan kerangka kerja bagi semua mahasiswa untuk terlibat dalam pembelajaran dan pendidikan secara inklusif. Gambar 12.5 mengilustrasikan fitur aksesibilitas

berbasis AI—pengubah ucapan menjadi teks, terjemahan waktu nyata, dan deteksi emosi—yang membantu beragam mahasiswa.

Gambar 12.5 Fitur aksesibilitas yang didukung AI.

Lingkungan Pembelajaran Cerdas

Mengintegrasikan AI dengan 5G memberikan kemampuan untuk menilai keterlibatan, perhatian, dan kinerja mahasiswa menggunakan data waktu nyata, dan memungkinkan kesempatan untuk secara terampil menyesuaikan konten pembelajaran, gaya penyampaian, atau kecepatan belajar agar sesuai dengan kebutuhan peserta didik, sehingga memungkinkan pembelajaran yang lebih menarik dan efektif.

Pengambilan Keputusan Berbasis Data

Sistem pendidikan dapat memanfaatkan analitik yang didukung oleh AI, dan ketika dididik tentang analitik pembelajaran yang beragam, dapat mulai membuat keputusan yang tepat tentang penerimaan mahasiswa, risiko putus sekolah mahasiswa, penawaran pembelajaran, dan bagaimana mengalokasikan sumber daya di seluruh institusi. Skenario prediktif menawarkan peluang bagi administrator dan pendidik untuk mengatasi tantangan secara proaktif, yang pada akhirnya mengarah pada keberhasilan akademik yang berkelanjutan. Gambar 12.6 mengilustrasikan penggunaan analitik prediktif untuk pendaftaran, retensi, dan peningkatan kurikulum dengan dasbor AI.

Gambar 12.6 Penggunaan analitik prediktif.

12.5 BATU SANDUNGAN EKOSISTEM DIGITAL

Kecerdasan buatan dan 5G menawarkan kemungkinan yang menarik untuk pendidikan, tetapi banyak tantangan yang harus diidentifikasi dan diatasi untuk mengembangkan aplikasi dan adopsi yang adil dan bermakna.

Gambar 12.7 Kesenjangan, kekhawatiran privasi, kesenjangan keterampilan di antara pengajar, dan kurangnya standardisasi.

Gambar 12.7 mengilustrasikan diskusi kolaboratif, yang mungkin mencerminkan tantangan yang lebih luas seperti kesenjangan, kekhawatiran privasi, dan pengembangan keterampilan.

Infrastruktur dan Kesenjangan Digital

Banyak daerah pedesaan dan populasi yang kurang mampu secara ekonomi tidak memiliki akses ke jaringan 5G atau infrastruktur atau layanan digital terkini. Kesenjangan digital berdampak pada potensi penetrasi alat pendidikan berbasis AI ke populasi pedesaan, yang semakin memperburuk ketidaksetaraan pendidikan.

Isu Etika dan Privasi

Kecerdasan buatan menggunakan sejumlah besar data pribadi untuk melatih dan menghasilkan prediksi. Fokus pada penggunaan informasi ini menimbulkan masalah signifikan tentang privasi, keamanan data, bias dalam algoritma, persetujuan yang diinformasikan, dan kekhawatiran lainnya. Tanpa kebijakan yang diterapkan secara universal, hal ini membuka beberapa penyalahgunaan dan pola perilaku yang dapat menyebabkan pengawasan.

Pengembangan Profesional dan Kesenjangan Keterampilan di antara Pendidik

Banyak pendidik mungkin tidak memiliki akses ke keterampilan atau kepercayaan diri untuk menggunakan alat AI secara efektif. Pelatihan yang tidak memadai, hambatan yang dirasakan, dan/atau resistensi terhadap perubahan dapat menghambat keberhasilan adopsi teknologi di ruang kelas.

Standardisasi dan Interoperabilitas

Kurangnya standar umum untuk alat AI dalam sistem pendidikan menyebabkan sistem yang terisolasi yang mungkin tidak berfungsi dengan baik secara keseluruhan. Hal ini mulai menimbulkan tantangan terhadap integrasi antar pendekatan dan terhadap berbagi data serta pada akhirnya skalabilitas di berbagai entitas dan platform dari waktu ke waktu (lihat Tabel 12.3).

Tabel 12.3 Tantangan

Tantangan	Deskripsi
Infrastruktur dan kesenjangan digital	Akses 5G dan digital yang terbatas di wilayah yang kurang terlayani
Kekhawatiran etika dan privasi	Risiko pengumpulan data, bias, pengawasan
Kesenjangan keterampilan di kalangan pendidik	Kurangnya pelatihan AI, resistensi terhadap adopsi
Standardisasi dan interoperabilitas	Platform AI yang terfragmentasi, kurangnya standar yang terpadu

12.6 ARAH KEBIJAKAN DAN SOLUSI

Untuk mengatasi risiko dan sepenuhnya menuai manfaat AI dalam bentuk pendidikan yang didukung 5G, kita perlu menerapkan strategi khusus dan berkolaborasi dengan pihak lain.

Kebijakan dan Regulasi

Pemerintah dan otoritas pendidikan perlu mengembangkan regulasi yang akan mendefinisikan dan mengatur bagaimana AI digunakan. Regulasi untuk memastikan penggunaan data yang etis, privasi data, dan akses yang adil bagi semua peserta didik sangat dibutuhkan. Regulasi memastikan pembentukan kepercayaan yang memungkinkan penggunaan AI yang bertanggung jawab dalam pendidikan.

Membangun Kapasitas

Program pengembangan profesional untuk memungkinkan pembelajaran berkelanjutan bagi pendidik, administrator, dan mahasiswa sangat penting untuk meningkatkan literasi AI mereka. Yang penting, program pengembangan profesional juga perlu mencakup penggunaan alat AI, penilaian dampak pedagogisnya, dan bagaimana proses pembelajaran dapat diintegrasikan dalam kehidupan nyata dan keterkaitan kurikulum.

Ekosistem Kolaboratif

Lembaga pendidikan harus mengembangkan kemitraan dengan perusahaan teknologi, penyedia layanan internet, dan organisasi telekomunikasi untuk membangun ekosistem. Kemitraan membantu menyediakan peluang untuk berinovasi dan berbagi sumber daya. Ekosistem kolaboratif sangat penting untuk penciptaan bersama solusi AI pendidikan yang diidentifikasi sebagai solusi yang mengatasi keragaman kebutuhan pendidikan peserta didik, pendidik, staf pendukung, dan masyarakat.

Pemantauan dan Evaluasi

Saat kita memperkenalkan dan mengintegrasikan AI ke dalam proses pengajaran dan pembelajaran, kita harus menerapkan mekanisme pemantauan dan evaluasi yang baik yang mencakup pengukuran tentang respons yang akan ditimbulkan AI dalam pengajaran dan pembelajaran. Implementasi umpan balik berbasis data akan memungkinkan dialog berkelanjutan yang menanyakan apakah AI efektif, adil, dan apakah dapat ditingkatkan, atau apakah selaras dengan tujuan pendidikan (Tabel 12.4).

Tabel 12.4 Pemantauan dan evaluasi

Solusi Strategis	Tindakan
Kebijakan dan regulasi	Mengembangkan kebijakan AI yang etis dengan menekankan inklusivitas
Pengembangan kapasitas	Melatih pendidik dan mahasiswa tentang alat AI
Ekosistem kolaboratif	Membina kemitraan antara teknologi pendidikan, telekomunikasi, dan akademisi
Pemantauan dan evaluasi	Menerapkan sistem untuk menilai dampak AI pada pembelajaran

12.7 IMPLEMENTASI GLOBAL KONVERGENSI AI DAN 5G DALAM PENDIDIKAN

Bagian ini memberikan gambaran awal tentang ide-ide mutakhir yang menjadi dasar bagaimana negara-negara di seluruh dunia menggunakan konvergensi AI dan 5G untuk berinovasi dalam penyampaian pendidikan kepada mahasiswa, dengan menyediakan berbagai model dan inovasi di seluruh dunia.

- Ruang Kelas 5G yang Didukung AI di Tiongkok: Tiongkok menawarkan banyak ruang kelas pintar canggih yang menggabungkan AI dengan teknologi 5G dalam pendidikan. Ruang kelas pintar di Tiongkok, misalnya, menggunakan teknologi pengenalan wajah yang melakukan absensi otomatis, mengurangi beban administratif terkait absensi. Analisis emosi menggunakan AI untuk memproses informasi wajah dan emosi yang teridentifikasi memungkinkan pendidik untuk memantau ekspresi wajah di ruang kelas mahasiswa secara real-time, memungkinkan mereka untuk menilai keterlibatan, pemahaman, dan keadaan emosional, serta mengubah penyampaian instruksi mereka sesuai dengan itu.
- Inisiatif EdTech di Finlandia: Finlandia memanfaatkan jaringan 5G kota yang ada di seluruh negeri untuk menyediakan platform pembelajaran adaptif berbasis AI bagi sekolah-sekolah. Penyampaian ini dirancang untuk memungkinkan AI menyediakan pembelajaran adaptif responsif bagi sekolah, yang berfokus pada penyesuaian konten berdasarkan perkembangan mahasiswa dan preferensi masa lalu untuk pada akhirnya memberikan pembelajaran yang lebih menarik dan berpusat pada mahasiswa. Namun, perlu dicatat bahwa pendekatan Finlandia mengumpulkan tanggung jawab dari berbagai pemangku kepentingan dan industri dan melihat bagaimana mereka dapat bekerja sama, baik pemerintah maupun lembaga pendidikan, dan menyediakan akses

yang adil untuk mendorong pembelajaran inovatif dalam teknologi baru untuk terus berinovasi dalam pendidikan.

- Arsitektur Pendidikan Digital Nasional India (NDEAR): NDEAR adalah inisiatif yang dipimpin pemerintah yang berupaya membangun ekosistem digital terpadu untuk pendidikan K-12, memanfaatkan AI, cloud, dan konektivitas broadband (termasuk 5G). Tujuannya termasuk menawarkan pengalaman belajar yang dipersonalisasi, menyediakan informasi analitis secara real-time kepada pengajar, dan menyediakan akses inklusif ke pendidikan berkualitas untuk daerah perkotaan dan pedesaan. NDEAR juga bertujuan untuk mendukung pengajar dengan menyediakan alat AI di tingkat sekolah, sambil mengembangkan sistem pendidikan berbasis data hingga tingkat nasional.

Studi kasus ini mengilustrasikan potensi dan berbagai pendekatan untuk menggunakan AI dan 5G guna mendukung terciptanya sistem pendidikan yang lebih responsif, inklusif, dan efektif di seluruh dunia.

12.8 MASA DEPAN TEKNOLOGI DAN TATA KELOLA AI

Ke depannya, kombinasi AI, 5G, dan teknologi baru seperti komputasi kuantum, blockchain, dan AR akan menjadi katalis perubahan dalam pendidikan. Jika komputasi kuantum menjadi arus utama, kecepatan pemrosesan data AI untuk menciptakan AI yang produktif akan meningkat secara signifikan dengan Fungsi Ukuran Objek (OSF). Selain memberikan peluang tambahan untuk pembelajaran personal dan kemampuan untuk menciptakan dan menyesuaikan pembelajaran saat itu juga, blockchain akan memungkinkan pengelolaan catatan akademik, kredensial, dan jalur pembelajaran yang aman dan transparan. Hal ini akan membangun kepercayaan dan memastikan kredensial dapat ditransfer antar lembaga. Demikian pula, aplikasi AR yang dikombinasikan dengan komputer yang sesuai dan kecepatan publik (5G) akan meningkatkan kemungkinan pembelajaran yang diperkaya dan imersif yang akan mengabstraksikan batasan antara dunia fisik dan dunia digital.

Area-area kunci untuk pembelajaran masa depan meliputi AI yang dapat dijelaskan, yang bertujuan untuk membuat proses pengambilan keputusan AI dalam pendidikan transparan dan mudah dipahami oleh pendidik dan peserta didik untuk memfasilitasi kepercayaan dan akuntabilitas; AI untuk pembelajaran sepanjang hayat, yang memastikan bahwa pengalaman belajar berlanjut di luar pendidikan formal, yang beradaptasi dengan perkembangan sepanjang hayat dalam karier dan kehidupan pribadi, dengan alat yang dapat berkembang seiring perubahan kebutuhan masyarakat; dan yang terpenting, pengembangan kerangka kerja untuk tata kelola AI, karena isu-isu etika, privasi, dan kesetaraan akan muncul seiring AI semakin tertanam dalam ekosistem pendidikan. Dikombinasikan bersama, lintasan-lintasan ini dapat membantu memfasilitasi masa depan pendidikan yang berbasis pada inklusi, inovasi, dan kepercayaan dalam penggunaan gabungan AI, 5G, dan teknologi inovatif lainnya.

Teknologi AI dan 5G berada di jalur yang tepat untuk menciptakan revolusi dalam pendidikan, dari pendekatan tradisional dan terstandarisasi menuju ekosistem pembelajaran yang dinamis, personal, dan responsif. Peta jalan ini menggambarkan pendekatan untuk

memanfaatkan inovasi-inovasi ini, sekaligus memberikan makna pada perencanaan yang matang, pengembangan kebijakan, dan pendekatan inklusif. Terdapat tantangan penting yang perlu diatasi secara proaktif agar para pemangku kepentingan dapat memastikan bahwa semua peserta didik dan pendidik memiliki akses terhadap manfaat teknologi AI dan 5G untuk menciptakan sistem pendidikan yang efektif, adil, dan siap menghadapi masa depan.

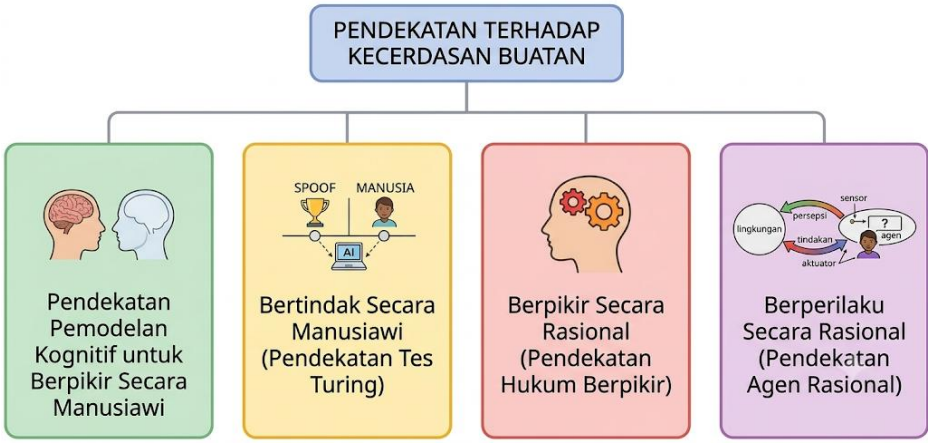
BAB 13
KEMAJUAN DAN INOVASI AI PENDIDIKAN

13.1 PENGANTAR AI DALAM PENDIDIKAN

Salah satu upaya ilmiah dan teknologi terpenting abad ke-21 adalah kecerdasan buatan (AI), yang secara radikal mengubah ekonomi, masyarakat, dan industri. Pada dasarnya, AI adalah bidang interdisipliner yang bertujuan untuk memahami dan mengembangkan entitas atau makhluk cerdas dengan kapasitas untuk pengamatan, pembelajaran, penalaran, dan tindakan independen. Awal mula AI dapat ditemukan pada pertengahan abad ke-20, ketika ide-ide baru mulai muncul di berbagai disiplin ilmu, seperti ilmu komputer, matematika, ekonomi, filsafat, dan neurologi. Ketika John McCarthy mencetuskan istilah "AI" di Konferensi Dartmouth pada tahun 1956, bidang ini secara resmi lahir. Karena AI mencakup berbagai tujuan dan pendekatan, mendefinisikan bidang ini bisa jadi sulit. Dalam karya mereka, Russell dan Norvig mengkategorikan definisi AI berdasarkan dua garis utama: apakah mereka berfokus pada perilaku atau proses kognitif dan penalaran, dan apakah mereka mengevaluasi keberhasilan dibandingkan dengan kinerja manusia atau standar rasionalitas ideal. Kategorisasi ini mengarah pada empat metode utama:

1. *Pendekatan pemodelan kognitif untuk berpikir seperti manusia*: Pendekatan ini berfokus pada pembuatan algoritma komputer yang mensimulasikan pikiran manusia. Untuk memahami bagaimana pikiran manusia berfungsi dan kemudian meniru proses kognitif tersebut dalam mesin, disiplin ilmu seperti ilmu kognitif dan psikologi terlibat.
2. *Bertindak seperti manusia (pendekatan uji Turing)*: Pendekatan ini, yang pertama kali dipresentasikan oleh Alan Turing pada tahun 1950, mendefinisikan kecerdasan sebagai kapasitas komputer untuk menunjukkan perilaku cerdas yang identik atau tidak dapat dibedakan dari perilaku manusia. Apakah seorang interogator manusia dapat membedakan antara komputer dan manusia selama kontak mereka adalah kriteria terakhir.
3. *Berpikir rasional (Pendekatan hukum berpikir)*: Sudut pandang ini menekankan pentingnya berpikir logis dan berupaya mengembangkan sistem cerdas yang dapat mengikuti hukum berpikir yang telah ditetapkan dan sampai pada kesimpulan yang benar melalui deduksi logis.
4. *Berperilaku rasional (Pendekatan agen rasional)*: Sudut pandang kontemporer ini berfokus pada pengembangan agen rasional, yaitu sistem yang dibangun untuk mencari hasil terbaik yang mungkin atau, dalam menghadapi ketidakpastian, hasil terbaik yang diharapkan. Menurut perspektif ini, hanya proses kognitif logis yang diutamakan selama tindakan yang wajar mencapai hasil yang diinginkan. Paradigma agen rasional ini digunakan oleh sebagian besar sistem AI kontemporer, terutama dalam aplikasi dunia nyata, untuk menghasilkan agen yang menyadari lingkungan sekitarnya dan mengambil tindakan untuk meningkatkan efektivitasnya.

Kemunculan pembelajaran mesin (ML), cabang AI yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data tanpa pemrograman yang kompleks, adalah salah satu pendorong utama kemajuan AI. Deep learning, sebuah sub-bidang dari ML, telah lebih jauh mentransformasi disiplin ilmu ini dan menghasilkan kemajuan signifikan di bidang-bidang seperti pengenalan suara, pengenalan gambar, dan pemrosesan bahasa alami (NLP) dengan menggunakan jaringan saraf berlapis untuk menganalisis kumpulan data yang sangat besar. Karena AI dapat belajar, beradaptasi, dan membuat prediksi atau penilaian berdasarkan data yang kompleks, AI telah menciptakan prospek luar biasa di hampir setiap industri, mulai dari keuangan dan perawatan kesehatan hingga transportasi dan, yang terpenting, pendidikan. Gambar 13.1 menampilkan pendekatan terhadap AI.



Gambar 13.1 Pendekatan terhadap AI.

Peran AI dalam Teknologi Pendidikan

Perubahan signifikan diwakili oleh penggabungan AI ke dalam teknologi pendidikan (EdTech), yang melampaui sumber daya digital konvensional untuk menawarkan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis, personal, dan adaptif. Kemampuan AI untuk memproses data, mengenali pola, dan mengubah jawaban terbukti sangat penting untuk menyelesaikan sejumlah masalah yang terus-menerus terjadi dalam pendidikan, termasuk mengelola volume data pendidikan yang sangat besar, mengakomodasi berbagai gaya belajar, dan menawarkan umpan balik individual. Kategori-kategori penting berikut dapat digunakan untuk mengklasifikasikan dampak AI dalam EdTech secara umum:

- Pertama, sistem bimbingan adaptif dan pembelajaran personal merupakan aspek penting dari dampak AI. Platform yang ditingkatkan dengan AI dapat menilai kinerja peserta didik, preferensi belajar, dan kecepatan kognitif untuk menyesuaikan konten, tingkat kesulitan, dan strategi pengajaran secara real-time. Sistem bimbingan cerdas (ITS), yang dirancang untuk menawarkan instruksi individual dan umpan balik waktu nyata dengan gaya yang mirip dengan tutor manusia, merupakan penggunaan AI yang signifikan di sektor pendidikan. Karena kemampuan sistem ini untuk mengenali kesenjangan pengetahuan, menyediakan latihan yang terfokus, dan memodifikasi jalur pembelajaran kapan saja, setiap mahasiswa akan menerima pengalaman pendidikan

yang sesuai dengan kebutuhan unik mereka. Pergeseran ini menjauh dari pendekatan "satu ukuran untuk semua" dalam upaya untuk meningkatkan efektivitas dan keterlibatan.

- Kedua, AI mengubah metode evaluasi dan umpan balik; teknik evaluasi konvensional seringkali memakan waktu lama dan memberikan umpan balik setelah menunggu. AI memiliki kemampuan untuk secara otomatis mengevaluasi berbagai tugas, seperti esai dan pertanyaan pilihan ganda, menggunakan algoritma NLP, memberikan umpan balik langsung kepada mahasiswa tentang pekerjaan mereka. Selain penilaian dasar, sistem berbasis AI dapat menawarkan umpan balik kualitatif, menyoroti kesalahan umum, merekomendasikan area untuk perbaikan, dan membantu mahasiswa dalam memahami materi dengan lebih baik. Memberikan umpan balik langsung kepada mahasiswa sangat penting untuk meningkatkan pembelajaran mereka dan memungkinkan mereka untuk segera memperbaiki kesalahan, yang mempercepat proses pembelajaran.
- Terakhir, AI memainkan peran utama dalam penambangan data pendidikan (EDM) dan analitik pembelajaran. Dengan menganalisis kumpulan data besar yang dihasilkan oleh interaksi mahasiswa dengan platform pembelajaran daring, algoritma AI dapat menemukan tren tersembunyi, memprediksi kinerja mahasiswa, mengidentifikasi mahasiswa yang berisiko, dan bahkan menilai efektivitas berbagai gaya pengajaran. Dengan menggunakan wawasan ini, pendidik dan lembaga pendidikan dapat membuat keputusan berbasis data yang meningkatkan desain kurikulum, meningkatkan metode pengajaran, dan memberikan dukungan awal kepada mahasiswa yang kesulitan. Kemampuan untuk mengubah data mentah menjadi pengetahuan yang mendalam ini mendorong peningkatan berkelanjutan dalam hasil pendidikan.

Signifikansi Inovasi Berbasis AI dalam Pembelajaran

Di luar personalisasi atau otomatisasi sederhana, kemajuan berbasis AI dalam pendidikan menandai perubahan mendalam dalam cara pengetahuan dikumpulkan, dibagikan, dan digunakan. Alih-alih hanya meningkatkan sistem pendidikan yang ada, kemajuan ini secara aktif menghasilkan kemungkinan baru bagi pengajar dan mahasiswa. Pengaruh transformatif dapat diteliti menggunakan sejumlah faktor penting. Pertama, kemajuan dalam AI sangat meningkatkan hasil pembelajaran dan keterlibatan mahasiswa. Melalui penyediaan pengalaman belajar yang sangat disesuaikan dan adaptif, AI menjamin bahwa konten disajikan kepada setiap mahasiswa dengan kecepatan terbaik dan dalam format yang paling efisien. Meta-analisis yang menunjukkan dampak positif pembelajaran berbasis AI terhadap prestasi dan antusiasme mahasiswa menunjukkan bahwa hal ini menghasilkan peningkatan penguasaan keterampilan, retensi pengetahuan yang lebih baik, dan pemahaman yang lebih dalam. Aspek interaktif dan reaktif dari produk bertenaga AI semakin meningkatkan keterlibatan mahasiswa, mengubah pembelajaran dari proses pasif menjadi proses dinamis.

Kecerdasan buatan juga sangat penting untuk mempromosikan aksesibilitas dan kesetaraan yang lebih besar dalam pendidikan. Sumber daya berbasis AI dapat mengakomodasi berbagai kebutuhan pembelajaran, termasuk kebutuhan anak-anak

penyandang disabilitas. Fitur-fitur seperti konversi ucapan ke teks, terjemahan waktu nyata, antarmuka adaptif, dan distribusi materi yang disesuaikan dengan masalah pembelajaran unik setiap pelajar dapat membantu meruntuhkan batasan pendidikan tradisional. Hal ini membuat pengalaman belajar berkualitas tinggi lebih mudah diakses, memastikan bahwa pendidikan adil dan menjangkau khalayak global yang lebih luas. Terakhir, AI meningkatkan kemampuan pendidik dengan meningkatkan pengetahuan mereka dan membebaskan waktu yang berharga. Dengan mengotomatiskan tugas-tugas berulang seperti penilaian, pekerjaan administratif, dan bahkan perencanaan pelajaran dasar, AI membebaskan pengajar untuk fokus pada tanggung jawab pengajaran yang lebih kompleks. Ini mencakup memperhatikan kebutuhan sosial-emosional mahasiswa, mendorong pemikiran kritis, memfasilitasi proyek kelompok, dan memberikan bimbingan satu lawan satu. AI memungkinkan interaksi yang lebih signifikan dan bermakna, mengubah peran instruktur dari sekadar sumber pengetahuan menjadi mentor dan fasilitator.

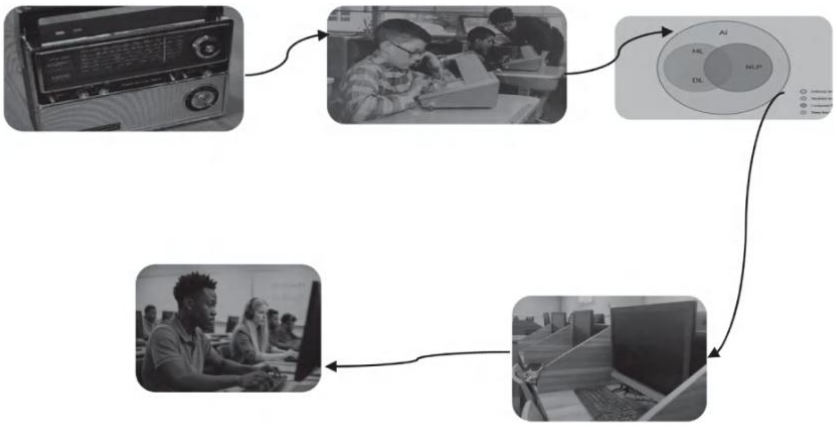
13.2 EVOLUSI AI DALAM PENDIDIKAN

Fondasi Awal: Mesin Pengajaran Mekanik dan CAI (1920-an–1970-an)

Jauh sebelum era digital, AI dalam pendidikan telah dikembangkan. Dalam upaya untuk mengotomatiskan proses evaluasi, psikolog Sidney Pressey menciptakan mesin pengajaran mekanik pertama pada tahun 1924. Mesin ini menampilkan pertanyaan pilihan ganda dan menawarkan respons instan. Sistem pengajaran berbantuan komputer (CAI) mulai muncul selama tahun 1960-an. Salah satu sistem tersebut adalah Sistem Instruksional IBM 1500, yang dapat menampung hingga tiga puluh dua stasiun kerja mahasiswa dengan kemampuan audio-visual. Dr. Patrick Suppes dari Univ Stekom mengawasi prototipe metode ini di Sekolah Dasar Brentwood di East Palo Alto, California.

Munculnya Sistem Bimbingan Belajar Cerdas (ITS) (1980-an–1990-an)

Sistem bimbingan belajar cerdas (ITS), yang menggunakan algoritma AI yang semakin kompleks untuk meniru tutor manusia, muncul pada tahun 1980-an dan 1990-an. Gambar 13.2 menunjukkan evolusi AI dalam pendidikan. Program inovatif seperti SHERLOCK dan SOPHIE menunjukkan seberapa baik ITS dapat meningkatkan keterlibatan dan kinerja mahasiswa. Sistem ini memberikan umpan balik waktu nyata, jalur pembelajaran adaptif, dan wawasan berbasis data untuk memandu taktik pengajaran dengan memanfaatkan model kognitif untuk menyesuaikan dengan kebutuhan masing-masing pembelajar.



Gambar 13.2 Evolusi AI dalam pendidikan.

Kemajuan dalam NLP dan Sistem Dialog (1990-an–2000-an)

Dekade 1990-an dan 2000-an menyaksikan perkembangan dalam NLP, yang menciptakan peluang baru bagi AI dalam pendidikan. NLP memungkinkan terciptanya sistem percakapan, yang memungkinkan mahasiswa menggunakan bahasa alami untuk berkomunikasi dengan tutor virtual bertenaga AI. Potensi sistem dialog berbasis NLP untuk meningkatkan hasil belajar dan mendorong keterlibatan mahasiswa ditunjukkan oleh program-program seperti AutoTutor dan ITSPOKE .

Pembelajaran Adaptif dan Pendidikan yang Dipersonalisasi (2000-an–2010-an)

Kecerdasan buatan memasuki sistem pembelajaran adaptif pada tahun 2000-an seiring dengan proliferasi platform pembelajaran digital. Sistem ini menganalisis data mahasiswa menggunakan algoritma ML untuk memberikan rekomendasi dan informasi yang disesuaikan. Knewton dan Smart Sparrow, dua platform pembelajaran adaptif, menunjukkan betapa efektifnya AI dalam mengatasi kesenjangan pengetahuan, mendorong penguasaan, dan menyesuaikan pengalaman belajar untuk setiap peserta didik.

Integrasi AI dalam Teknologi Pendidikan (2010-an–Sekarang)

Cara AI diintegrasikan ke dalam teknologi pendidikan mengalami perubahan dramatis pada tahun 2010-an. Platform yang digerakkan oleh AI mulai menyediakan data kinerja secara real-time, penilaian otomatis, dan produksi konten cerdas. Misalnya, algoritma AI digunakan oleh sistem penilaian esai otomatis, seperti e-rater ETS, untuk mengevaluasi dan memberi skor esai mahasiswa sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, mempercepat proses penilaian dan menawarkan respons instan. Pembuatan konten dinamis yang dipersonalisasi dan profil mahasiswa yang digerakkan oleh AI juga telah memberi pengajar pemahaman yang lebih dalam tentang preferensi belajar, kekurangan belajar, dan kekuatan setiap mahasiswa, memungkinkan mereka untuk membuat rekomendasi yang disesuaikan untuk metode pengajaran terbaik. Tabel 13.1 merangkum tahapan-tahapan kunci dalam evolusi AI di bidang pendidikan, menyoroti tonggak teknologi, karakteristiknya, dan alat atau sistem representatif dari setiap era.

Tabel 13.1 Tahapan kunci dalam evolusi AI dalam pendidikan

Periode	Subjudul/Fase	Deskripsi	Contoh Alat/Sistem
1920-an–1970-an	Dasar-dasar awal: Mesin pengajaran mekanis dan CAI	Sidney Pressey mengembangkan mesin pengajaran mekanis pertama yang menyajikan pertanyaan pilihan ganda dan memberikan umpan balik instan. Pada tahun 1960-an, sistem pengajaran berbantuan komputer (CAI) seperti Sistem Instruksional IBM 1500 muncul, mendukung beberapa stasiun kerja mahasiswa audio-visual.	Mesin pengajaran mekanis Pressey, Sistem Instruksional IBM 1500, prototipe CAI di Stanford
1980-an–1990-an	Kemunculan sistem bimbingan cerdas (ITS)	ITS menggunakan algoritma AI untuk mensimulasikan tutor manusia, menawarkan jalur pembelajaran adaptif, umpan balik waktu nyata, dan pemodelan kognitif untuk mempersonalisasi pengajaran.	SHERLOCK, SOPHIE, program ITS
1990-an–2000-an	Kemajuan dalam pemrosesan bahasa alami (NLP) dan sistem dialog	Tutor AI yang didukung NLP melibatkan mahasiswa melalui percakapan bahasa alami, meningkatkan interaksi dan hasil pembelajaran.	AutoTutor, ITSPOKE
2000-an–2010-an	Pembelajaran adaptif dan pendidikan personal	Algoritma pembelajaran mesin menganalisis data mahasiswa untuk menyesuaikan konten dan rekomendasi, mengatasi kesenjangan pengetahuan dan mendorong penguasaan.	Knewton, Smart Sparrow
2010-an–Sekarang	Integrasi AI dalam teknologi pendidikan	Platform berbasis AI mulai menawarkan analitik kinerja waktu nyata, penilaian otomatis, dan pembuatan konten cerdas, memberikan wawasan yang lebih dalam tentang gaya dan kebutuhan belajar mahasiswa.	ETS e-rater penilaian esai otomatis, platform konten dinamis bertenaga AI

Asisten Virtual dan Chatbot Bertenaga AI

Penggunaan chatbot dan asisten virtual yang digerakkan oleh AI telah merevolusi bidang pendidikan. Sumber daya ini menawarkan dukungan individual kepada mahasiswa dengan menanggapi pertanyaan, memberikan klarifikasi, dan membantu mereka mengatasi masalah. Misalnya, Australia Selatan telah mempelopori integrasi AI ke dalam penilaian mahasiswa dengan menggunakan chatbot untuk menguji kompetensi bahasa Inggris mahasiswa migran hanya dalam 52 detik, dibandingkan dengan 30 menit untuk pengajar di masa lalu. Dalam konteks yang sama, Andrew Ng meluncurkan perusahaan EdTech Kira Learning dengan tujuan mentransformasi pendidikan dengan menggunakan asisten pengajar bertenaga AI untuk meringankan beban kerja pengajar dengan mengelola perencanaan pelajaran, penilaian, dan analisis kinerja mahasiswa.

AI di Pendidikan Tinggi dan MOOC

Kecerdasan buatan juga telah memberikan dampak signifikan pada pendidikan tinggi. AI termasuk dalam semua program yang ditawarkan oleh Univ Stekom seperti Universal AI University di India, yang menawarkan pembelajaran sarjana, pascasarjana, dan doktoral yang menggabungkan AI ke dalam arsitekturnya. Lebih lanjut, pentingnya literasi AI yang semakin meningkat tercermin dalam pembelajaran daring terbuka besar-besaran (MOOC), seperti pembelajaran "Elements of AI", yang diperkenalkan pada tahun 2018 oleh Univ Stekom dan MinnaLearn dengan tujuan mengajarkan dasar-dasar AI kepada khalayak luas.

Pertimbangan dan Tantangan Etika

Meskipun pengembangan AI dalam pendidikan menawarkan banyak keuntungan, ada juga kekurangan serta dilema moral. Mengingat sistem AI membutuhkan akses ke sejumlah besar data pribadi mahasiswa, kekhawatiran seputar keamanan dan privasi data sangat penting. Lebih lanjut, kesenjangan pendidikan yang ada dapat diperkuat oleh kemungkinan bias dalam sistem AI. Agar AI dapat berhasil diintegrasikan ke dalam pendidikan, masalah-masalah ini harus diselesaikan, dan penerapan AI yang transparan dan bermoral harus dijamin. Sebagai contoh, Greenwich Public Schools di AS sedang mempertimbangkan untuk menerapkan kebijakan formal untuk mengarahkan bagaimana staf dan mahasiswa menggunakan AI, dengan fokus pada penggunaan yang etis dan bertanggung jawab yang tetap berada dalam batas standar profesional dan integritas akademik.

13.3 PERKEMBANGAN BARU DALAM AI UNTUK PENDIDIKAN

Kecerdasan buatan (AI) merevolusi pendidikan dengan meningkatkan pengajaran di seluruh dunia. Alat AI seperti NLP dan ML digunakan dalam pendidikan untuk mempersonalisasi dan meningkatkan aksesibilitas pembelajaran. Konten mahasiswa dipersonalisasi melalui algoritma pembelajaran adaptif sesuai dengan kinerja mereka. Chatbot AI dan tutor virtual menawarkan dukungan akademik berkelanjutan, dan sistem penilaian otomatis mengurangi upaya bagi pendidik. Dengan menyediakan sumber daya seperti teks-ke-suara dan terjemahan waktu nyata, AI meningkatkan pendidikan dan membantu mahasiswa yang kesulitan dengan bahasa atau disabilitas. Ini membantu dalam peningkatan desain kurikulum, deteksi kecurangan, dan prediksi hasil mahasiswa di pendidikan tinggi. Namun,

pertimbangan seperti bias, etika, dan privasi data merupakan tantangan yang signifikan. Meskipun efektivitasnya bergantung pada penerapan yang cermat dan pemantauan berkelanjutan, AI menawarkan pergeseran substansial dalam pendidikan dengan menawarkan prospek untuk pengalaman belajar yang lebih baik.

Terhubung dengan Perkembangan AI Baru

Dalam bidang pendidikan yang berkembang pesat saat ini, mengikuti perkembangan baru dalam AI sangat penting. Perkembangan AI memiliki potensi besar untuk meningkatkan administrasi, pengajaran, dan pembelajaran. Para pendidik yang selalu mengikuti perkembangan terkini dapat menggunakan alat-alat ini untuk memenuhi berbagai kebutuhan mahasiswa, mengelola kelas secara lebih efektif, dan memberikan pembelajaran individual yang lebih baik. Perkembangan terbaru seperti GPT-4 telah merevolusi cara pelatihan dilakukan dengan memungkinkan pembuatan konten dinamis, umpan balik otomatis, dan bantuan linguistik secara real-time. Para pendidik dan legislator dapat mengatasi masalah etika seperti bias, privasi, dan akses dengan lebih baik dengan selalu mengikuti perkembangan AI. Hal ini mendukung keterampilan digital yang dibutuhkan untuk pekerjaan di masa depan dan membekali lembaga untuk menggunakan alat-alat baru secara bertanggung jawab. Keterlibatan yang sering dengan kemajuan AI mendorong inovasi dan pengembangan berkelanjutan, menjamin bahwa mahasiswa memperoleh manfaat dari teknologi baru sambil mempertahankan efektivitas dan fleksibilitas pengajar dalam lingkungan yang berubah dengan cepat.

Pembelajaran Personalisasi Berbasis AI

Pembelajaran personalisasi berbasis kecerdasan buatan (AI) menyesuaikan kecepatan dan isi pengajaran untuk setiap peserta didik menggunakan algoritma cerdas. Melalui analisis kinerja real-time dan umpan balik adaptif, pendekatan ini meningkatkan keterlibatan, pemahaman, dan hasil. AI digunakan oleh sistem pembelajaran adaptif untuk menganalisis kinerja mahasiswa dan memodifikasi isi pembelajaran sesuai kebutuhan. Sistem ini mengidentifikasi area masalah, memberikan bantuan yang tepat sasaran, dan mengembangkan pengalaman belajar yang individual. Akibatnya, mahasiswa lebih tertarik, tetap terlibat, dan berprestasi lebih baik di berbagai lingkungan belajar. Platform kustomisasi konten berbasis AI ini meliputi DreamBox, Knewton, dan Khan Academy. Solusi berbasis AI ini menyoroti area kekuatan dan peningkatan mahasiswa sambil menawarkan umpan balik berkelanjutan tentang kinerja mereka. pengajar dapat menyesuaikan pelajaran mereka dan membantu mahasiswa mengelola pembelajaran mereka dengan lebih baik dengan bantuan informasi waktu nyata ini. Sistem ini membuat pembelajaran lebih individual, yang meningkatkan keterlibatan dan mempercepat keberhasilan. Tutor AI dan skema penilaian yang beradaptasi dengan kinerja mahasiswa adalah dua contohnya.

Algoritma AI digunakan dalam optimasi jalur pembelajaran untuk menganalisis data mahasiswa, termasuk perilaku, preferensi, dan kinerja. Algoritma ini menyarankan rencana pembelajaran individual berdasarkan kebutuhan dan perkembangan setiap mahasiswa. Strategi ini bertujuan untuk meningkatkan produktivitas dan motivasi sekaligus memodifikasi kurikulum untuk mendorong peningkatan hasil belajar. Misalnya, mahasiswa dapat

menggunakan analitik prediktif untuk merekomendasikan mata kuliah dan jadwal belajar. AI digunakan dalam produksi konten cerdas untuk membuat dan mengedit sumber daya pembelajaran seperti multimedia, tes, dan buku teks. Alat-alat ini mengurangi beban kerja pengajar, mempersonalisasi pengajaran, dan memfasilitasi pembuatan konten. Pengalaman belajar yang lebih efektif dan menarik dapat dihasilkan dari kemampuan sistem AI untuk menyesuaikan informasi agar sesuai dengan berbagai kebutuhan mahasiswa.

Materi Pembelajaran yang Dihasilkan AI

Menurut Aggarwal dkk, materi pembelajaran yang dihasilkan AI menghasilkan buku teks, tes, dan materi multimedia yang dipersonalisasi dan disesuaikan dengan kebutuhan setiap mahasiswa. Hal ini menghemat waktu pengajar dalam membuat konten dan memungkinkan pembelajaran yang dipersonalisasi dengan memperbarui sesuai dengan kemajuan mahasiswa. Inovasi ini meningkatkan keterlibatan mahasiswa dan meningkatkan efektivitas pendidikan. Alat-alat terkemuka di bidang ini termasuk ScribeSense dan Content Technologies. ScribeSense mengurangi beban kerja pengajar dengan secara otomatis menilai pekerjaan tulisan tangan menggunakan pengenalan karakter optik. Pembelajaran mendalam digunakan oleh Content Technologies untuk mengubah kurikulum menjadi buku teks unik yang memenuhi persyaratan kurikulum. Sumber daya ini menunjukkan bagaimana AI dapat meningkatkan peluang pendidikan.

Salah satu alat yang menggunakan AI untuk membuat ujian dan kuis dari materi pembelajaran adalah pembuatan soal otomatis. Ini menghemat waktu pengajar, menawarkan berbagai jenis soal, dan menyesuaikan tingkat kesulitan agar sesuai dengan level mahasiswa. Ini membantu pembelajaran berkelanjutan dan menemukan area di mana mahasiswa perlu meningkatkan kemampuan mereka. Sumber daya pembelajaran multimodal menggabungkan teks, audio, video, dan fitur interaktif agar sesuai dengan berbagai gaya belajar dan meningkatkan keterlibatan. Alat-alat seperti simulasi dan permainan buatan AI membantu pengguna memahami lebih baik dengan menyediakan berbagai pengalaman sensorik. Pendekatan ini meningkatkan aksesibilitas dan daya ingat, meningkatkan efektivitas dan inklusivitas pembelajaran. Salah satu alat yang dihasilkan AI ini adalah Sora dari OpenAI.

NLP dalam Pendidikan

Dengan membantu robot memahami bahasa manusia, NLP meningkatkan komunikasi dan pembelajaran pendidikan. NLP mencakup sumber daya pembelajaran bahasa, penilaian esai otomatis, dan chatbot AI untuk bimbingan belajar. NLP menawarkan umpan balik yang dipersonalisasi dan membantu beragam pembelajar dengan menafsirkan teks dan ucapan. Penggunaannya yang semakin meningkat meningkatkan keterlibatan dan efisiensi dalam pendidikan.

Tutor AI Percakapan

Tutor AI percakapan menggunakan NLP untuk menciptakan interaksi seperti manusia yang memberikan bantuan yang dipersonalisasi, menjawab pertanyaan, dan memberikan umpan balik instan. Mereka tersedia 24/7, sehingga meningkatkan keterlibatan dan aksesibilitas pembelajar. Tutor menyesuaikan diri dengan kebutuhan setiap pembelajar, mendorong pembelajaran aktif dan pengembangan keterampilan. Chatbot dan asisten virtual,

seperti tutor berbasis GPT Duolingo, menggunakan AI untuk menawarkan latihan bahasa yang dipersonalisasi dan pembelajaran percakapan. Mereka mensimulasikan dialog dunia nyata untuk meningkatkan motivasi dan kelancaran sambil memastikan setiap pembelajar memiliki akses mudah ke dukungan. Sistem penilaian esai berbasis AI mengevaluasi kreativitas, tata bahasa, dan kualitas tulisan menggunakan teknologi. Sistem ini mempercepat proses peninjauan dengan menawarkan saran individual dan umpan balik berkala. Kemampuan menulis mahasiswa ditingkatkan dan beban kerja pengajar dikurangi dengan penggunaan sumber daya ini. Namun, penilaian yang kompleks masih memerlukan peninjauan manusia.

Lebih lanjut, alat-alat bertenaga AI meningkatkan pemerolehan bahasa melalui penggunaan NLP, pengenalan suara, dan umpan balik yang disesuaikan. Latihan adaptif dan koreksi langsung disediakan oleh program seperti Rosetta Stone dan Duolingo, yang meningkatkan keterlibatan dan retensi pengguna. Dengan mendukung praktik yang mendalam dan mengakomodasi berbagai gaya belajar, teknologi ini meningkatkan efektivitas dan aksesibilitas pemerolehan bahasa.

AI untuk Dukungan Administrasi dan Pengajar

Penilaian, penjadwalan, pemantauan kehadiran, dan pembuatan laporan semuanya ditangani oleh tugas-tugas administrasi otomatis berbasis AI, yang menyederhanakan administrasi pendidikan. Pengajar dapat lebih berkonsentrasi pada pengajaran dan dukungan mahasiswa karena sistem ini mengurangi beban kerja administratif mereka. Otomatisasi memfasilitasi pengambilan keputusan yang cepat dan alokasi sumber daya dengan meningkatkan efisiensi institusional, akurasi, dan manajemen data. Perubahan ini meningkatkan efektivitas operasional dan kualitas pendidikan secara keseluruhan.

Asisten pengajar berbasis AI mendukung pendidik dengan mengelola tugas-tugas berulang termasuk perencanaan pelajaran, penilaian, dan pemantauan kemajuan mahasiswa. Sistem ini menggunakan data untuk mengidentifikasi mahasiswa yang mungkin memerlukan dukungan lebih lanjut, sehingga memungkinkan intervensi yang cepat. Asisten ini mengurangi beban pengajar sehingga mereka dapat berkonsentrasi pada pengajaran individual dan keterlibatan mahasiswa. IBM Watson Education, Civitas Learning, Squirrel AI, dan Gradescope adalah beberapa sistem AI yang membantu dalam desain pelajaran dan mendeteksi mahasiswa yang berisiko. Untuk membantu pengajar dalam pekerjaan mereka, masing-masing teknologi ini memiliki kemampuan khusus termasuk wawasan penilaian otomatis, analitik prediktif untuk prestasi mahasiswa, dan rekomendasi konten yang dipersonalisasi. Dengan berkonsentrasi pada kemampuan dan pendekatan pedagogis tertentu, pengembangan profesional berbasis AI menawarkan pelatihan individual kepada para pengajar. Hal ini mendorong pembelajaran berkelanjutan dan peningkatan strategi pengajaran dengan menggunakan analitik data untuk merekomendasikan materi dan pembelajaran yang bermanfaat. Pada akhirnya, strategi ini meningkatkan hasil belajar mahasiswa dengan membantu pengajar mengembangkan kemampuan mereka dan menyesuaikan diri dengan teknologi pendidikan baru.

Aksesibilitas dan Inklusivitas melalui AI

Dengan fitur-fitur seperti teks-ke-suara, ucapan-ke-teks, dan terjemahan waktu nyata, AI meningkatkan aksesibilitas dan inklusivitas dalam pendidikan. Mahasiswa dengan gangguan dan mereka yang mengalami masalah linguistik mendapat manfaat dari sumber daya ini. Untuk mempromosikan kesetaraan dan partisipasi, mereka juga merancang pengalaman belajar yang disesuaikan yang memenuhi berbagai kebutuhan. Platform bertenaga AI memberikan akses kepada populasi yang terpinggirkan ke peluang pendidikan tambahan sambil mendorong lingkungan yang ramah yang bermanfaat bagi semua mahasiswa. Dengan menyediakan pembelajaran individual untuk semua orang, tanpa memandang lokasi atau status keuangan, AI berkontribusi pada pendidikan yang lebih adil. AI digunakan oleh program seperti Khan Academy untuk menjangkau mahasiswa di seluruh dunia, termasuk mereka yang berada di daerah yang kurang terlayani. Selain itu, AI menyesuaikan diri dengan berbagai kebutuhan pembelajaran, menjamin bahwa setiap pelajar menerima dukungan yang mereka butuhkan. Meskipun AI mengurangi harga dan memungkinkan akses dari lokasi mana pun, masalah akses teknologi dan penggunaan AI yang adil masih perlu diatasi untuk mencapai kesetaraan pendidikan yang sejati.

Dengan menawarkan bantuan individual, teknologi AI meningkatkan akses pendidikan bagi mahasiswa penyandang disabilitas. Mahasiswa tunanetra dapat menavigasi lingkungan mereka dengan bantuan alat seperti Seeing AI dari Microsoft. Sementara perangkat komunikasi AI membantu mahasiswa dengan kesulitan berbicara, aplikasi teks-ke-ucapan dan ucapan-ke-teks membantu orang yang kesulitan membaca atau menulis. Dengan mendorong keterlibatan dan kemandirian, sumber daya ini memperluas cakupan pendidikan. AI membantu mahasiswa penyandang disabilitas dalam mengatasi tantangan pendidikan dengan menyesuaikan sumber daya dan memberikan dukungan secara real-time.

Selain itu, dengan menghilangkan hambatan bahasa, alat lokalisasi dan penerjemahan yang didukung AI meningkatkan pendidikan. Teknologi ini memungkinkan mahasiswa dari berbagai latar belakang untuk mengakses konten berbahasa ibu. Untuk berbagai skenario pembelajaran, terjemahan teks, ucapan, dan video secara real-time disediakan oleh program seperti Google Translate dan Microsoft Translator. Dengan menyesuaikan konten dengan situasi budaya tertentu, lokalisasi meningkatkan pemahaman. Dengan mendorong inklusi dan kolaborasi internasional, teknologi ini meningkatkan akses pendidikan dalam skala global. Dalam konteks pendidikan multibahasa, teknologi ini juga membantu pemahaman dan komunikasi.

Tantangan dan Pertimbangan Etis

Kesenjangan digital, prasangka algoritmik, dan privasi data adalah beberapa masalah yang dihadapi pendidikan AI. Untuk menghindari pelanggengan ketidaksetaraan, sangat penting untuk menjamin penggunaan AI yang adil dan transparan. Kontak manusia dalam pembelajaran juga dapat terpengaruh oleh ketergantungan yang berlebihan pada teknologi. Agar AI dapat digunakan dalam pendidikan secara bertanggung jawab dan adil, masalah-masalah ini harus diatasi. Tujuan privasi dan keamanan data dalam pendidikan AI adalah untuk melindungi data mahasiswa dari penyalahgunaan dan akses ilegal. Membangun kepercayaan

membutuhkan kepatuhan terhadap hukum seperti Peraturan Perlindungan Data Umum (GDPR). Informasi pribadi dapat dilindungi dan pelanggaran yang merugikan dapat dihindari baik bagi mahasiswa maupun institusi dengan menerapkan enkripsi yang kuat, anonimisasi, dan prosedur penanganan data yang aman. Bias algoritmik, yang terjadi ketika sistem AI secara tidak sengaja lebih mengutamakan beberapa kelompok daripada yang lain karena data yang menyimpang atau desain yang kurang baik, adalah kesulitan lain. Hal ini dapat menyebabkan perlakuan yang tidak adil atau penilaian yang tidak akurat terhadap kemampuan mahasiswa di kelas, yang dapat memperburuk kesenjangan yang sudah ada.

Memanfaatkan berbagai data, bersikap terbuka, dan secara rutin menilai teknologi AI untuk memastikan teknologi tersebut mendorong keadilan dan kesetaraan sangat penting dalam memerangi bias. Ketergantungan yang berlebihan pada teknologi di kelas dapat menghambat kreativitas, pemikiran kritis, dan komunikasi interpersonal. Ketergantungan yang berlebihan pada AI dapat mengurangi pentingnya kemampuan pengajar dan mahasiswa untuk memecahkan masalah. Untuk mendorong pembelajaran menyeluruh dan memastikan bahwa AI melengkapi penilaian manusia dan interaksi sosial, bukan menggantikannya, sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara teknologi dan pendekatan konvensional. Demikian pula, kesiapan pengajar dan mahasiswa untuk menggunakan AI dalam pendidikan membutuhkan pengembangan keterampilan digital dan adaptasi terhadap teknologi baru. Pengajar membutuhkan pelatihan untuk menggunakan alat AI secara efektif, dan mahasiswa harus belajar berpikir kritis tentang AI dalam pembelajaran mereka. Mempersiapkan kedua kelompok ini membantu mengurangi resistensi dan meningkatkan keuntungan teknologi dalam pendidikan, sehingga mengarah pada adopsi alat baru yang lancar.

13.4 PRAKTIK INOVATIF DALAM PENDIDIKAN BERBASIS AI

Wawasan tentang Pendidikan Berbasis AI

Ketika "kecerdasan buatan" atau AI disebutkan, orang dengan mudah membayangkan robot yang menyerupai manusia atau otak yang terhubung dengan kabel dan chip komputer. Ini adalah gambaran populer yang terkait dengan AI, tetapi gambaran tersebut tidak secara akurat mewakili apa sebenarnya AI itu. Dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam pendidikan, AI dapat diibaratkan sebagai perangkat lunak cerdas yang belajar dari data dan membantu mempersonalisasi pembelajaran, bukan robot yang berjalan-jalan. Pemahaman ini membantu kita melihat bagaimana AI benar-benar dapat mengubah cara kita belajar dan mengajar. Teknologi AI merevolusi pendidikan dengan meminimalkan beban administratif, berbagi kecerdasan yang berharga, dan memfasilitasi pertumbuhan profesional. Kemajuan ini memberdayakan pendidik dan peserta didik untuk fokus pada aspek kreatif dan strategis pengajaran dan pembelajaran, masing-masing, sehingga meningkatkan kualitas pendidikan.

Pendidikan berbasis kecerdasan buatan mengacu pada penerapan program dan teknologi komputer cerdas yang dirancang untuk meningkatkan efektivitas pengajaran dan meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Ia memanfaatkan data dan alat berbasis AI untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif dan mudah diakses bagi semua orang. Alat-alat bertenaga AI, seperti gamifikasi, realitas virtual (VR), dan realitas tertambah (AR), dapat

melengkapi teknik tradisional. Agatova dan Latipova meneliti implementasi dan kemajuan pembelajaran personalisasi di Univ Stekom dengan dukungan alat AI, menganalisis lanskap teknologi pendidikan berbasis AI saat ini di dua negara berkembang dan menyoroti tantangan utama dan peluang masa depan di bidang ini. Namun, tantangan tetap ada, seperti kurangnya komunikasi pribadi dan kesulitan dalam mengenali emosi.

Dengan meningkatkan pengalaman belajar, membantu pengajar, mendorong perilaku kreatif, dan membuka pintu untuk studi lebih lanjut di bidang ini, Jabeen dkk. memajukan pengetahuan kita tentang bagaimana AI dan ML dapat merevolusi pendidikan. Sejumlah kampanye internasional telah dimulai untuk membuat pendidikan AI tersedia bagi semua orang. Untuk menyediakan kemampuan AI yang dibutuhkan bagi mahasiswa, pengembang, dan profesional, Akademi OpenAI di India, misalnya, berupaya meningkatkan akses ke pendidikan AI di negara tersebut. Demikian pula, untuk mendorong inovasi dan mempertahankan pertumbuhan ekonomi, reformasi pendidikan Tiongkok memasukkan AI ke setiap tingkatan sistem pendidikannya. Kontribusi-kontribusi ini sangat penting untuk menyesuaikan pendidikan dengan tuntutan konteks teknologi yang berkembang pesat. Pendekatan inovatif terhadap pendidikan yang sepenuhnya memanfaatkan AI merevolusi prosedur kelembagaan dan lingkungan pembelajaran secara global. Metode-metode ini terdiri dari:

1. Sistem pembelajaran personal dan adaptif/teknologi emosional
2. Sistem bimbingan belajar cerdas
3. Otomatisasi tugas administrasi dan penilaian
4. Platform pembelajaran imersif dan interaktif
5. Pertimbangan etis dan arah masa depan dalam pendidikan berbasis AI

Sistem Pembelajaran Personal dan Adaptif/Teknologi Emosional

Dengan menyesuaikan kecepatan dan isi pengajaran dengan minat, kekurangan, dan kemampuan khusus setiap mahasiswa, platform pembelajaran personal berbasis AI merevolusi ruang kelas. Analisis data kinerja mahasiswa secara real-time oleh sistem ini memungkinkan mereka untuk memodifikasi kesulitan pelajaran dan menyediakan sumber daya yang mendukung tujuan pembelajaran unik setiap mahasiswa. Untuk menjamin bahwa setiap orang maju dengan kecepatan ideal mereka sendiri, platform adaptif, misalnya, dapat melewati konten yang tidak perlu untuk mahasiswa yang ahli atau menawarkan bantuan terfokus bagi mereka yang kesulitan. Metode ini sangat berhasil untuk berbagai kelompok, seperti mahasiswa penyandang disabilitas atau mahasiswa dengan latar belakang pendidikan yang berbeda, dan telah membuat pengajaran individual berkualitas tinggi tersedia secara luas.

Dengan melakukan diskusi yang bermakna dengan anak-anak dan menyediakan mekanisme penanggulangan, chatbot bertenaga AI menawarkan dukungan kesehatan mental yang berkelanjutan. Pembelajaran menjadi kurang menakutkan dan lebih mendukung secara emosional sebagai hasil dari pengurangan kekhawatiran, stres, dan kesepian. Dengan menawarkan lingkungan pembelajaran individual, sistem pembelajaran adaptif dan sistem e-

learning yang cerdas secara emosional (EIES) merevolusi cara orang belajar. Gambar 13.3 menampilkan praktik inovatif dalam pendidikan bertenaga AI.

Gambar 13.3 Praktik inovatif dalam pendidikan berbasis AI.

Sistem Bimbingan Belajar Cerdas

Di banyak ruang kelas, sistem bimbingan belajar cerdas—yang menggunakan teknologi cerdas untuk menyesuaikan materi pembelajaran bagi mahasiswa tertentu—telah menjadi hal yang umum. AI digunakan oleh sistem bimbingan belajar cerdas (ITS) untuk mensimulasikan fungsi tutor manusia, menawarkan petunjuk, bantuan terarah, dan umpan balik instan. Berbeda dengan pendekatan pengajaran standar tradisional, ITS mampu mengidentifikasi kesalahpahaman spesifik dan memodifikasi penjelasan atau tugas latihan sesuai kebutuhan. Karena teknologi ini memberikan bantuan individual tepat ketika dibutuhkan, teknologi ini tidak hanya meningkatkan prestasi akademik tetapi juga menginspirasi mahasiswa untuk memperoleh keterampilan pemecahan masalah secara mandiri. Sistem bimbingan belajar cerdas merupakan alat yang berguna untuk mengisi kesenjangan pendidikan di pendidikan dasar, menengah, dan pascasarjana karena kemampuannya untuk memberikan dukungan yang terukur dan disesuaikan. Mahasiswa kini memiliki akses ke bimbingan dan umpan balik secara real-time, berkat pengenalan asisten virtual dan ITS yang digerakkan oleh AI. Sumber daya ini meniru sesi bimbingan satu lawan satu dengan memberikan klarifikasi, menjawab pertanyaan, dan membantu mahasiswa memahami ide-ide yang sulit. Melalui aksesibilitas yang konstan, kesenjangan antara pengajaran di kelas dan studi yang dipersonalisasi dijembatani, sehingga mendorong pembelajaran berkelanjutan.

Dalam hal teknologi emosional, sistem AI semakin dilengkapi dengan alat-alat seperti analisis sentimen, identifikasi nada bicara, dan analisis ekspresi wajah untuk mengidentifikasi dan menguraikan keadaan emosional mahasiswa saat mereka terlibat dalam kegiatan pendidikan. Dengan mengenali tanda-tanda frustrasi, kebosanan, atau keterlibatan, AI dapat menyesuaikan penyampaian konten, memberikan dorongan tepat waktu, atau menyarankan istirahat, sehingga menciptakan lingkungan belajar yang lebih responsif dan suportif. EIES

menggunakan model Bayesian untuk mengantisipasi emosi mahasiswa dan menyesuaikan umpan balik secara real-time, meningkatkan motivasi dan keterlibatan.

Otomatisasi Tugas Administratif dan Penilaian

Alat-alat bertenaga AI dapat mengotomatiskan tugas-tugas administratif, memungkinkan pendidik untuk mengalokasikan lebih banyak waktu untuk interaksi yang bermakna dengan mahasiswa. AI menyederhanakan proses administrasi dan penilaian, membebaskan pendidik dari tugas-tugas berulang seperti pemberian nilai, penjadwalan, dan entri data. Alat penilaian otomatis dapat secara efisien mengevaluasi pilihan ganda, jawaban singkat, dan bahkan beberapa jawaban esai, memberikan umpan balik yang cepat kepada mahasiswa dan memungkinkan pengajar untuk fokus pada tugas-tugas pengajaran yang lebih kompleks. Selain itu, administrator dapat membuat keputusan yang lebih baik tentang desain kurikulum dan alokasi anggaran, berkat analitik bertenaga AI yang membantu mereka mengidentifikasi tren dalam kinerja mahasiswa. Selain meningkatkan produktivitas, otomatisasi ini membantu menciptakan intervensi pendidikan yang lebih tepat waktu dan berpengetahuan.

Platform Pembelajaran Imersif Interaktif

Melalui pengalaman yang digamifikasi, VR, dan simulasi interaktif, platform pembelajaran imersif bertenaga AI merevolusi keterlibatan. Dengan menelusuri peristiwa sejarah di dunia simulasi atau melakukan eksperimen sains virtual, pengaturan ini memungkinkan mahasiswa untuk secara praktis menyelidiki ide-ide yang sulit. Dengan memodifikasi skenario sebagai respons terhadap masukan pengguna, AI mempersonalisasi pengalaman ini dan membuat setiap peserta didik tetap terlibat dan tertantang. Efek akhirnya adalah proses pembelajaran dinamis dan interaktif yang meningkatkan pemahaman dan daya ingat jauh lebih baik daripada pendekatan pasif.

Ruang Kelas Virtual yang Didorong AI

Ruang kelas virtual yang didorong AI menggabungkan VR dan AI untuk meningkatkan pembelajaran daring. Ruang kelas ini menawarkan bimbingan individual dan simulasi realistis yang meningkatkan hasil pembelajaran dan keterlibatan mahasiswa. NLP meningkatkan komunikasi mahasiswa-pengajar dalam lingkungan pembelajaran daring. Misalnya, Bhashi dkk. menciptakan ruang kelas VR yang menggabungkan asisten virtual AI untuk memberikan umpan balik yang dipersonalisasi, tes interaktif, dan bantuan waktu nyata. Pembelajaran mereka menunjukkan bahwa dengan mengakomodasi berbagai gaya belajar, pengaturan ini sangat meningkatkan motivasi dan keterlibatan mahasiswa. Selain itu, untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang imersif dan menarik, ruang kelas pintar diperkenalkan dengan dasbor interaktif, AR, dan asisten virtual yang digerakkan oleh AI. Misalnya, aplikasi AR yang menampilkan anatomi manusia dan struktur rumit dalam tiga dimensi membantu mahasiswa teknik dan kedokteran memahami konsep dengan lebih baik daripada dengan pendekatan konvensional. Di ruang kelas, di mana perhatian individual seringkali terbatas karena ukuran kelas yang besar, kemajuan ini memiliki dampak yang signifikan.

Tabel 13.2 Menunjukkan teknologi AI utama yang mentransformasi pendidikan

No.	Teknologi Pendidikan Berbasis AI	Deskripsi	Studi Kasus/Contoh
1.	Sistem Pembelajaran Personalisasi Berbasis AI	Platform yang menganalisis data peserta didik untuk menyesuaikan konten dan kecepatan pendidikan dengan kebutuhan individu.	Squirrel AI dan Microsoft Reading Coach menyesuaikan jalur pembelajaran dengan kekuatan dan gaya belajar mahasiswa.
2.	Teknologi Pembelajaran Adaptif	Penyesuaian kesulitan dan konten secara real-time berdasarkan kinerja mahasiswa untuk menjaga agar peserta didik tetap tertantang dan termotivasi.	Duolingo menyesuaikan latihan bahasa secara dinamis berdasarkan akurasi dan kecepatan pengguna.
3.	Penilaian dan Umpan Balik Otomatis	Algoritma AI secara otomatis menilai tugas dan memberikan umpan balik instan dan terperinci kepada mahasiswa.	Grammarly dan Turnitin menawarkan umpan balik tulisan otomatis; AI Re-cursive menilai jawaban matematika tulisan tangan dengan cepat.
4.	Sistem Bimbingan Cerdas (ITS)	Sistem AI yang memberikan instruksi yang dipersonalisasi, umpan balik real-time, dan menyesuaikan konten dengan kebutuhan peserta didik.	Sistem Informasi Teknologi (ITS) digunakan di pendidikan dasar hingga menengah, pendidikan tinggi, dan pelatihan perusahaan untuk meningkatkan keterlibatan dan mengotomatiskan penilaian.
5.	Pembelajaran Realitas Virtual (VR) dan Realitas Tertambah (AR)	Teknologi imersif yang memungkinkan pembelajaran berbasis pengalaman melalui lingkungan virtual dan simulasi.	VR/AR digunakan untuk menjelajahi situs bersejarah, melakukan eksperimen virtual, dan memvisualisasikan subjek yang kompleks.
6.	Gamifikasi dan Pembelajaran Imersif	Pemanfaatan elemen permainan dan teknologi imersif untuk melibatkan mahasiswa dan meningkatkan motivasi.	Kahoot! dan Minecraft: Education Edition menggunakan AI untuk kuis dan simulasi adaptif. ClassDojo menggabungkan aktivitas yang digamifikasi, seperti perburuan harta karun dan kuis, untuk meningkatkan partisipasi.

Gamifikasi dan AI

Gamifikasi mengacu pada penggabungan elemen-elemen menyenangkan yang terinspirasi dari permainan ke dalam aktivitas sehari-hari untuk membuat pembelajaran lebih menarik dan memotivasi. Berkat AI, pendekatan ini menjadi lebih cerdas. AI dapat menyesuaikan pengalaman belajar untuk setiap mahasiswa, membuat pelajaran terasa lebih personal dan interaktif. Hal ini tidak hanya membuat mahasiswa tetap tertarik tetapi juga membantu mereka belajar lebih efektif. Gamifikasi membuat pembelajaran lebih menarik, memotivasi, dan mudah diingat bagi mahasiswa. Dengan memperkenalkan elemen permainan, gamifikasi mengubah pelajaran menjadi pengalaman belajar yang menarik dan bermakna. Pendekatan ini juga mendorong persaingan sehat, kerja tim, dan pengembangan keterampilan pemecahan masalah. Beberapa contoh platform gamifikasi bertenaga AI terkemuka adalah Kahoot!, 360learning, Thirst, Classcraft, ClassDojo, dan Duolingo. Misalnya, Kahoot!+ adalah perangkat pengajaran lengkap untuk pelajaran yang menarik, pekerjaan rumah dan tugas, ulasan, dan penilaian. Alat-alat ini menggunakan fitur desain game dan jalur pembelajaran yang dipersonalisasi untuk menciptakan pengalaman pendidikan yang lebih kaya dan interaktif.

AI untuk Pendidikan Khusus

Teknologi berbasis kecerdasan buatan telah menunjukkan potensi besar dalam mendukung pendidikan khusus dengan menyediakan pengalaman pembelajaran yang dipersonalisasi yang disesuaikan dengan kebutuhan unik setiap mahasiswa. Alat AI ini dapat menyesuaikan penyampaian konten, menawarkan umpan balik secara real-time, dan membantu pendidik dalam melacak kemajuan, sehingga meningkatkan keterlibatan dan hasil pembelajaran bagi mahasiswa dengan kemampuan yang beragam. Mahasiswa penyandang disabilitas termotivasi dengan teknologi bantu ini seperti text-to-speech dan pengenalan ucapan ke teks. Alat bertenaga AI seperti Immersive Reader dari Microsoft membantu mahasiswa dengan disleksia atau kesulitan membaca dengan membacakan teks dengan lantang atau membaginya menjadi bagian-bagian yang mudah dicerna, sehingga konten menjadi lebih mudah diakses.

Pertimbangan Etis dan Arah Masa Depan dalam Pendidikan Bertenaga AI

Beberapa ilmuwan dan insinyur berpendapat bahwa AI masih jauh dari mencapai kesadaran tingkat manusia. Investigasi kesadaran tidak memicu dorongan mendesak untuk membahas pertanyaan etika yang ditimbulkannya. Studi tentang etika AI mencakup serangkaian prinsip moral dan pertimbangan etika yang luas, serta pedoman, kebijakan, aturan, dan hukum yang membentuk AI. Namun, penggunaan AI di sekolah menghadapi sejumlah hambatan. Implementasi pendidikan AI membuka peluang luar biasa untuk kemajuan dan inovasi, tetapi menimbulkan tantangan kompleks yang membutuhkan perhatian cermat.

Lembaga pendidikan mengatasi tantangan ini dengan menerapkan kebijakan yang kuat dan meningkatkan sistem. Realisasi penuh manfaat AI bersamaan dengan perlindungan keadilan membutuhkan keterlibatan kritis dari para ahli teknologi dan pendidik untuk membangun kepercayaan dan inklusi dalam lingkungan pendidikan. Pembentukan kerangka

kerja dan pedoman etika oleh para pemangku kepentingan sangat penting untuk memastikan penerapan teknologi AI yang transparan dan adil dalam lingkungan institusional. Keseimbangan antara kemajuan teknologi dan sifat esensial dari implementasi yang bertanggung jawab muncul sebagai faktor penting untuk membuka potensi manfaat AI bagi pengembangan pendidikan di masa depan. Kesimpulannya, AI harus dipandang sebagai mitra pendukung dalam pendidikan, yang diharapkan digunakan dengan bijaksana dan dengan kepatuhan yang kuat terhadap standar etika. Praktik-praktik inovatif dalam pendidikan berbasis AI ini menghadirkan banyak peluang potensial dan sangat memengaruhi pendidikan secara positif, tetapi tidak tanpa tantangan dan arah masa depan.

13.5. IMPLEMENTASI PRAKTIS AI DALAM PENDIDIKAN

Pembelajaran yang Dipersonalisasi di Carnegie Learning

Salah satu perusahaan pertama yang menggunakan AI dalam pendidikan individual adalah Carnegie Learning. Sistemnya untuk pengajaran matematika adaptif membantu mencapai hal ini. Sistem tersebut menganalisis kinerja mahasiswa secara real-time menggunakan algoritma AI. Dengan cara yang serupa, sistem ini dapat memodifikasi materi pendidikan secara tepat, memungkinkan jalur pembelajaran yang disesuaikan. Metode ini menawarkan umpan balik yang disesuaikan dengan kecepatan dan preferensi belajar setiap mahasiswa, selain membantu mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan. Meskipun penyesuaian semacam ini dapat menghasilkan hasil akademik yang lebih baik dan keterlibatan mahasiswa yang lebih besar, hal ini juga menimbulkan kekhawatiran tentang privasi data dan efek pedagogis dari berkurangnya kendali instruktur. Namun, tren yang lebih luas menuju pemanfaatan AI untuk mendukung pembelajaran individual di lingkungan pendidikan K-12 dan pendidikan tinggi ditunjukkan oleh paradigma Carnegie Learning.

Sistem Bimbingan Belajar Cerdas

Platform berbasis komputer yang dikenal sebagai ITS meniru beberapa karakteristik bimbingan belajar manusia dalam upaya untuk memberikan pengajaran individual secara instan. Dengan memanfaatkan ilmu kognitif, sistem ini menggunakan algoritma adaptif untuk memodifikasi strategi pengajaran secara real-time sesuai dengan proses mental mahasiswa. AutoTutor, misalnya, menggunakan percakapan bahasa alami untuk mendorong pembelajaran yang lebih mendalam. Meskipun mereka kesulitan dengan respons mahasiswa yang kompleks dan isyarat emosional, ITS sangat baik dalam matematika dan pemrograman. Oleh karena itu, peningkatan penggunaannya menunjukkan pergeseran menuju jenis bantuan pendidikan yang lebih terukur dan disesuaikan.

Alat Penilaian Berbasis AI

Instrumen evaluasi berbasis AI merupakan kemajuan besar dalam penilaian pembelajaran mahasiswa. Selain itu, alat-alat ini memberikan wawasan berbasis data dan otomatis yang meningkatkan pendekatan konvensional. Sejumlah besar data mahasiswa dapat diproses oleh program-program ini untuk memberikan umpan balik instan. Selain itu, mereka dapat mengenali tren pembelajaran dan bahkan memprediksi kinerja di masa depan. Tren ini paling baik diilustrasikan oleh teknologi seperti dasbor analitik waktu nyata dan penilaian esai

otomatis. Meskipun berpotensi menyederhanakan evaluasi dan mengurangi beban kerja pengajar, masih ada pertanyaan tentang kapasitas mereka untuk menangkap keterampilan yang rumit dan bergantung pada konteks seperti kreativitas atau penalaran moral. Selain itu, untuk mengurangi bias algoritmik dan menjamin hasil yang adil, penggunaannya memerlukan validasi menyeluruh. Dengan demikian, penilaian yang ditingkatkan AI paling baik dilihat sebagai pelengkap daripada pengganti penilaian evaluatif manusia.

Aplikasi Pembelajaran Bahasa

Aplikasi pembelajaran bahasa yang didukung AI, seperti Duolingo dan Babbel, menunjukkan bagaimana ML dan NLP dapat mendukung akuisisi bahasa yang dipersonalisasi. Platform ini menyesuaikan latihan berdasarkan kinerja pembelajar. Mereka juga menawarkan umpan balik langsung dan latihan terstruktur di seluruh tugas mendengarkan, berbicara, membaca, dan menulis. Dengan memanfaatkan pengenalan suara dan algoritma adaptif, mereka menyediakan peluang yang mendalam dan interaktif yang melampaui pengaturan kelas tradisional. Namun, program-program ini mungkin tidak dapat memberikan wawasan budaya dan umpan balik yang bernuansa yang berasal dari instruktur manusia. Oleh karena itu, kemungkinan besar program-program ini bekerja paling baik ketika diintegrasikan ke dalam kerangka kerja pembelajaran bahasa komunikatif yang menyeluruh.

Analisis Prediktif dalam Retensi Mahasiswa

Untuk memprediksi risiko putus sekolah dan memandu respons yang cepat, analisis prediktif dalam pendidikan menggunakan AI untuk mengevaluasi data mahasiswa baik historis maupun terkini. Dengan memeriksa pola dalam prestasi akademik, kehadiran, keterlibatan belajar, dan latar belakang, sekolah dapat menentukan apakah anak-anak berisiko tertinggal secara akademis, tidak terlibat dalam pembelajaran, atau berisiko putus sekolah. Sistem seperti *Blackboard Analytic*s dan *Civitas Learning*, misalnya, menawarkan dasbor yang memungkinkan penasihat membuat pilihan berdasarkan data. Teknik-teknik ini menimbulkan pertanyaan etis tentang pembuatan profil mahasiswa dan kemungkinan melanggengkan ketidakseimbangan yang sudah ada, meskipun menjanjikan peningkatan retensi dan efisiensi institusional. Oleh karena itu, keterbukaan, partisipasi pemangku kepentingan, dan penilaian berkelanjutan terhadap dampaknya diperlukan untuk penerapan analitik prediktif yang tepat.

AI dalam Pendidikan Khusus

Karena teknologi AI dapat menyesuaikan dukungan dengan kebutuhan unik setiap mahasiswa, teknologi ini sangat penting dalam pendidikan khusus. Potensi ini ditunjukkan oleh alat-alat seperti perangkat lunak pengenalan emosi untuk individu dalam spektrum autisme dan aplikasi pengubah ucapan menjadi teks untuk anak-anak disleksia. Meskipun teknologi ini berpotensi meningkatkan hasil akademik, komunikasi, dan keterlibatan, penerapannya haruslah beretika dan inklusif. Yang penting, AI harus digunakan sebagai komponen dari kerangka kerja yang lebih besar berupa pengajaran adaptif dan responsif, bukan sebagai pengganti keahlian manusia.

Asisten Pembelajaran Virtual

Asisten pembelajaran virtual menggunakan AI percakapan untuk menawarkan dukungan sesuai permintaan kepada mahasiswa. Mereka membantu peserta didik dengan

konten pembelajaran, mengelola tugas, dan menjawab pertanyaan akademis. Contoh seperti IBM Watson Tutor dan chatbot AI yang terintegrasi ke dalam sistem manajemen pembelajaran membantu mengurangi beban kerja instruktur. Mereka memberikan dukungan yang terukur, terutama dalam pembelajaran daring dengan jumlah peserta didik yang besar. Namun, efektivitasnya bergantung pada NLP tingkat lanjut dan kemampuan adaptasi kontekstual. Alat-alat ini dapat membantu mempercepat pembelajaran dan meningkatkan kepuasan peserta didik. Tetapi, mereka harus mendukung, bukan menggantikan, peran penting yang dimainkan oleh pengajar manusia dalam membangun hubungan dan pengajaran.

Platform Pembelajaran Adaptif

Platform pembelajaran adaptif menggunakan AI untuk secara dinamis memodifikasi presentasi konten berdasarkan penilaian berkelanjutan terhadap kinerja peserta didik. Platform ini, seperti Smart Sparrow dan Knewton, membangun jalur pembelajaran yang dipersonalisasi yang merespons kemajuan mahasiswa secara real-time, sehingga mendorong pembelajaran penguasaan. Mereka memenuhi beragam tuntutan kelas yang berbeda dengan menyediakan instruksi individual dalam skala besar. Namun, efektivitas model pedagogis yang mendasarinya dan keterbukaan algoritma adaptif sangat penting untuk keberhasilannya. Lebih lanjut, ketergantungan yang berlebihan pada otomatisasi dapat secara tidak sengaja mengurangi peran interpretatif pengajar. Oleh karena itu, daripada mengambil peran pembelajaran yang dipandu pendidik, sistem adaptif harus dilihat sebagai instrumen kooperatif yang melengkapinya.

13.6 TREN DAN TANTANGAN MASA DEPAN AI DALAM PENDIDIKAN

Mempelajari jalur yang saling terkait dan ketegangan laten yang menyertai penyebaran AI yang cepat sangat penting karena teknologi semakin terintegrasi ke dalam lingkungan pendidikan modern. Ada kemungkinan bahwa kemajuan AI generatif, dorongan untuk algoritma yang bermoral, dan inisiatif untuk membuat sistem cerdas lebih mudah diakses oleh semua orang akan mengubah standar pendidikan dengan cara yang belum sepenuhnya jelas saat ini. Namun, peluang-peluang ini diiringi oleh kekhawatiran yang terus-menerus tentang etika data, pengawasan, hilangnya peran pengajar, dan koherensi tujuan kurikulum dalam lingkungan yang dimediasi AI. Percakapan berikut ini bertujuan untuk menganalisis secara kritis kemajuan-kemajuan ini, membahas baik kemungkinan revolusioner maupun pertanyaan terbuka yang dihadirkan AI bagi teori dan praktik pendidikan.

Integrasi AI ke dalam Desain Kurikulum

Integrasi AI ke dalam desain kurikulum merupakan pergeseran signifikan dalam filosofi dan praktik pendidikan, yang menghadirkan peluang dan tantangan yang menarik. Pergeseran menuju model pedagogis yang lebih responsif ditunjukkan oleh tren yang muncul, seperti sistem pembelajaran adaptif yang menyesuaikan materi pengajaran, kecepatan, dan evaluasi sebagai respons terhadap profil mahasiswa yang unik. Namun, perkembangan ini harus dilihat dalam konteks keterbatasan kerangka kurikulum saat ini, yang seringkali menghambat perubahan cepat. Salah satu kekhawatiran utama adalah apakah teknologi AI dapat mengotomatiskan sistem yang ada alih-alih memfasilitasi reformasi kurikulum yang benar-

benar kreatif dan inklusif. Diperlukan kerangka kerja kolaboratif yang menggabungkan inovasi teknologi dengan kearifan pedagogis untuk merancang pembelajaran yang secara kritis berinteraksi dengan asumsi epistemologis AI, khususnya preferensinya terhadap hasil kuantitatif.

Pertimbangan Etis dalam Implementasi AI

Pertimbangan etis akan sangat penting dalam diskusi tentang implementasi AI dalam pendidikan. Hal ini penting karena algoritma yang dikembangkan semakin berpengaruh terhadap lintasan pembelajaran dan penilaian. Isu-isu seperti bias algoritmik, ketidaktransparanan, dan dehumanisasi proses pedagogis menimbulkan dilema etis yang serius. Tantangan di masa depan tidak hanya terletak pada perancangan sistem AI yang selaras secara etis, tetapi juga dalam memastikan bahwa prinsip-prinsip etis tertanam di seluruh siklus hidup AI pendidikan—dari pengumpulan data hingga penerapan dan evaluasi. Mengingat sifat etika dalam pendidikan yang dinamis dan sensitif terhadap konteks, pedoman statis tidak cukup; sebaliknya, kerangka kerja etis yang berulang dan partisipatif mungkin diperlukan untuk mengikuti perkembangan teknologi yang pesat. Selain itu, mahasiswa dan pendidik harus dibekali dengan literasi AI yang kritis untuk terlibat secara bermakna dengan teknologi ini dan menantang hasil yang tidak adil jika perlu. Oleh karena itu, implementasi etis bukanlah tambahan teknis, melainkan perhatian inti yang membutuhkan solusi interdisipliner dan berbasis informasi dari para pemangku kepentingan.

Privasi dan Keamanan Data

Perkembangan pesat teknologi AI dalam pendidikan menimbulkan kekhawatiran mendesak terkait privasi dan keamanan data, khususnya karena platform pembelajaran semakin banyak mengumpulkan informasi yang luas dan sensitif tentang perilaku, kinerja, dan bahkan keadaan emosional mahasiswa. Meskipun analitik prediktif dan pemodelan pembelajar menghadirkan keuntungan pedagogis yang signifikan, keduanya secara bersamaan mengekspos mahasiswa pada potensi risiko penyalahgunaan data dan pengawasan. Tantangan kritis ke depan melibatkan pembentukan kerangka kerja tata kelola data yang kuat. Karena data pendidikan menjadi aset penting untuk pelatihan AI, lembaga-lembaga menghadapi tugas yang rumit untuk memaksimalkan kegunaannya sekaligus meminimalkan intrusi. Akibatnya, melindungi data pembelajar tidak hanya membutuhkan langkah-langkah teknis canggih tetapi juga reformasi kebijakan yang komprehensif, penanaman kepercayaan pemangku kepentingan, dan berpotensi kerangka hukum baru yang secara eksplisit disesuaikan dengan sektor pendidikan.

Akses dan Kesetaraan dalam Pendidikan

Kecerdasan buatan berpotensi membuat akses ke pendidikan berkualitas tinggi lebih merata bagi semua orang; namun, kesenjangan dalam infrastruktur, literasi digital, dan pengembangan konten lokal dapat memperburuk ketidaksetaraan yang ada. Kesenjangan dalam akses digital merupakan masalah signifikan di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah, di mana konektivitas internet yang andal dan perangkat untuk teknologi AI seringkali tidak memadai. Selain itu, sistem AI seringkali bergantung pada kumpulan data yang kurang mewakili komunitas yang terpinggirkan, sehingga menghasilkan solusi yang gagal

digeneralisasikan di berbagai konteks pendidikan. Ke depannya, AI yang adil dalam pendidikan akan membutuhkan praktik desain inklusif, pengumpulan data partisipatif, dan kebijakan yang memprioritaskan pengembangan infrastruktur di daerah yang kurang terlayani. Di atas itu, upaya berkelanjutan harus fokus pada memastikan bahwa alat AI mendukung, bukan menggantikan, praktik pedagogis lokal. Tanpa intervensi yang disengaja dan sadar konteks, risikonya tetap bahwa AI akan memperkuat hak istimewa pendidikan daripada menguranginya.

Pelatihan Pengajar dan Pengembangan Profesional

Kecerdasan buatan (AI) tidak hanya mengubah metode pengajaran, tetapi juga identitas profesional para pengajar seiring dengan terus merambahnya lingkungan pendidikan. Dapat dikatakan bahwa perubahan lingkungan ini menuntut pemikiran ulang tentang pelatihan pengajar, yang melampaui keterampilan digital yang dangkal untuk mengembangkan strategi pedagogis yang canggih dalam berinteraksi dengan AI sebagai kolaborator sekaligus alat. Namun, inersia institusional, berbagai tingkat kemahiran teknis di antara para pengajar, dan konflik sosial yang lebih luas seputar otomatisasi dalam pendidikan menghambat upaya untuk menciptakan pelatihan semacam itu. Oleh karena itu, pertumbuhan profesional harus berkelanjutan, peka terhadap konteks, dan responsif terhadap kemampuan interpretatif pengajar. Yang penting, para pendidik harus dianggap sebagai pencipta bersama aplikasi AI yang bermoral dan pedagogis, bukan sebagai pengadopsi pasif.

Dukungan untuk Kebutuhan Belajar yang Beragam

Dengan menangani kebutuhan mahasiswa yang seringkali berada di luar lingkup model pedagogis tradisional—mereka yang memiliki disabilitas, variasi bahasa, atau jalur kognitif yang unik—AI berpotensi memperluas cakupan pendidikan inklusif. Lingkungan belajar yang peka terhadap lintasan individu dapat dibayangkan berkat metode distribusi yang disesuaikan dan teknologi adaptif. Namun, kendala struktural dan epistemologis membatasi janji tersebut. Dengan dalih personalisasi, algoritma AI saat ini berisiko mengulang norma-norma eksklusif karena sering dikembangkan pada kumpulan data yang homogen. Seperti yang dikemukakan Dubova, interaksi yang bernuansa antara sistem AI dan praktik kognitif yang tertanam secara budaya masih kurang dieksplorasi. Memajukan AI inklusif tidak hanya membutuhkan penyempurnaan teknis tetapi juga desain partisipatif yang berlandaskan etika dan imajinasi pendidikan pluralis.

13.7 LINGKUNGAN PEMBELAJARAN CAMPURAN

Munculnya pembelajaran campuran, di mana pengajaran tatap muka berpadu dengan teknologi berbasis AI, menandai pergeseran penting dalam cara pengalaman pendidikan dipahami dan disampaikan. Meskipun AI menawarkan alat yang dapat menyederhanakan pengajaran, mempersonalisasi jalur pembelajaran, dan memantau keterlibatan, integrasinya ke dalam lingkungan pedagogis masih jauh dari sempurna. Tantangannya bukan hanya terletak pada penyelarasan kapasitas teknologi dengan nilai-nilai pendidikan, tetapi juga dalam memastikan bahwa transisi antara sistem algoritmik dan pengajaran manusia tidak memecah proses pembelajaran. Selain itu, kesenjangan dalam infrastruktur dan kesiapan pendidik

menunjukkan bahwa implementasi yang adil masih jauh dari terjamin. Inovasi yang bermakna kemungkinan akan bergantung pada desain yang fleksibel dan peka konteks yang mempertahankan dimensi manusia dalam pengajaran.

Mekanisme Penilaian dan Umpan Balik

Kecerdasan buatan mungkin akan mengubah lanskap penilaian pendidikan dengan memungkinkan bentuk umpan balik yang lebih personal dan adaptif melalui teknologi seperti ITS, NLP, dan analitik pembelajaran. Meskipun inovasi ini menjanjikan peningkatan praktik formatif dan sumatif, penerapannya mengundang pengawasan kritis. Penilaian otomatis seringkali kesulitan memahami kompleksitas kognisi manusia—terutama dalam mengevaluasi kreativitas, keterlibatan kritis, atau penalaran yang berkonteks budaya. Selain itu, sistem tersebut berisiko melanggengkan bias algoritmik dan mengurangi dimensi relasional dan interpretatif yang merupakan inti dari pedagogi yang bermakna. Oleh karena itu, mungkin lebih konstruktif untuk membayangkan masa depan di mana AI melengkapi, bukan menggantikan, penilaian manusia—dengan mendasarkan penilaian pada transparansi etis, sensitivitas kontekstual, dan pelestarian otonomi pembelajar.

Kolaborasi Antar Pemangku Kepentingan

Kemajuan AI dalam pendidikan tampaknya tidak hanya bergantung pada inovasi teknologi, tetapi juga pada kolaborasi dialogis yang berkelanjutan di antara pendidik, pengembang, pembuat kebijakan, mahasiswa, dan peneliti. Meskipun koalisi semacam itu dapat mendorong sistem yang berlandaskan etika dan responsif secara pedagogis, tugas ini diperumit oleh perbedaan logika kelembagaan dan prioritas epistemik. Pengembang mungkin menekankan skalabilitas dan efisiensi, sedangkan pendidik sering menganjurkan sensitivitas kontekstual, kepedulian relasional, dan kesetaraan. Tanpa negosiasi yang cermat, ketegangan ini berisiko menghasilkan aplikasi AI yang tidak selaras dengan realitas kelas. Oleh karena itu, ada kemungkinan bahwa masa depan AI pendidikan terletak pada praktik desain partisipatif yang menumbuhkan pemahaman bersama dan menghormati sifat pengajaran dan pembelajaran yang kompleks dan berpusat pada manusia.

Keberlanjutan dan Skalabilitas Solusi AI

Kekhawatiran tentang kelangsungan hidup AI dalam jangka panjang dan penskalaan yang egaliter menjadi lebih mendesak seiring dengan semakin terintegrasinya teknologi ke dalam lingkungan pendidikan. Meskipun adopsi awal sering menghasilkan hasil positif, penyebaran inovasi ini di berbagai sistem pendidikan mengungkapkan konflik yang berkelanjutan, mulai dari perbedaan kapasitas kelembagaan dan literasi teknologi hingga kerentanan finansial dan kerapuhan infrastruktur. Tanpa struktur tata kelola yang adaptif, pengganti sumber terbuka, dan investasi yang konsisten dalam pengetahuan lokal, pendidikan yang didukung AI mungkin akan memperburuk kesenjangan daripada menyelesaikannya. Oleh karena itu, inisiatif di masa depan perlu tetap memperhatikan etos pedagogis yang berubah yang memengaruhi masa depan pendidikan serta kekhususan kontekstual.

Evolusi Dinamika Mahasiswa-Pengajar

Pengkalibrasian ulang hubungan pengajar-mahasiswa secara halus oleh kecerdasan buatan dalam konteks pendidikan menawarkan peluang generatif sekaligus kesulitan yang

mengkhawatirkan. Teknologi semacam itu berisiko mendefinisikan ulang otoritas pedagogis dengan cara yang dapat meminggirkan kehadiran manusia di pusat pendidikan, bahkan ketika teknologi tersebut dapat meringankan beban administratif pendidik dan mengungkapkan pola dalam pembelajaran mahasiswa. AI berpotensi mengubah ruang kelas dari tempat konstruksi bersama yang relasional menjadi tempat instruksi otomatis jika keterlibatan kritis tidak dipertahankan. Pengajar yang tidak hanya mahir dalam teknologi tetapi juga menyadari aspek etis dan afektif pendidikan dibutuhkan untuk menavigasi medan ini.

Pembelajaran dan Praktik Berbasis Bukti

Meskipun minat dalam menggunakan AI dalam pendidikan semakin meningkat, masih ada kesenjangan besar antara laju kemajuan teknologi dan luasnya pengetahuan empiris. Tabel 13.3 menunjukkan tren/tantangan AI saat ini dalam pendidikan beserta arah masa depannya. Terlalu sering, alat AI digunakan tanpa evaluasi menyeluruh dan peka konteks, yang menyebabkan intervensi yang dampak pendidikannya paling baik hanya berupa spekulasi. Budaya pembelajaran yang menghargai keragaman metodologis, refleksi kritis, dan komunikasi berkelanjutan antara akademisi dan praktisi tampaknya sangat dibutuhkan. Potensi pendidikan AI hanya dapat dibingkai ulang sebagai tambahan yang responsif dan bermoral bagi pembelajaran manusia melalui upaya integratif tersebut, khususnya yang mencakup penemuan longitudinal dan kualitatif.

Tabel 13.3 menunjukkan tren/tantangan terkini AI dalam pendidikan beserta arah masa depannya.

Tren/Tantangan	Isu-isu Terkini	Arah Masa Depan
1. Integrasi AI ke dalam Kurikulum	Sistem pembelajaran adaptif; risiko otomatisasi kerangka kerja yang ada daripada memungkinkan reformasi kreatif; perubahan kelembagaan yang lambat.	Mendorong pengajar dan pakar teknologi untuk bekerja sama. Memperbarui pelajaran sekolah agar mahasiswa berpikir tentang bagaimana AI bekerja dan apa artinya. Memastikan pelajaran baru bersifat kreatif, adil, dan sesuai dengan kebutuhan setiap sekolah dan komunitas.
2. Pertimbangan Etika	Bias algoritmik, kurangnya transparansi, risiko dehumanisasi pendidikan; pedoman etika statis tidak memadai.	Mengembangkan kerangka kerja etika yang berulang dan partisipatif; menanamkan etika di seluruh siklus hidup AI; meningkatkan literasi AI kritis di antara semua

		pemangku kepentingan; memastikan solusi interdisipliner dan berdasarkan informasi pemangku kepentingan.
3. Privasi dan Keamanan Data	Data mahasiswa yang sensitif berisiko; potensi penyalahgunaan dan pengawasan; kurangnya tata kelola yang kuat.	Membangun tata kelola data dan kerangka hukum yang komprehensif; berinvestasi dalam perlindungan teknis dan kebijakan tingkat lanjut; membangun kepercayaan pemangku kepentingan; mengembangkan standar privasi khusus sektor.
4. Akses dan Kesetaraan	Kesenjangan digital dalam infrastruktur dan literasi; kurangnya representasi dalam kumpulan data; risiko memperburuk ketidaksetaraan.	Memprioritaskan desain inklusif dan pengumpulan data partisipatif; berinvestasi dalam infrastruktur untuk wilayah yang kurang terlayani; memastikan alat AI melengkapi pedagogi lokal; mengembangkan kebijakan untuk mempromosikan akses yang adil.
5. Pelatihan Pengajar/Pengembangan Profesional	Pengajar membutuhkan lebih dari sekadar keterampilan teknis; keengganan untuk mencoba hal-hal baru; kemahiran yang bervariasi; risiko pengajar sebagai pengadopsi pasif.	Menciptakan pengembangan profesional yang berkelanjutan dan peka terhadap konteks; memposisikan pengajar sebagai pencipta bersama solusi AI; mendukung agensi interpretatif; mengintegrasikan pedagogi AI ke dalam pendidikan pengajar.

13.8 AI SEBAGAI KATALIS TRANSFORMASI PENDIDIKAN MODERN

Kecerdasan buatan bukan hanya kemajuan teknologi—tetapi juga kekuatan transformatif yang membentuk kembali lanskap pendidikan. Dari jalur pembelajaran yang

dipersonalisasi dan ITS hingga otomatisasi administrasi dan alat inklusif untuk peserta didik dengan beragam kebutuhan, AI mendefinisikan ulang bagaimana pendidikan disampaikan, dialami, dan dievaluasi. Integrasinya ke dalam pendidikan telah memungkinkan lingkungan pembelajaran yang lebih adaptif, efisien, dan adil, memberdayakan baik mahasiswa maupun pendidik. Kemampuan AI untuk menganalisis sejumlah besar data secara real-time memungkinkan pengajaran yang sangat individual, memastikan bahwa peserta didik menerima konten yang disesuaikan dengan kecepatan, preferensi, dan kinerja mereka. Personalisasi ini meningkatkan keterlibatan, mendorong pemahaman yang lebih dalam, dan mendukung pembelajaran berbasis penguasaan.

Selain itu, alat-alat berbasis AI seperti chatbot, tutor virtual, dan analitik prediktif memberikan dukungan dan intervensi tepat waktu, mengurangi angka putus sekolah, dan meningkatkan hasil akademik. Bagi pendidik, AI menawarkan bantuan signifikan dari tugas-tugas rutin seperti penilaian, penjadwalan, dan perencanaan pelajaran. Pergeseran ini memungkinkan pengajar untuk fokus pada strategi pengajaran tingkat tinggi, dukungan emosional, dan pedagogi kreatif. AI juga mendukung pengembangan profesional dengan menawarkan pelatihan yang dipersonalisasi dan wawasan tentang pola belajar mahasiswa, memungkinkan pengajaran yang lebih informatif dan responsif. Namun, integrasi AI ke dalam pendidikan bukannya tanpa tantangan. Kekhawatiran etis seputar privasi data, bias algoritmik, dan potensi dehumanisasi pembelajaran harus ditangani dengan segera dan hati-hati. Memastikan transparansi, inklusivitas, dan keadilan dalam sistem AI sangat penting untuk mencegah penguatan ketidaksetaraan yang ada. Lebih lanjut, ketergantungan yang berlebihan pada AI dapat berisiko mengurangi unsur-unsur manusia yang penting dalam pendidikan—empati, bimbingan, dan interaksi sosial.

Ke depan, masa depan AI dalam pendidikan terletak pada implementasi yang bijaksana, kolaboratif, dan berlandaskan etika. Para pembuat kebijakan, pendidik, ahli teknologi, dan peserta didik harus bekerja sama untuk menciptakan sistem AI yang tidak hanya inovatif tetapi juga adil dan berpusat pada manusia. Pembelajaran berkelanjutan, desain inklusif, dan kerangka kerja tata kelola yang kuat akan sangat penting dalam menavigasi ekosistem pendidikan yang terus berkembang. Pada intinya, AI harus dirangkul sebagai sekutu yang kuat dalam pendidikan—yang meningkatkan kemampuan manusia daripada menggantikannya. Jika diterapkan secara bertanggung jawab, AI menjanjikan demokratisasi akses ke pendidikan berkualitas, mendorong pembelajaran sepanjang hayat, dan mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi kompleksitas dunia yang berubah dengan cepat. Kecerdasan buatan merevolusi pendidikan dengan menjadikan pembelajaran lebih personal, menarik, dan efektif. AI mendukung pengajar dengan mengotomatiskan tugas-tugas administratif dan memberikan wawasan tentang kinerja mahasiswa. Alat AI tidak hanya meningkatkan pengalaman belajar tetapi juga memastikan bahwa pendidikan dapat diakses oleh semua mahasiswa, terlepas dari kebutuhan individu mereka. Seiring AI terus berkembang, perannya dalam pendidikan hanya akan tumbuh, menawarkan peluang baru untuk inovasi dan peningkatan dalam proses pengajaran dan pembelajaran.

BAB 14
PERAN AI DAN TEKNOLOGI 5G DALAM PENDIDIKAN

14.1 PENDAHULUAN

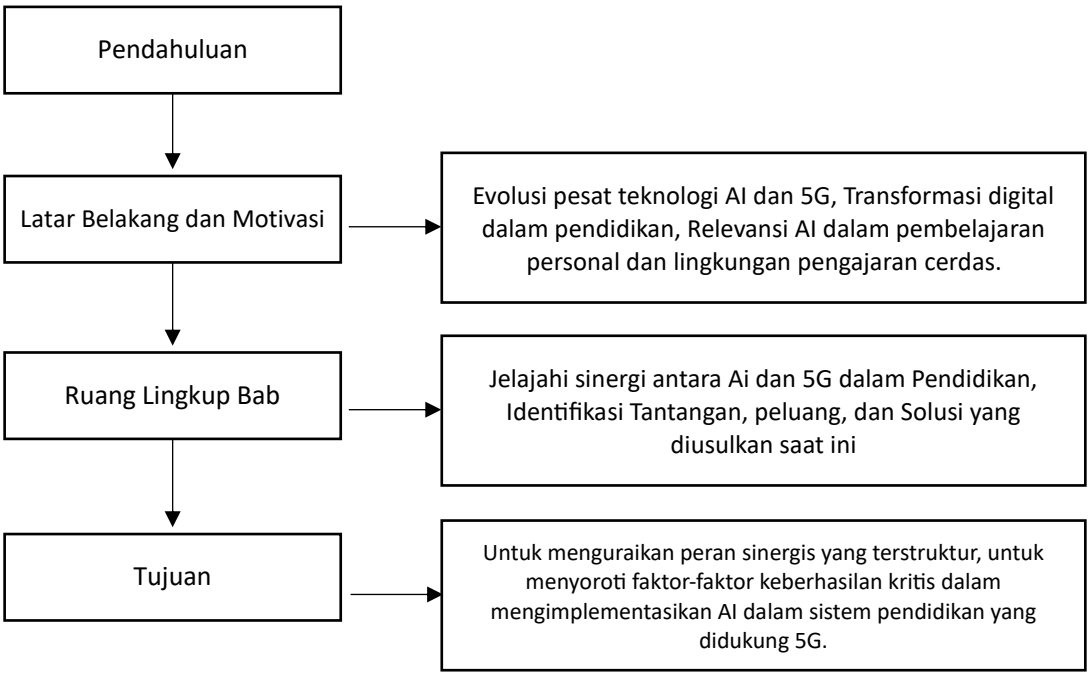
Kecerdasan buatan (AI) dan aplikasi teknologi Generasi Kelima (5G) memiliki potensi besar untuk mentransformasi pendidikan dan metode pengajaran, memberikan peluang yang tak tertandingi untuk membangun ekosistem pembelajaran yang dinamis, personal, dan mudah diakses. Pendidikan akan menjadi salah satu aspek pertama yang secara bertahap akan mulai mengintegrasikan AI ke dalam kehidupan sehari-hari dengan begitu mulus sehingga orang tidak akan pernah tahu perbedaannya.

Jaringan 5G juga akan melompati revolusi ini dengan memberikan konektivitas berkecepatan tinggi dan latensi rendah yang memungkinkan aplikasi bertenaga AI untuk bekerja, dan dengan memungkinkan pengalaman imersif yang lebih kaya (melalui pengalaman realitas virtual dan realitas tertambah yang ditingkatkan) dan pemrosesan data waktu nyata. Konvergensi ini membentuk ekosistem yang mempersonalisasi pengalaman mahasiswa secara individual, menyediakan pengalaman pendidikan yang mendalam, dan memberdayakan pendidik melalui dukungan cerdas. Lembaga pendidikan memperkenalkan AI untuk menyediakan solusi inovatif dalam memenuhi beragam kebutuhan mahasiswa dan juga meningkatkan hasil pengajaran di luar pendekatan konvensional.

Pendekatan pendidikan saat ini menekankan pentingnya pembelajaran personalisasi untuk menyesuaikan konten pendidikan dan pemanfaatan AI guna memenuhi kebutuhan setiap peserta didik sesuai dengan kebutuhan, minat, dan kecepatan belajar mereka. Metode ini sangat penting ketika mempertimbangkan berbagai gaya dan kecepatan belajar di kelas, memastikan bahwa semua mahasiswa diikutsertakan dan meningkatkan potensi akademik secara keseluruhan.

Bahkan alat-alat bertenaga AI yang mengotomatiskan tugas-tugas administratif dapat digunakan untuk membebaskan pendidik agar dapat memaksimalkan kemampuan mereka untuk melibatkan mahasiswa dan mengembangkan kurikulum mereka. Meskipun peluncuran AI yang kompatibel dengan 5G dapat dibayangkan, hal ini juga berpotensi menimbulkan berbagai masalah baru, mulai dari implementasi hingga kesetaraan. Tantangan tersebut berkisar dari masalah privasi data hingga kesenjangan digital, dan pelatihan pengajar yang menyeluruh. Rencana strategis yang menguraikan langkah selanjutnya dalam merangkul teknologi ini di dunia akademik dan upaya untuk menciptakan budaya inovasi dan peningkatan adalah satu-satunya metode yang mampu mengatasi tantangan-tantangan ini.

Sebagai latar belakang, bab ini bertujuan untuk memberikan panduan sistematis tentang integrasi teknologi AI dan 5G di bidang pendidikan, tantangan yang terkait dengan teknologi ini, peluang potensialnya, dan solusi yang mungkin, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.1.



Gambar 14.1 Pengantar AI dalam pendidikan yang sedang berkembang.

Peningkatan throughput data yang disediakan oleh jaringan 5G sangat penting untuk mendukung kebutuhan teknologi pendidikan generasi berikutnya (yaitu, realitas virtual) untuk menawarkan pengalaman belajar yang mendalam. Oleh karena itu, bab ini bertujuan untuk menginstruksikan para pendidik, pembuat kebijakan, dan pengembang teknologi yang berpotensi terlibat tentang peluang spesifik yang ditawarkan oleh 5G dan AI serta implikasi gabungannya terhadap pendidikan di masa depan, dengan menguraikan apa sebenarnya yang membentuk pendidikan yang dibayangkan yang tahan masa depan. Diharapkan memiliki peran sinergis yang fleksibel dan jangka panjang yang dapat tumbuh seiring dengan perubahan kebutuhan industri pendidikan dan memanfaatkan teknologi baru.

Lebih lanjut, bab ini berupaya mengisi kesenjangan yang ada dalam literatur yang mengeksplorasi penggunaan strategis AI dalam pendidikan, memahami peluang dan tantangan yang luas, dan mengusulkan model untuk implementasi praktis. AI dan teknologi lainnya dapat menjadi sekutu yang ampuh dalam memperkaya proses pembelajaran bagi siswa, tetapi kita tidak boleh mengorbankan keahlian yang kita miliki pada pengajar manusia atau interaksi yang mereka berikan kepada mahasiswa.

Mereka dapat menjadi pengubah permainan bagi pendidikan dan potensi transformatif pendidikan, karena AI dan 5G memiliki kekuatan untuk mempersonalisasi pembelajaran, mengotomatiskan pekerjaan administratif, dan memberikan pengalaman pendidikan yang mendalam, meningkatkan hasil belajar mahasiswa dan mempersiapkan mereka untuk kebutuhan tenaga kerja di masa depan.

14.2 MOTOVASI DALAM PENGEMBANGAN AI DALAM DUNIA PENDIDIKAN

Perpaduan AI dengan 5G merupakan perkembangan transformatif dalam bidang pendidikan, memungkinkan kita untuk membangun lingkungan pembelajaran yang

disesuaikan seperti sebelumnya, sekaligus membuat pendidikan lebih mudah diakses dan efisien. Karena kemampuan belajar mahasiswa yang beragam, model pendidikan tradisional sangat sulit untuk mengatasi perbedaan belajar di antara mahasiswa.

Dengan mengingat perjuangan di balik revolusi industri keempat, beberapa solusi berbasis AI dikembangkan sebagai alat yang menjanjikan untuk mengatasi tantangan tersebut melalui pembelajaran adaptif yang memperhitungkan kebutuhan unik dan gaya belajar masing-masing mahasiswa. Bab ini berawal dari perspektif bahwa meskipun teknologi AI dan 5G memiliki potensi besar untuk merevolusi pendidikan, integrasi efektif teknologi tersebut ke dalam konteks pendidikan membutuhkan perencanaan perusahaan yang matang dan implementasi strategis, serta kesadaran akan masalah dan peluang yang dapat ditimbulkannya.

- *Evolusi pesat teknologi AI dan 5G:* Perkembangan baru dalam teknologi AI dan 5G sering muncul, menantang metode pendidikan untuk beradaptasi dan menggabungkan fitur-fitur paling inovatif.
- *Pentingnya pengalaman belajar yang disesuaikan semakin meningkat:* Kebutuhan akan pengalaman belajar yang dipersonalisasi tidak pernah sepenting ini, yang muncul dari semakin meningkatnya pengakuan akan beragamnya kebutuhan mahasiswa.
- *Kebutuhan akan pendidikan yang cepat dan mudah diakses*: Dalam konteks permintaan akan pendidikan yang cepat dan mudah diakses, ada kebutuhan mendesak akan pendekatan inovatif yang dapat memberikan pendidikan berkualitas kepada individu di lokasi terpencil dan populasi yang kurang terlayani. Ini termasuk tantangan model pendidikan tradisional—yang jarang secara pragmatis mengatasi kebutuhan belajar siswa, dan menyebabkan perbedaan dalam hasil akademik dan tingkat keterlibatan.
- *Transformasi digital dalam pendidikan:* Dengan mekanisme pendidikan global yang berubah dengan cepat, lembaga pendidikan secara aktif mengejar transformasi digital dengan memanfaatkan alat dan platform digital untuk memfasilitasi proses pengajaran dan meningkatkan pengalaman belajar. Hanya dalam beberapa tahun terakhir, kita telah melihat peningkatan sistem pembelajaran yang didukung AI yang dapat memberikan materi pembelajaran yang dipersonalisasi, beradaptasi dengan kebutuhan mahasiswa individu, dll. Namun, integrasi AI dalam pendidikan bukannya tanpa kekurangan. Risiko utama penggunaan AI dalam pendidikan menyangkut bias algoritmik, privasi data, dan pentingnya pengajar manusia. Literatur akademis tentang AI mencakup aplikasi AI pada sistem pembelajaran personal dan adaptif, serta bimbingan cerdas dan analitik pembelajaran, yang mewakili langkah maju utama dalam upaya mempersonalisasi dan mensosialisasikan pengalaman belajar. Tidak ada batasan seberapa besar AI dapat membantu meningkatkan hasil pendidikan.
- *Pembelajaran personal AI dan lingkungan pengajaran cerdas:* Algoritma AI dapat memproses beberapa terabyte data untuk menyesuaikan materi dan pengalaman belajar di sekitar siswa, selain membantu pendidik dengan analitik prediktif untuk mengatasi tantangan ini melalui optimalisasi tugas administratif dan memberikan

intervensi tepat waktu. Penggunaan pembinaan pendidikan oleh AI dalam bentuk umpan balik yang disesuaikan bersama dengan otomatisasi administratif dan peningkatan kualitas pendidikan pasti akan transformatif di pendidikan tinggi di mana AI dapat mengambil alih tanggung jawab manusia melalui prediksi kemampuan dan intervensi personal. Lingkungan belajar dan pengajar semakin menyadari potensi peningkatan hasil belajar yang terkait dengan alat AI baru dalam pendidikan.

- *AI dan 5G dalam pendidikan:* Teknologi AI berpotensi untuk digunakan dengan lebih baik dalam aplikasi pendidikan melalui penyediaan kecepatan dan latensi rendah, dan melalui dukungan proses pembelajaran imersif seperti VR dan AR. Integrasi Kecerdasan Buatan (AI) dan teknologi 5G mentransformasi lanskap pendidikan dengan menawarkan layanan cerdas, sesuai permintaan, dan sangat personal. Pembelajaran menjadi interaktif karena AI memungkinkan pengalaman belajar adaptif, penilaian otomatis, dan dukungan multibahasa; dan dengan 5G, memungkinkan koneksi latensi sangat rendah dan sangat cepat, memberikan pengalaman mengakses konten dalam lingkungan tanpa hambatan dengan teknologi. Bab ini akan memberikan rekomendasi kepada para pembuat kebijakan, pendidik, dan pengembang teknologi tentang bagaimana memanfaatkan teknologi AI dan 5G untuk memfasilitasi lingkungan pembelajaran yang lebih menarik, adil, dan efektif.
- *Mengidentifikasi tantangan, peluang, dan solusi yang diusulkan saat ini*: Ada tantangan seputar penerapan AI dan 5G dalam pendidikan seperti privasi data, keamanan, masalah etika, dan kesenjangan digital. Aplikasi AI dan 5G dalam pendidikan Kombinasi AI dan 5G dalam pendidikan menciptakan potensi baru untuk pengkodean, misalnya melalui bimbingan 1-1, personalisasi kurikulum pembelajaran, dan bahkan "kelas digital imersif" di mana realitas (virtual) dan dunia nyata berinteraksi secara real-time. Namun masih ada hambatan; yaitu infrastruktur yang tidak merata, masalah privasi data, dan kesiapan yang terbatas di kalangan pendidik. Untuk menanggapi hal ini, solusi cerdas mencakup peningkatan akses 5G melalui kemitraan publik-swasta, pengembangan kerangka kerja AI yang etis, dan investasi dalam pelatihan pengajar untuk pedagogi berbasis teknologi. Bab ini bertujuan untuk membantu para praktisi dalam mengidentifikasi peluang serta dilema etis penggunaan AI di kelas, dan memberikan gambaran umum tentang sumber daya pengajaran yang dapat digunakan pengajar untuk melibatkan mahasiswa dengan AI.

Studi ini dimulai dengan mengeksplorasi secara kritis persimpangan antara AI dan teknologi komunikasi 5G serta bagaimana keduanya berkaitan dengan inovasi pendidikan dan pedagogi digital. Selanjutnya, kita akan mengalihkan perhatian kita ke aplikasi AI untuk penyampaian pengalaman belajar yang dipersonalisasi. Studi ini berupaya mengeksplorasi cara-cara di mana alat dan platform yang didukung AI dapat membantu menyesuaikan kurikulum untuk setiap mahasiswa dan memfasilitasi hasil belajar yang lebih baik bagi mereka. Dengan janji konektivitas ultra cepat dan latensi rendah, kekuatan 5G dapat memfasilitasi aplikasi yang membutuhkan bandwidth tinggi untuk realitas virtual (VR), realitas tertambah (AR), dan kolaborasi waktu nyata dalam pendidikan. Sejujurnya, studi ini akan mencakup banyak isu

mengenai kepatuhan pendidikan melalui teknologi AI dan 5G yang meliputi privasi data, efektivitas, aspek etika, dan kesenjangan digital.

Bab ini akan dimulai dengan deskripsi umum tentang bagaimana sistem pendidikan dapat direvolusi menggunakan AI dan 5G dengan metodologi dan perangkat keras pendidikan cerdas—pembelajaran personalisasi yang dibantu AI, sistem bimbingan cerdas, dan perangkat keras pendidikan yang lebih cerdas untuk memberikan pengalaman dan hasil pendidikan yang lebih baik. Kita akan membahas lebih lanjut tentang penggunaan teknologi ini dalam platform pembelajaran personal, sistem bimbingan cerdas, dan alat penilaian otomatis, serta bagaimana 5G menciptakan dunia konvergensi untuk konektivitas yang lebih lancar, cepat, dan stabil, serta memungkinkan peserta didik untuk menjalankan lingkungan interaktif AR/VR untuk pengalaman yang lebih kaya. Ini akan memberikan gambaran besar tentang tantangan memperkenalkan AI dan 5G ke ruang pendidikan terkait masalah privasi dan keamanan data, masalah etika, dan kesenjangan digital. Selanjutnya, kita akan membahas potensi solusi untuk dilema ini; seperti kebutuhan akan pedoman etika dalam pembuatan AI, jejak karbon teknologi yang digunakan di sekolah, mengatasi masalah privasi dan keamanan data di ruang kelas, dan akhirnya bagaimana kita dapat menjembatani kesenjangan digital sehingga semua mahasiswa memiliki akses yang sama terhadap teknologi. Ini akan diakhiri dengan daftar singkat temuan, serta rekomendasi untuk pembuat kebijakan, pendidik, dan pengembang teknologi tentang bagaimana memanfaatkan kekuatan AI dan 5G untuk membangun konteks pembelajaran yang lebih menarik, adil, dan efektif.

Fokus utama bab ini adalah untuk menjelaskan model komprehensif untuk integrasi komponen AI yang digunakan dalam pengajaran berorientasi layanan pendidikan di seluruh model berbasis cloud 5G yang terhubung. Tujuannya adalah untuk mengeksplorasi bagaimana alat dan platform bertenaga AI dapat menyesuaikan konten pendidikan dengan kebutuhan setiap mahasiswa dan dampaknya terhadap hasil belajar. Ada banyak teknologi semacam itu; AI dan 5G dalam kombinasi dapat sepenuhnya mengubah cara pendidikan dan bimbingan berlangsung, membawa era baru fitur pendidikan yang lebih personal, menarik, dan efektif bagi mahasiswa dari segala usia.

- Peran sinergis sistematis: Bab ini bertujuan untuk menawarkan kerangka kerja kerja kepada guru, pembuat kebijakan, dan pengembang teknologi untuk mengeksplorasi cara mengintegrasikan AI ke dalam kelas, baik dalam desain kurikulum, penyampaian pembelajaran, penilaian siswa, atau layanan dukungan. Bab ini menekankan perlunya menghilangkan kesenjangan digital dan memastikan bahwa semua anak memiliki akses yang sama terhadap teknologi, karena tidak ada alasan mengapa anak mana pun harus tertinggal karena status sosial ekonomi atau lokasi geografis mereka. Dalam bab ini, diuraikan ringkasan strategis bagi para pendidik yang menavigasi jalur transformatif Kecerdasan Buatan (AI) dalam konteks pendidikan. Bab ini menguraikan langkah-langkah yang mungkin diambil untuk membantu memandu keputusan pengadaan dan strategi penerapan teknologi AI demi manfaat dan efisiensi pendidikan.

- Mengidentifikasi faktor-faktor kunci keberhasilan dalam penerapan AI dalam sistem pendidikan yang didukung 5G: Ini tentang perpaduan yang sehat antara praktik terbaik pendidikan, teori pembelajaran, dan prinsip-prinsip desain instruksional, yang didasarkan pada alat dan platform pendidikan yang didorong oleh pembelajaran dan AI. Dalam bab ini, kami menyoroti pentingnya program pengembangan profesional bagi para pendidik yang memberi mereka pelatihan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk secara efektif memanfaatkan alat AI di dalam kelas dan mendorong pendekatan pedagogis yang progresif.

14.3 DASAR-DASAR AI DAN 5G DALAM PENDIDIKAN

Pengantar AI Umum dalam Pendidikan

Kecerdasan buatan merevolusi banyak sektor, dan pendidikan tidak terkecuali. Kecerdasan buatan dalam pendidikan (AIED), kemudian, berupaya memanfaatkan teknik AI untuk memberikan pengajaran yang dipersonalisasi, mengotomatiskan fungsi administratif, dan menawarkan wawasan berbasis data dan waktu nyata bagi para pengajar. Namun, AI juga memiliki kekuatan untuk mengubah pengajaran dan pembelajaran, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.2. Solusi AI juga dapat memberikan umpan balik tentang kinerja siswa, mengidentifikasi area yang perlu diperhatikan, dan memastikan bahwa mahasiswa dengan kebutuhan khusus atau kendala bahasa dapat mengatasi tantangan terkait. Sebagai bidang yang sedang berkembang, AIED menjanjikan untuk mengatasi banyak tantangan utama yang dihadapi sistem pendidikan kontemporer, termasuk personalisasi, kelelahan guru, dan kebutuhan akan kesempatan belajar sepanjang hayat.

Gambar 14.2 Dasar-dasar AI dan 5G dalam pendidikan.

Di sinilah terdapat peluang untuk solusi yang dirancang khusus berupa sistem AI yang efektif dan terukur yang tidak hanya dapat mempersonalisasi pembelajaran sesuai dengan kecepatan, kebutuhan, dan pilihan siswa, tetapi juga mengotomatiskan proses manual dari sistem kampus mana pun seperti penjadwalan ujian, penilaian, dan penyampaian konten ujian. Solusi berbasis AI dapat menganalisis data mahasiswa dan mengidentifikasi kesenjangan pembelajaran serta sumber akomodasi standar, mendukung mahasiswa penyandang disabilitas menggunakan teknologi bantu, dan menyediakan pembelajaran bahasa melalui terjemahan dan umpan balik secara real-time.

- *Definisi dan ruang lingkup dalam pendidikan:* AI memiliki aplikasi dalam pendidikan di berbagai tingkatan—platform pembelajaran adaptif, sistem bimbingan cerdas, penilaian dan umpan balik otomatis, otomatisasi administrasi, dan banyak lagi. AIED sendiri merupakan domain yang lebih luas, mencakup pembelajaran dalam konteks formal dan informal sepanjang rentang kehidupan, termasuk pembelajaran daring. Perangkat lunak ini mengadopsi teknik AI untuk menciptakan solusi pembelajaran yang disesuaikan serta menyederhanakan proses administrasi dan menawarkan saran berbasis data untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Bidang yang kini berada dalam AIED mencakup beragam aplikasi mulai dari lingkungan pembelajaran yang dipersonalisasi dan sistem bimbingan cerdas, hingga sistem penilaian dan umpan balik berbasis pembelajaran mesin. Semua ini—sistem bimbingan cerdas, chatbot, dan penilaian serta pemberian nilai otomatis—membantu menciptakan efisiensi yang memungkinkan pengajar untuk menghabiskan lebih banyak waktu mengajar dan menghasilkan umpan balik yang lebih akurat dan konsisten. Dengan menggunakan pembelajaran mesin, AI dapat memproses pemahamannya dari waktu ke waktu, menciptakan lingkungan pembelajaran yang sesuai dengan kecepatan dan preferensi belajar mahasiswa serta memberikan umpan balik dan bantuan instan, memungkinkan pembelajaran individual dan mandiri.
- *Beberapa teknologi utama yang mendukung AIED mungkin termasuk yang berikut:* Teknologi utama AIED adalah pembelajaran mesin (ML), pemrosesan bahasa alami (NLP), dan visi komputer. Meskipun ini adalah domain aplikasi utama ML, dalam AIED, teknologi yang ditargetkan lebih luas dan tidak terbatas pada sistem berbasis ML tetapi mencakup berbagai mekanisme untuk meningkatkan pembelajaran mahasiswa. Sistem generasi seperti yang ada dalam pembelajaran mesin, di mana algoritma yang kuat dilatih dalam kumpulan data kecil, memiliki sinergi dengan metode yang dirancang untuk personalisasi atau pembelajaran adaptif, karena fitur sistem berbasis data dapat diadaptasi ke data, dan dengan demikian dapat meningkat dari waktu ke waktu. NLP adalah salah satu aplikasi dalam domain ini sehingga sistem dapat membaca teks dalam bahasa manusia yang membantu mahasiswa untuk berinteraksi dengan tutor AI atau chatbot. Visi komputer memungkinkan sistem untuk menganalisis gambar dan video, yang kemudian dapat membantu memberikan umpan balik pada pekerjaan siswa, atau dapat membantu dalam pengalaman pembelajaran interaktif. Sistem ini memberikan umpan balik individual kepada mahasiswa berdasarkan analisis data

dalam jumlah besar, mengotomatiskan tugas administratif pengajar, dan bahkan dapat memprediksi mahasiswa mana yang kemungkinan akan berhasil sehingga pengajar dapat fokus pada mahasiswa yang membutuhkan bantuan agar tidak tertinggal. Sistem ini dapat digunakan untuk menghasilkan materi yang lebih menarik, sehingga dapat diimplementasikan dalam platform pembelajaran personal, sistem bimbingan cerdas, aplikasi penilaian dan umpan balik otomatis, dan lingkungan pembelajaran virtual. Interpretasi dan ISR dari Be-Robots di Open World Robots juga dapat berfungsi sebagai asisten pengajar, memberikan dukungan personal untuk mahasiswa dan memberikan pembelajaran interaktif dan menarik.

Pengantar Teknologi 5G

5G bukan hanya tentang data seluler yang lebih cepat, tetapi juga seluruh sistem yang menjanjikan kecepatan luar biasa, latensi lebih rendah, dan konektivitas yang lebih andal daripada yang pernah diimpikan oleh pendahulunya. Artinya, 5G akan merevolusi pendidikan dengan memfasilitasi konektivitas tanpa hambatan, pengalaman belajar yang mendalam, dan analitik data waktu nyata.

Perkembangan pesat perangkat keras komputasi dibuktikan dengan miniaturisasi, mengintegrasikan kapasitas komputasi raksasa ke dalam perangkat kecil; teknologi ini juga membuka peluang pendidikan baru seperti kunjungan lapangan VR, belajar di tempat, dan kolaborasi mahasiswa dan pengajar secara waktu nyata.

Fitur utama (latensi rendah, bandwidth tinggi, IoT masif): 5G adalah teknologi jaringan seluler generasi berikutnya, menjadikannya teknologi berkecepatan tinggi, latensi sangat rendah, dan masif. Fitur-fitur ini memungkinkan aplikasi baru dalam pendidikan, seperti VR dan AR, pembelajaran jarak jauh, dan kolaborasi waktu nyata. 5G dapat mengakomodasi banyak perangkat yang terhubung secara bersamaan, yang sangat cocok mengingat ruang kelas biasanya memiliki banyak mahasiswa dan perangkat. Jaringan 5G menyediakan peningkatan throughput dan latensi yang lebih rendah yang dapat membantu memungkinkan analitik data real-time yang dapat meningkatkan cara pendidik dapat mengikuti perkembangan mahasiswa dan menyesuaikan pola pengajaran agar sesuai dengan kebutuhan mereka. Dengan jaringan 5G, film berdurasi dua jam dapat diunduh dalam waktu kurang dari empat detik—sementara dibutuhkan lebih dari enam menit pada jaringan 4G

Perbandingan dengan generasi sebelumnya (4G, LTE): 4G memungkinkan konten yang lebih imersif dan interaktif bersama dengan analitik data dan umpan balik real-time. Teknologi 5G menyatukan menara seluler dan memungkinkan lebih banyak menara kecil berdaya rendah untuk mencakup area yang lebih luas dengan konektivitas tanpa hambatan, memungkinkan akses ke berbagai aplikasi pendidikan yang lebih luas, mulai dari kunjungan lapangan VR hingga kolaborasi pengajar real-time, sumber daya jaringan jarak jauh, dan sebagainya. Tantangan utama dalam menangani persyaratan backhaul hingga jaringan seluler 4G adalah memiliki kapasitas yang cukup, ketersediaan, biaya penyebaran, dan jangkauan jarak jauh. Namun, seiring dengan penambahan kemampuan dan layanan jaringan 5G ke jaringan seluler 4G, jaringan backhaul mulai menghadirkan tantangan di samping tantangan jaringan seluler 4G, yang meliputi persyaratan latensi ultra-rendah dan sifat jaringan yang sangat padat. Teknologi

5G bertujuan untuk memenuhi persyaratan aplikasi baru, seperti latensi ultra-rendah dan konektivitas masif yang melampaui domain komunikasi nirkabel tradisional, yang meningkatkan kecepatan dan kapasitas data. Jaringan 5G dapat mendukung pita frekuensi yang lebih tinggi dan bandwidth saluran yang lebih luas daripada LTE.

Peran Sinergis AI dan 5G dalam Pendidikan

Pendidikan layak mendapatkan inovasi transformatif, dan perpaduan AI dan 5G memberikan paparan terhadap pembelajaran yang imersif, personal, dan mudah diakses. Ada banyak ruang untuk perubahan pendidikan menjadi lebih baik dan persimpangan AI dan 5G membuka cakrawala baru untuk teknologi pendidikan yang imersif, personal, dan terbuka. Solusi pembelajaran berbasis AI mendapat manfaat dari konektivitas berkecepatan tinggi dan latensi rendah yang disediakan oleh 5G untuk menciptakan pengalaman yang mendalam dan menarik yang disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan individu.

Dengan menggunakan AI dan big data, algoritma yang didukung 5G dapat mengoptimalkan sejumlah besar data yang dihasilkan oleh mesin yang terhubung dengan 5G dan memberikan umpan balik serta dukungan yang disesuaikan, mengotomatiskan tugas administratif bagi guru, memprediksi kinerja siswa, dan mengidentifikasi mahasiswa yang berisiko tertinggal. Konvergensi ini membuka jalan baru untuk menciptakan solusi inovatif yang mengatasi banyak tantangan terbesar dalam pendidikan, termasuk akses, kesetaraan, dan personalisasi. Selain itu, kemampuan pemrosesan terdistribusi AI akan memungkinkan pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan berkontribusi pada solusi masalah keamanan, sekaligus memungkinkan sistem 5G untuk mewujudkan penggerak otonom jaringan (NAD) tingkat lanjut, mengoptimalkan kinerja sistem dan pengalaman pengguna melalui optimasi online. Hal ini memungkinkan pendidik untuk mengembangkan pengalaman pembelajaran berbasis AI yang disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan setiap mahasiswa.

Algoritma AI dapat menilai kinerja mahasiswa dan memberikan umpan balik yang dipersonalisasi secara waktu nyata untuk memungkinkan peningkatan. Data ekstensif yang dihasilkan dari algoritma dapat ditransmisikan dengan kekuatan 5G, dan oleh karena itu kita dapat menerima umpan balik dan penilaian secara waktu nyata. AI memproses data mahasiswa secara lengkap—seperti gaya belajar, kecepatan, dan preferensi mereka—memungkinkan pembentukan jalur pembelajaran yang dipersonalisasi dan diubah secara adaptif untuk memenuhi kebutuhan unik setiap mahasiswa. Alat-alat tersebut mencakup alat umpan balik langsung, atau sistem pembelajaran penilaian formatif, yang dapat membantu mahasiswa tetap berada di jalur yang benar dan memberikan dukungan yang mereka butuhkan untuk mencapai tujuan pembelajaran mereka.

Pengalaman pembelajaran jarak jauh dan imersif seperti kunjungan lapangan virtual dan kelas augmented reality akan didorong berdasarkan kolaborasi mendalam ketika materi pembelajaran disampaikan melalui gambar dan video beresolusi tinggi secara waktu nyata. AI dapat menyesuaikan pengalaman ini berdasarkan minat dan pola belajar siswa, memungkinkan mereka untuk berkolaborasi dan lebih berdampak. Asisten virtual dan aplikasi AI lainnya dapat memberikan dukungan dan bimbingan yang dipersonalisasi kepada siswa, sehingga lebih cepat dan mudah untuk menerima jawaban atas pertanyaan mereka dan

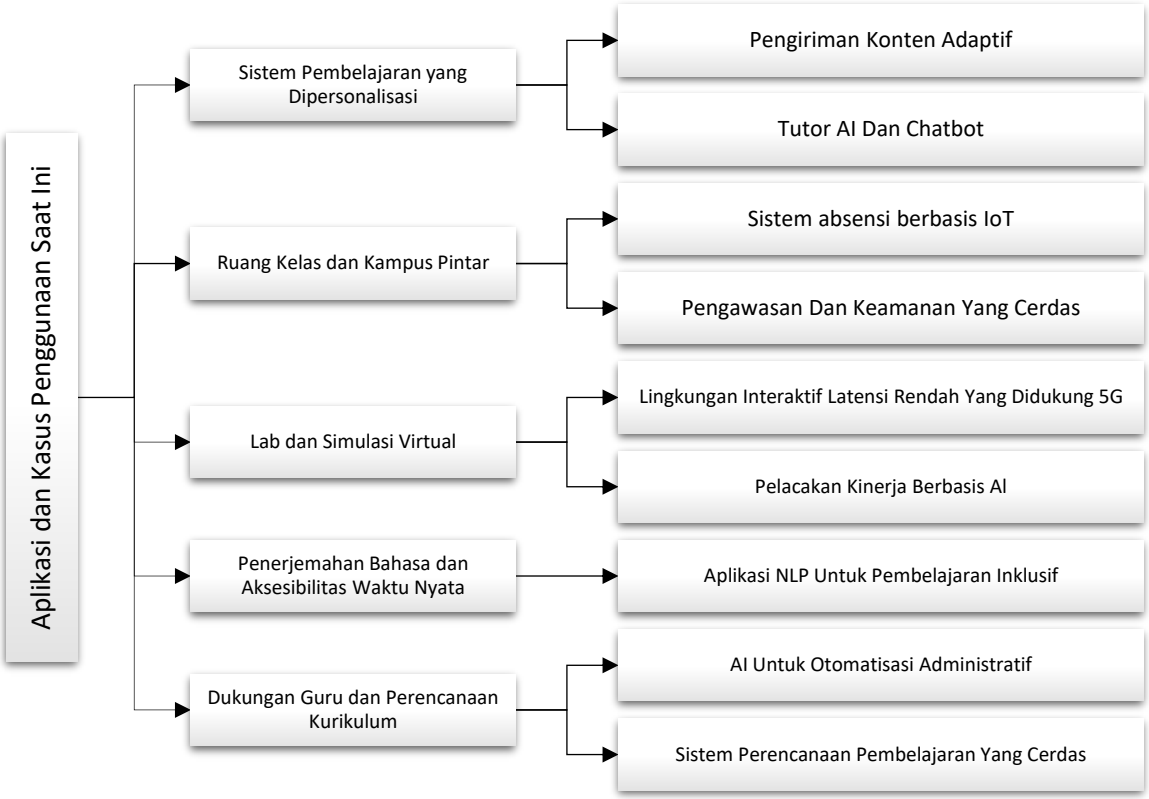
menyelesaikan tugas mereka. Baik itu menggunakan visualisasi data untuk membuat pertarungan bos yang lebih imersif atau menghasilkan seluruh dunia untuk dijelajahi, mereka juga dapat memberikan mahasiswa pengalaman belajar yang lebih menarik yang mendorong pemahaman yang lebih dalam tentang suatu subjek dan memperkuat kemampuan mereka untuk berpikir kritis tentangnya. Revolusi terbaru dalam transformasi digital pendidikan tinggi adalah AI, yang dapat mengubah pendidikan tinggi dan membantu mahasiswa dengan umpan balik yang dipersonalisasi, mengotomatiskan tugas administratif, menyediakan layanan pendidikan berkualitas lebih tinggi, dan banyak lagi. Ini berbeda dengan pembelajaran tradisional di mana mahasiswa diperlakukan sebagai entitas homogen terlepas dari kemampuan belajar dan pemahaman individu mereka. AI juga dapat membantu mengurangi penjadwalan dan pencatatan, membebaskan waktu pengajar dan administrator untuk fokus pada perencanaan pelajaran dan peningkatan pengajaran.

Dengan kemampuan untuk menganalisis sejumlah besar informasi, AI juga dapat membantu mendorong praktik pengajaran di kelas. Dengan konektivitas berkecepatan tinggi, 5G memungkinkan akses ke berbagai sumber daya pendidikan, memungkinkan berbagai sumber daya terhubung melalui internet, mengurangi kesenjangan antara daerah perkotaan dan pedesaan. Jaringan 5G memungkinkan alat-alat ini untuk memanfaatkan AI dalam menawarkan dukungan yang dipersonalisasi kepada mahasiswa untuk memenuhi kebutuhan belajar mereka yang unik.

5G dan AI dapat memfasilitasi pembelajaran jarak jauh dan ruang kelas pintar, menjadikan pendidikan terjangkau dan mudah diakses. Jaringan 5G memastikan konektivitas yang lebih cepat dan stabil yang memungkinkan mahasiswa untuk menggunakan platform bertenaga AI untuk menerima pengalaman belajar yang dipersonalisasi, terlepas dari kendala geografis. AI memungkinkan pendidikan yang dipersonalisasi melalui sistem pembelajaran adaptif, menilai data siswa, dan memberikan instruksi yang disesuaikan, atau jalinan materi pendidikan, yang disesuaikan dengan kebutuhan dan tingkat perkembangan setiap pelajar. Sistem pembelajaran adaptif yang didukung AI dapat melacak kinerja siswa, dan di mana letak kekuatan dan kelemahan mereka, serta menciptakan jalur pembelajaran yang dipersonalisasi. Alat berbasis AI juga dapat digunakan oleh pengajar untuk menganalisis perilaku dan sikap dengan mempelajari ekspresi wajah untuk mengetahui seberapa fokus mahasiswa dan bagaimana mereka memahami pelajaran. Ketika digunakan untuk menganalisis pertanyaan mahasiswa dan memberi mereka aktivitas yang sesuai, AI dapat memberikan umpan balik yang dipersonalisasi kepada siswa, memungkinkan pengalaman belajar yang disesuaikan dan mengisi kekurangan pengajar melalui sistem bimbingan cerdas.

14.4 PENGGUNAAN AI DALAM PENDIDIKAN SAAT INI

Teknologi aplikasi AI yang sedang berkembang dalam pendidikan modern meningkatkan pembelajaran inklusif dan lingkungan interaktif secara global, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.3.



Gambar 14.3 Aplikasi AI Saat Ini.

Sistem Pembelajaran yang Dipersonalisasi

Algoritma AI dapat menganalisis dan mempelajari gaya belajar, preferensi, dan kinerja siswa, serta menciptakan pengalaman belajar yang dipersonalisasi untuk mereka. Aplikasi pendidikan yang dipersonalisasi yang didorong oleh AI akan belajar dari pengalaman masa lalu dan mempelajari data besar untuk mengidentifikasi fitur dan kesamaan peserta didik serta dapat memberikan ciri-ciri akurat dari setiap mahasiswa. Sistem ini dapat mempersonalisasi sumber daya untuk setiap mahasiswa sesuai dengan kebutuhan individu mereka, menyediakan konten, umpan balik, dan dukungan yang disesuaikan. Selain itu, sistem pembelajaran yang dipersonalisasi dapat membantu pengajar membedakan antar siswa, memberikan bantuan yang ditargetkan kepada mahasiswa yang mungkin kesulitan, dengan potensi yang terlihat dalam pengaturan yang dapat digunakan untuk pengajaran dan kelas dengan kemampuan campuran.

- *Penyampaian konten adaptif:* Algoritma AI dapat menganalisis dan menyesuaikan tingkat kesulitan konten berdasarkan kinerja mahasiswa. 5G memungkinkan transfer data secara real-time, yang berarti penyesuaian dapat dilakukan secara instan.
- *Tutor dan chatbot AI:* Keduanya dapat memberikan bantuan yang dipersonalisasi kepada siswa, menjawab pertanyaan atau membantu mengerjakan tugas. Kemampuan sistem AI untuk memproses dan menganalisis kumpulan data skala besar dan mengekstrak pola yang bermakna darinya dalam skala besar memberikan peluang unik untuk memahami peserta didik pada tingkat yang lebih rinci. Dengan menggunakan data yang diperoleh dari modul eLearning, AI dapat menilai tingkat keterlibatan

mahasiswa secara individual dan meneliti tren, yang menunjukkan tren yang mengarah ke mode studi tertentu atau, sebaliknya, tingkat kesulitan.

Ruang Kelas dan Kampus Pintar

Kecerdasan buatan dan 5G memiliki kekuatan untuk mengubah ruang kelas konvensional menjadi ruang kelas pintar yang dilengkapi dengan kamera, sensor, dan perangkat lain yang merekam perilaku dan kinerja mahasiswa. Jenis data ini dapat meningkatkan hasil pengajaran/pembelajaran dan lingkungan pembelajaran yang dipersonalisasi (PLE). 5G memastikan koneksi cepat untuk materi pembelajaran, sementara AI menyederhanakan pekerjaan administrasi, penilaian, dan penilaian individu.

- *Sistem absensi berbasis IoT:* Dengan bantuan sistem absensi berbasis IoT, kehadiran mahasiswa dapat dilacak secara otomatis dan data waktu nyata dapat diberikan kepada pengajar dan administrator. 5G juga mendukung transmisi data kehadiran yang stabil dan cepat.
- *Pengawasan dan keamanan berbasis AI:* Sistem pengawasan bertenaga AI dapat memantau segala sesuatu di sekolah, bahkan pengajar dan mahasiswa dapat dipantau dari jarak jauh. Hal ini memungkinkan rekaman video untuk ditransmisikan secara waktu nyata, yang berarti kru dapat menanggapi insiden apa pun dengan segera, berkat 5G.

Laboratorium Virtual dan Simulasi

Laboratorium virtual dan simulasi dapat diaktifkan oleh AI dan 5G, karena kelas interaktif, termasuk pengalaman langsung, tersedia bagi mahasiswa di mana saja. Laboratorium virtual dan simulasi ini dapat digunakan untuk mengajarkan berbagai macam mata pelajaran, mulai dari sains dan teknik hingga kedokteran dan perawatan kesehatan. Bersamaan dengan itu, algoritma AI dapat diterapkan untuk merancang lingkungan pembelajaran yang imersif dan menyenangkan, dan teknologi 5G akan memfasilitasi konektivitas yang lancar dengan sumber daya pembelajaran ini.

- Lingkungan interaktif latensi rendah yang didukung 5G: Laboratorium virtual yang didukung 5G menawarkan pengalaman kepada mahasiswa untuk bereksperimen dalam lingkungan yang aman dan terkontrol. Peningkatan kecepatan dan latensi yang lebih rendah dari 5G memungkinkan mahasiswa untuk bergabung dalam simulasi ini tanpa jeda, memberikan refleksi yang lebih akurat dari peristiwa kehidupan nyata. Laboratorium virtual semacam itu dapat menciptakan kembali eksperimen yang akan terlalu berisiko atau mahal untuk direproduksi di lingkungan laboratorium.
- Pelacakan kinerja berbasis AI: Laboratorium virtual memungkinkan pembuatan sistem berbasis AI yang melacak kinerja mahasiswa dan memberikan umpan balik dan panduan yang dipersonalisasi. Data ini dapat berfungsi sebagai sumber wawasan bagi instruktur untuk mempersonalisasi pengalaman belajar dan menyesuaikan dukungan untuk mengurangi kurva pembelajaran di area di mana mahasiswa mengalami kesulitan. Teknologi AI dapat memberikan umpan balik instan kepada mahasiswa tentang aktivitas akademik mereka, sehingga mendukung peningkatan kinerja melalui pengetahuan langsung tentang kekuatan dan kelemahan.

Penerjemahan Bahasa dan Aksesibilitas Waktu Nyata

Alat penerjemahan bahasa yang didukung oleh AI dapat membantu menghilangkan hambatan bahasa dan membuat pendidikan dapat diakses oleh mahasiswa dari berbagai latar belakang. Dengan hadirnya 5G, mahasiswa yang berbicara bahasa lain bahkan dapat memiliki terjemahan waktu nyata dari kuliah dan materi pendidikan lainnya, memungkinkan mereka untuk berpartisipasi dalam proses pembelajaran.

AI mengubah pendidikan dengan menyediakan pengalaman belajar yang dipersonalisasi, mengotomatiskan tugas administratif, dan meningkatkan aksesibilitas bagi pelajar di semua tingkatan. Pendekatan yang dibantu AI mulai populer, terutama di kelas Bahasa Inggris sebagai Bahasa Kedua. Dengan internet dan sistem berbasis AI, platform pembelajaran daring telah secara signifikan mengubah pengajaran dan pembelajaran, dibantu oleh akses yang mudah dan cepat ke konten pembelajaran untuk inovasi pendidikan, yang dapat dilihat secara real-time dan terhubung melalui 5G untuk solusi berbasis AI.

Pembelajaran inklusif dengan aplikasi NLP: Dengan menggunakan NLP, perangkat lunak pendidikan dapat memfasilitasi penerjemahan bahasa secara real-time, yang memungkinkan mahasiswa yang tidak berbahasa Inggris untuk memahami materi pendidikan dan berpartisipasi dalam diskusi kelas.

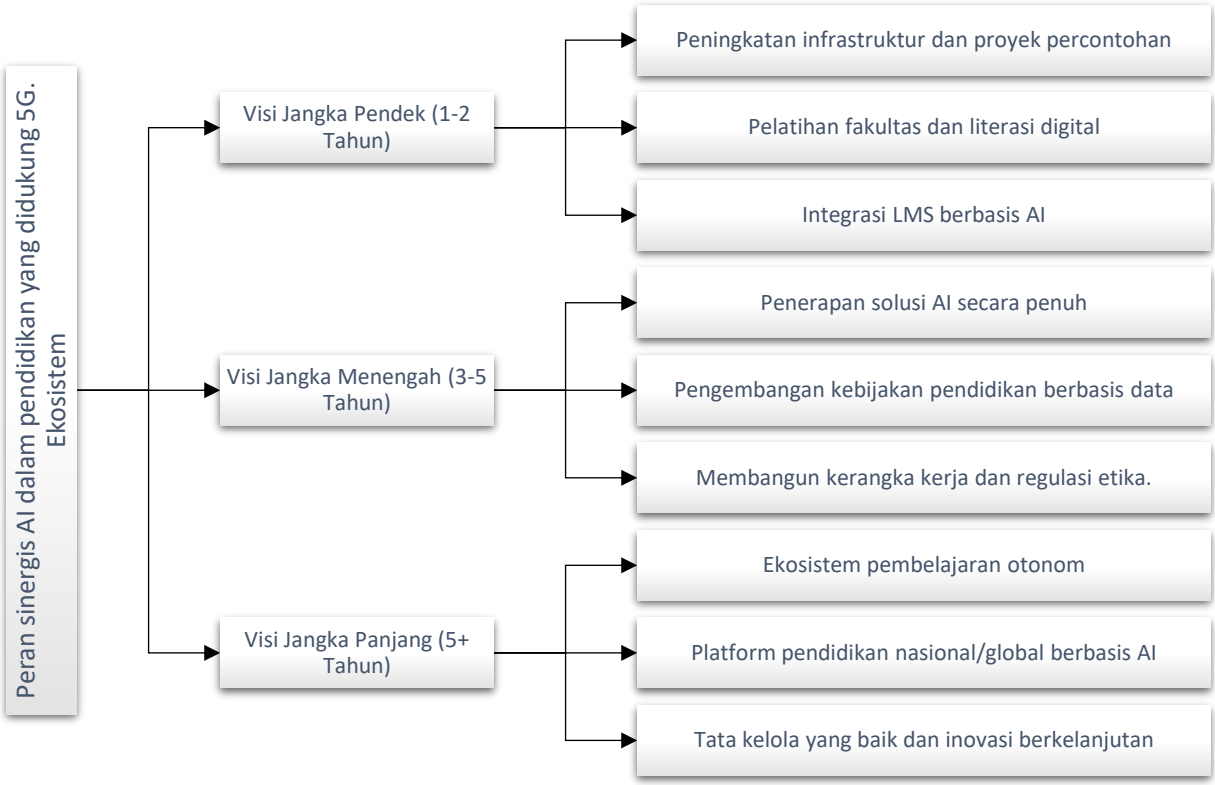
Dukungan pengajar dan Perencanaan Kurikulum

Kecerdasan buatan juga digunakan untuk membantu pengajar dalam melakukan pekerjaan mereka. AI dapat mengotomatiskan nilai, rencana pelajaran, dll., sehingga pengajar dapat menghabiskan lebih banyak waktu untuk keterlibatan dan bimbingan, dan bukan tugas-tugas rutin. AI juga dapat digunakan untuk menganalisis data mahasiswa yang dapat membantu mengidentifikasi area yang menjadi perhatian bagi mahasiswa yang kesulitan dan merekomendasikan intervensi yang disesuaikan. Kekuatan AI juga dapat digunakan untuk menyesuaikan materi pembelajaran dan membuat rencana pembelajaran yang disesuaikan untuk setiap mahasiswa. AI digunakan untuk menciptakan alat pembelajaran dan penilaian untuk beberapa platform yang menyediakan peluang untuk pembelajaran dinamis dan imersif.

- *AI untuk mengotomatiskan aktivitas administratif:* AI dapat membantu menghemat waktu pengajar dengan mengotomatiskan aktivitas administratif, seperti penilaian, penjadwalan, atau pencatatan. Dengan menganalisis data tentang kinerja siswa, algoritma AI juga dapat memberikan wawasan tentang pola pembelajaran, yang memungkinkan pengajar untuk menyesuaikan pengajaran sesuai dengan kebutuhan dan preferensi setiap mahasiswa. Algoritma berbasis AI dapat memeriksa kinerja siswa, menawarkan panduan kepada pengajar untuk menyesuaikan kurikulum guna menutupi kesenjangan dalam pengetahuan mahasiswa.
- *Sistem desain pelajaran cerdas:* Sistem berbasis AI dapat mempertimbangkan standar kurikulum, tujuan pembelajaran, dan data kinerja mahasiswa untuk membuat rencana pelajaran dan sumber daya yang disesuaikan untuk guru. Alat yang didukung AI dapat mendukung pendidik dengan rekomendasi yang disesuaikan untuk strategi pengajaran, aktivitas, dan penilaian berdasarkan gaya belajar dan preferensi siswa, sehingga menghemat waktu dan upaya dalam perencanaan pelajaran.

14.5 PERAN SINERGIS AI DALAM EKOSISTEM PENDIDIKAN YANG DIDUKUNG 5G

Peran sinergis ini mencakup langkah-langkah penting seperti membangun infrastruktur yang tepat, manajemen data yang efektif, pengembangan model AI yang spesifik untuk kebutuhan pendidikan, dan penerapan serta penilaian berkelanjutan dari solusi AI ini, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.4. Terdapat tantangan dan peluang spesifik di setiap tahap yang perlu ditangani untuk implementasi yang sukses dan kerangka waktu pertumbuhan yang berkelanjutan seperti yang diberikan pada Tabel 14.1.



Gambar 14.4 Peran sinergis AI dalam ekosistem pendidikan yang didukung 5G.

Basis teknologi yang kuat yang mencakup jaringan 5G yang tangguh dan perangkat keras yang sesuai harus dibangun untuk memungkinkan proyek AI. Ini meliputi penyebaran stasiun pangkalan 5G, perangkat komputasi tepi, dan sumber daya komputasi berkinerja tinggi di lembaga pendidikan. Secara paralel, lembaga pendidikan harus menerapkan kerangka kerja manajemen data yang kuat yang mempertimbangkan privasi data, keamanan, dan masalah etika untuk meningkatkan pengumpulan dan analisis data. Hal ini membutuhkan teknologi yang aman untuk menyimpan, memproses, dan berbagi data, serta aturan tentang siapa yang diizinkan untuk mengakses dan menggunakan data tersebut.

Tujuan Jangka Pendek (1–3 Tahun)

Pertama-tama, prioritas utama adalah membangun elemen dan kapasitas fundamental untuk AI dalam pendidikan. Inisiatif tersebut meliputi peluncuran jaringan 5G di sekolah, platform pembelajaran berbasis AI, dan program pelatihan untuk pengajar dan mahasiswa. Dalam jangka pendek, alat-alat bertenaga AI dapat membantu mengotomatiskan

tugas-tugas birokrasi seperti penilaian dan penjadwalan, sehingga pengajar memiliki lebih banyak waktu untuk memberikan perhatian yang lebih personal.

Tabel 14.1 Peran sinergis AI dalam ekosistem pendidikan yang didukung 5G

Kategori Tujuan	Jangka Waktu	Tujuan	Kegiatan Utama
Tujuan Jangka Pendek	1–2 Tahun	Ini akan mencakup peningkatan teknis dan proyek percontohan, pelatihan fakultas dan inisiatif tentang literasi dan pembelajaran digital, serta integrasi "sistem manajemen pembelajaran" (LMS) berbasis AI.	Mengevaluasi infrastruktur yang ada dan mengidentifikasi kekurangan, melakukan uji coba inovasi AI dan 5G, pelatihan dan peningkatan keterampilan staf pengajar yang mencakup literasi digital dan dasar-dasar AI, integrasi LMS berbasis AI.
Tujuan Jangka Menengah	3–5 Tahun	Implementasi teknologi AI skala besar, pengembangan kebijakan pembelajaran berbasis data, perancangan kebijakan etis.	Meningkatkan skala inisiatif percontohan yang sukses; merumuskan kebijakan berbasis bukti dalam pendidikan berdasarkan wawasan yang dihasilkan sistem AI; mengembangkan pedoman dan peraturan etika yang memengaruhi AI dalam pendidikan, mencakup bagaimana algoritma diadopsi, privasi data, dan bias; membangun kolaborasi lintas sektor dalam pengembangan solusi.
Visi Jangka Panjang	5+ Tahun	Inovasi pendidikan, ekosistem pengajaran dan pembelajaran di era otonom, pengadaan sumber daya nasional/global dengan mekanisme AI, tata kelola AI, dan inovasi berkelanjutan.	Mendorong ekosistem pembelajaran mandiri dengan AI adaptif; membangun platform pendidikan berbasis AI dalam skala nasional/global untuk memastikan ketersediaan pendidikan berkualitas; menyiapkan regulasi AI untuk memastikan penggunaan AI yang bertanggung jawab dan etis dalam pendidikan; menciptakan model inovasi berkelanjutan untuk beradaptasi dengan perubahan teknologi dan kebutuhan pendidikan.

- *Peningkatan infrastruktur dan proyek percontohan:* Ini termasuk bekerja sama dengan perusahaan telekomunikasi untuk mengembangkan infrastruktur 5G untuk kampus dan universitas terpilih, menargetkan area dengan kepadatan mahasiswa tinggi dengan

akses minimal; dan menerapkan program percontohan untuk bereksperimen dengan alat berbasis AI untuk pengajaran (misalnya, sistem bimbingan cerdas, sistem penilaian otomatis) dalam konteks kelas. Ini membantu mewujudkan proyek percontohan untuk mengevaluasi efektivitas solusi yang ditingkatkan AI di berbagai lingkungan pendidikan, mengumpulkan data tentang kemajuan mahasiswa dan dampaknya pada pembelajaran otentik, serta penerimaan pengajar dan kinerja sistem.

- *Pelatihan fakultas dan literasi digital:* Elemen penting meliputi integrasi pembelajaran pengembangan profesional berbasis desain ke dalam kurikulum dan desain rencana pelatihan terfokus yang memungkinkan pendidik untuk menerapkan teknologi AI secara inklusif. Upaya ini juga harus memprioritaskan perlindungan data, pertimbangan etis, dan langkah-langkah yang dapat diwujudkan yang memastikan integrasi AI yang 'lancar' dalam lingkungan pengajaran dan pembelajaran. Program kesadaran bagi mahasiswa harus diimplementasikan untuk mendidik mereka tentang konsep AI, penggunaan teknologi yang bertanggung jawab, dan potensi manfaat serta risiko AI dalam pendidikan. Kemitraan dengan perusahaan teknologi dan organisasi penelitian dapat membantu menciptakan alat dan sumber daya AI sumber terbuka yang tersedia untuk jaringan pendidik dan mahasiswa yang luas.
- *Integrasi LMS berbasis AI:* Institusi harus menerapkan sistem manajemen pembelajaran (LMS) yang didukung AI yang menyediakan penyampaian konten yang dipersonalisasi, memantau kinerja siswa, dan merekomendasikan jalur pembelajaran yang dipersonalisasi, meningkatkan keterlibatan dan dampak pengalaman pendidikan. Dengan diperkenalkannya LMS yang didukung AI, mahasiswa akan mendapatkan manfaat dari pengalaman pembelajaran yang dipersonalisasi.

Tujuan Jangka Menengah (3–5 Tahun)

Tujuan jangka menengah dapat berupa peningkatan penerapan AI, peningkatan kemampuan analitik, dan pengembangan pengalaman pembelajaran yang dipersonalisasi. Hal ini mencakup upaya untuk menawarkan akses 5G ke lebih banyak sekolah, menciptakan model AI baru bagi mahasiswa untuk menerima pengalaman pembelajaran yang dipersonalisasi, dan menggunakan data untuk membuat keputusan yang tepat. Selain itu, langkah-langkah tersebut juga akan membantu meningkatkan kemampuan belajar mahasiswa dan mempersiapkan mereka untuk peluang kerja di masa depan.

- *Penerapan solusi AI skala penuh:* Ini melibatkan perluasan jaringan 5G ke kampus dan universitas baru, menargetkan fitur atau area yang berhasil dalam proyek percontohan dan di mana jenis teknologi pendidikan canggih ini sangat dibutuhkan. Selain itu, alat dan platform yang ditingkatkan oleh AI dapat diintegrasikan di tingkat pengajar sebagai bagian dari rutinitas pengajaran sehari-hari, membuka jalan bagi jalur pembelajaran yang dipersonalisasi, sekaligus memungkinkan pendekatan penilaian adaptif yang secara dinamis beradaptasi dengan kebutuhan masing-masing mahasiswa. Setidaknya dalam pendidika, kita belum berada pada posisi untuk benar-benar mulai memanfaatkan kekuatan penuh AI (yang dapat menghasilkan pengalaman pembelajaran yang benar-benar dipersonalisasi yang memungkinkan mahasiswa untuk

bergerak sesuai kecepatan mereka sendiri) dan kita membutuhkan penelitian jangka panjang untuk membantu kita secara akurat membatasi efek positif atau negatifnya.

- *Pengembangan kebijakan pendidikan berbasis data (dasbor dan alat pelaporan):* Dasbor analitik data dan alat pelaporan harus dikembangkan untuk memberikan informasi kepada pendidik, administrator, dan pembuat kebijakan tentang kinerja siswa, alokasi sumber daya, dan efisiensi program. Pengambilan keputusan berbasis data dan bukti harus didorong di seluruh sistem pendidikan untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa dan menutup kesenjangan prestasi. Studi longitudinal diperlukan untuk memahami efek jangka panjang AI terhadap hasil belajar mahasiswa. Studi triwulanan selanjutnya juga dapat memasukkan teknologi pendidikan baru dalam repertoar mereka selain AI, untuk memanfaatkan efek sinergis dan berkontribusi pada inovasi dalam pengajaran dan pembelajaran berdasarkan bukti.
- *Mengembangkan pedoman dan peraturan etika:* Ada kebutuhan untuk membuat pedoman dan peraturan yang akan membahas pertimbangan etika AI dalam pendidikan, seperti privasi data, bias algoritmik, dan transparansi. Praktik regulasi harus ditetapkan untuk mengawasi penggunaan AI dalam pendidikan untuk memblokir konsekuensi negatif yang tidak diinginkan dan memastikan hasil yang sama dan adil untuk setiap mahasiswa. Efek jangka panjang perlu diselidiki lebih lanjut.

Visi Jangka Panjang (5+ Tahun)

Dalam jangka panjang, AI harus menjadi pendorong ekosistem pendidikan terintegrasi untuk pembelajaran sepanjang hayat, inovasi, dan mobilitas sosial. Ini termasuk membangun ruang pembelajaran virtual berbasis AI, menetapkan jalur pelatihan yang disesuaikan untuk mahasiswa dari semua latar belakang, dan menumbuhkan budaya inovasi dan percobaan pendidikan.

- *Ekosistem pembelajaran otonom*: Memanfaatkan AI untuk membangun lingkungan pembelajaran virtual berbasis AI untuk memenuhi kebutuhan individu dapat mengalihkan lebih banyak mahasiswa dari model pembelajaran yang seragam. Setiap mahasiswa akan memiliki pengalaman yang lebih menarik, responsif, dan benar-benar personal yang bahkan melampaui dinding kelas tradisional. Oleh karena itu, pendidikan berkelanjutan dipromosikan dengan menyediakan layanan dan alat berbasis AI kepada orang-orang untuk membekali mereka dengan kemampuan dan pengetahuan baru selama hidup mereka, membantu dalam peningkatan pribadi dan profesional.
- *Platform pendidikan nasional/global berbasis AI:* AI dapat digunakan untuk mengembangkan inisiatif pendidikan daring nasional atau global yang memastikan akses bagi semua orang ke konten pendidikan yang terjangkau dan berkualitas, pengalaman belajar yang disesuaikan, pembelajaran kolaboratif, sehingga menjembatani kesenjangan pengetahuan di wilayah geografis yang luas. Para pemangku kepentingan harus dididik tentang teknologi baru yang berpotensi mengubah sistem pendidikan tradisional dan negara-negara pelopor harus didorong untuk berbagi pengalaman mereka untuk membantu mengurangi masalah universal yang dihadapi dalam adopsi teknologi.

- *Tata kelola AI dan inovasi berkelanjutan:* Kerangka kerja tata kelola dan struktur regulasi yang kuat harus dibentuk untuk mengawasi penerapan AI yang etis dan bertanggung jawab dalam pendidikan, memastikan kepatuhan terhadap peraturan privasi data, mempromosikan transparansi algoritma, dan mencegah bias dan diskriminasi. Harus ada penekanan pada budaya inovasi dan eksperimen berkelanjutan dalam pendidikan, mempromosikan inisiatif penelitian dan pengembangan yang mengeksplorasi aplikasi dan pedagogi AI baru, dan mendukung kemitraan antara pendidik, peneliti, dan pelaku industri untuk mengatasi tantangan dan peluang yang berkembang.

14.6 TANTANGAN IMPLEMENTASI AI DALAM PENDIDIKAN

Potensi AI dalam pendidikan sangat besar, tetapi tantangan di masa depan juga signifikan (lihat Tabel 14.2). Untuk mewujudkan keuntungan yang dapat dibawa AI bagi masyarakat, tantangan-tantangan tersebut perlu diatasi secara proaktif. Aspek lain dari pendidikan personalisasi berbasis AI masih belum dicoba, seperti mengatasi dampak buruk dari kurangnya teman sebaya, menghasilkan dan mempertahankan motivasi belajar, meningkatkan keragaman, dan menghilangkan bias yang disebabkan oleh data dan algoritma. Kesenjangan tersebut juga disebabkan oleh keterbatasan infrastruktur di banyak wilayah yang membuat adopsi AI dalam pendidikan menjadi sulit.

Tabel 14.2 Tantangan implementasi AI dalam pendidikan

Hambatan Utama	Deskripsi	Dampak Potensial
Hambatan Teknologi	Masalah interoperabilitas: Sistem dan platform yang tidak terintegrasi. Keterbatasan infrastruktur: Hal ini sangat relevan terutama untuk 5G dan AI, karena sebagian besar sistem bergantung pada pemrosesan sejumlah besar data; oleh karena itu, penerapan teknologi ini dengan infrastruktur yang tidak memadai, khususnya di daerah pedesaan atau daerah yang kekurangan dana, menjadi sulit.	Menghambat kemajuan solusi berbasis AI; memungkinkan terjadinya ketidaksetaraan akademis; dan menyebabkan peningkatan kompleksitas dan biaya dalam penerapannya.
Privasi dan Keamanan Data	Privasi dan keamanan data: Tata kelola data dalam sistem AI. AI yang bertanggung jawab: Etika bisnis dan data untuk AI yang digunakan dalam pemantauan dan penilaian.	Merusak kepercayaan pada alat pendidikan berbasis AI; kekhawatiran etis terkait keadilan dan transparansi; potensi keterbatasan regulasi; dan hambatan kepatuhan.
Kesenjangan dan Ketidaksetaraan Digital	Masalah aksesibilitas: Kesenjangan akses terhadap teknologi dan sumber daya digital di antara populasi yang kurang terlayani dapat memperburuk	Hal ini melanggengkan ketidaksetaraan yang ada dalam pembelajaran dan menciptakan tantangan serius bagi lingkungan

	kesenjangan pendidikan yang sudah ada sebelumnya.	pembelajaran yang benar-benar inklusif dan adil.
Resistensi terhadap Perubahan	Keengganan pendidik: Kekhawatiran atas keengganan pendidik untuk mengadopsi dan menerapkan teknologi baru dalam pengajaran. Inersia institusional: Mengatasi resistensi terhadap teknologi baru.	Membatasi penggunaan AI dalam pendidikan; menghambat inovasi dalam metode pengajaran dan menjadi penghalang bagi kemajuan dan modernisasi.
Kurangnya Kebijakan dan Standardisasi	Deloitte menemukan kerangka peraturan yang tidak jelas: Kebijakan dan peraturan yang tidak jelas tentang penggunaan AI secara etis dalam pendidikan. Implementasi yang tidak terstandarisasi: Kegagalan untuk membuat hal-hal tersebut konvergen dan sama dari satu lembaga pendidikan atau wilayah ke wilayah lain.	Menimbulkan ambiguitas dan kebingungan tentang praktik terbaik; mengganggu munculnya solusi AI yang baik dan dapat direproduksi; dan dapat memungkinkan hasil yang bervariasi dan tidak menentu bagi mahasiswa.

Hambatan Teknologi

Infrastruktur teknologi yang solid sangat penting untuk keberhasilan AI dalam pendidikan. Hal ini mencakup akses internet yang konsisten, perangkat keras komputasi berkinerja tinggi, dan perangkat lunak serta perangkat keras yang diperbarui secara memadai.

- *Masalah interoperabilitas:* Penerapan teknologi AI yang lebih luas dalam pendidikan dapat terhambat oleh masalah interoperabilitas dan kurangnya standardisasi di antara berbagai sistem dan platform AI, yang membatasi kemampuan untuk berbagi data dan mengintegrasikan alat, sehingga menyebabkan pengalaman belajar yang terputus-putus. Standar dan protokol terbuka yang memfasilitasi interoperabilitas dan berbagi data di antara berbagai sistem AI dan platform pendidikan perlu ditetapkan agar sistem-sistem ini dapat terintegrasi dan bekerja secara lancar satu sama lain. Diperlukan pembentukan testbed dan living lab di lembaga pendidikan untuk mengevaluasi kinerja, skalabilitas, dan interoperabilitas teknologi AI di lingkungan dunia nyata, dan kemudian memberikan umpan balik yang kaya untuk merancang dan menerapkan sistem AI.
- *Kesenjangan infrastruktur di daerah pedesaan atau yang kekurangan dana:* Kesenjangan digital masih ada, dengan banyak yang tidak dapat menerapkan pembelajaran berbasis AI secara tepat karena kampus yang tidak terhubung atau komunitas tanpa perangkat yang memadai. Menutup kesenjangan infrastruktur di daerah yang kekurangan sumber daya membutuhkan investasi terkoordinasi dalam infrastruktur broadband, program distribusi perangkat, dan inisiatif literasi digital oleh pemerintah, organisasi, dan mitra sektor swasta, untuk memastikan akses yang adil terhadap peluang pembelajaran berbasis AI bagi semua mahasiswa.

Privasi dan Keamanan Data

Melindungi privasi mahasiswa dan keamanan data sangatlah penting. Risiko pengawasan dan komodifikasi informasi pribadi semakin meningkat, yang menyoroti perlunya rezim perlindungan data yang efektif untuk mengatasi kebocoran dan intrusi data. Kekhawatiran etis seperti pelanggaran privasi dan eksploitasi data dalam AI, terutama yang berkaitan dengan keamanan data siswa, perlu diselesaikan agar informasi pribadi mahasiswa dapat diamankan dan kepercayaan mereka terhadap lembaga pendidikan dapat dipertahankan.

- *Perlindungan data siswa:* Penggunaan jaringan peer-to-peer terdesentralisasi berarti tidak ada perantara yang digunakan untuk transfer, sehingga mengurangi risiko paparan data mahasiswa ke server dan jaringan pusat yang rentan terhadap serangan. Diperlukan penetapan dan implementasi model tata kelola data ujung-ke-ujung yang komprehensif yang mendefinisikan peran dan tanggung jawab pemangku kepentingan yang terkait dengan setiap langkah dalam alur data dan selaras dengan standar perlindungan data/etika yang berlaku.
- *Pertimbangan etika untuk penggunaan AI dalam pemantauan dan penilaian:* Diperlukan perancangan pedoman etika tentang penggunaan AI dalam pemantauan dan penilaian, dan implementasi yang efektif untuk memastikan transparansi, kesetaraan, dan tanggung jawab dalam konteks pendidikan sambil mempertimbangkan kekhawatiran terkait bias algoritmik, privasi data, dan risiko terhadap kesejahteraan mahasiswa. Seiring dengan terus berlanjutnya integrasi AI ke dalam ruang lingkup pendidikan, sangat penting untuk memastikan persetujuan yang diinformasikan sebelum pengumpulan dan penggunaan data mahasiswa dan untuk memprioritaskan transparansi dan akuntabilitas dari pihak AI.

Kesenjangan Digital dan Ketidaksetaraan

Tantangan ini mencakup kesenjangan digital, atau perbedaan akses terhadap teknologi dan literasi digital, yang menghambat penerapan AI yang adil dalam pendidikan. Ada kebutuhan untuk mengurangi kesenjangan antara mereka yang memiliki akses terhadap teknologi dan keterampilan literasi digital dan mereka yang tidak, dan untuk memastikan bahwa semua individu memiliki kesempatan untuk mendapatkan manfaat dari AI dalam pendidikan. Hal ini dapat melibatkan implementasi inisiatif yang menyediakan sumber daya, dukungan, dan pelatihan kepada siswa, pendidik, dan seluruh komunitas.

Beberapa orang (pada dasarnya, mahasiswa dari latar belakang berpenghasilan rendah, daerah pedesaan, atau penyandang disabilitas) mungkin tidak memiliki atau memiliki akses terbatas terhadap alat, infrastruktur, dan dukungan yang diperlukan untuk tertarik pada situasi pembelajaran yang didukung AI. Untuk membantu menjembatani kesenjangan prestasi dalam pendidikan AI dan peluang kerja, ada kebutuhan untuk membina kemitraan strategis dengan organisasi nirlaba, kelompok masyarakat, dan lembaga pendidikan untuk mengembangkan program penjangkauan, peluang bimbingan, dan pendanaan beasiswa khusus untuk populasi yang kurang terwakili di bidang STEM dan disiplin ilmu lainnya.

Resistensi terhadap Perubahan

Tantangan besar dalam mengadopsi AI adalah mendapatkan dukungan dari para pendidik, mahasiswa, dan orang tua. Sifat pendidikan AI dapat menyebabkan banyak pendidik enggan menerapkan teknologi baru tanpa pelatihan, karena takut kehilangan pekerjaan, atau sekadar tidak yakin seberapa transformatif AI dapat diterapkan di lingkungan kelas. Oleh karena itu, dukungan dan pelatihan harus diberikan kepada staf untuk mengatasi kekhawatiran mereka dan untuk memastikan integrasi AI yang kompeten dan efektif ke dalam proses sumber daya guna meningkatkan kinerja mahasiswa.

- *Keengganan pendidik untuk menggunakan AI:* Pendekatan pelatihan perlu dikembangkan untuk membantu pengajar mempelajari cara memasukkan AI dalam pengajaran mereka dan siap untuk mengintegrasikan alat-alat tersebut ketika mereka siap melakukannya. Mengatasi kekhawatiran pendidik dan mempromosikan sikap yang lebih positif terhadap adopsi AI dapat dilakukan dengan menekankan potensi AI untuk meningkatkan peran mereka, mempermudah tantangan administratif, dan mempersonalisasi pengajaran.
- *Inersia institusional:* Proses yang ada dan hambatan budaya di lembaga pendidikan dapat mempersulit adopsi teknologi baru. Untuk mengimplementasikan AI dan menciptakan budaya inovasi dan eksperimen, lembaga pendidikan perlu memupuk lingkungan yang menekankan kolaborasi, pengambilan risiko, dan pembelajaran berkelanjutan. Ini termasuk membentuk tim lintas disiplin untuk meneliti dan menguji coba solusi AI, memberi penghargaan kepada instruktur dan staf yang mempromosikan inovasi, dan menghilangkan hambatan birokrasi yang mencegah adopsi AI.

Kurangnya Kebijakan dan Standardisasi

Terakhir, kurangnya kebijakan dan standar komprehensif saat ini untuk integrasi AI dalam pendidikan mengakibatkan kebingungan, yang dapat mempersulit implementasi yang bertanggung jawab. Para pemangku kepentingan di bidang pendidikan, pemerintah, dan industri perlu berkolaborasi untuk menciptakan peraturan dan standar yang luas untuk penggunaan AI dalam pendidikan, yang akan membuka jalan bagi inovasi AI yang bertanggung jawab dan memastikan akuntabilitas dan transparansi dalam praktiknya. Ini melibatkan penetapan standar etika untuk pembuatan dan penggunaan AI, penetapan norma untuk privasi dan keamanan informasi serta penetapan pedoman tentang akuntabilitas dan transparansi.

- *Kerangka peraturan yang tidak jelas:* Tanpa pedoman yang jelas, lembaga pendidikan mungkin merasa tidak yakin dalam menavigasi pertimbangan etis dan hukum yang terkait dengan adopsi AI, yang berpotensi mengakibatkan konsekuensi yang tidak diinginkan. Dengan menetapkan batasan yang jelas, pada isu-isu seperti bias algoritmik, privasi data, dan tanggung jawab, para pemangku kepentingan dapat memastikan bahwa AI digunakan secara etis dan bertanggung jawab untuk meningkatkan pembelajaran dan keberhasilan mahasiswa.
- *Implementasi yang terfragmentasi*: Ekosistem AI yang beragam kekurangan protokol dan format standar, yang menghambat integrasi yang mulus di berbagai platform. Ada

kebutuhan untuk mempromosikan standar dan protokol terbuka yang memungkinkan berbagai alat dan platform AI untuk beroperasi dan bekerja sama secara efektif untuk mendorong pendekatan inovatif dalam menerapkan AI dalam pembelajaran pendidikan.

14.7 PENINGKATAN KETERLIBATAN DAN MOTIVASI SISWA

Melalui perpaduan teknologi 5G dan AI dalam pendidikan, batasan baru dapat diwujudkan, termasuk pembelajaran personal, aksesibilitas yang lebih besar, dan pendekatan pedagogis baru. Dengan memanfaatkan konektivitas cepat, latensi rendah, dan kapasitas tinggi jaringan 5G, alat pendidikan berbasis AI dapat memberikan rekomendasi personal berdasarkan kebutuhan dan preferensi spesifik mahasiswa.

Gamifikasi, simulasi interaktif, dan VR dapat digunakan dalam menciptakan platform pendidikan berbasis AI yang melibatkan siswa, menjaga motivasi mereka untuk belajar dengan membuat mereka berpartisipasi dan dengan demikian memastikan retensi pengetahuan. Dengan mengintegrasikan sistem umpan balik adaptif berbasis AI, kita dapat menawarkan informasi dan bantuan individual kepada mahasiswa yang secara adaptif memperkuat keterlibatan dan kepercayaan diri mereka dalam proses pembelajaran.

- *Pengalaman gamifikasi dan imersif:* Kombinasi AI dengan teknologi VR dan AR memungkinkan pengalaman belajar interaktif yang disesuaikan dengan preferensi dan gaya belajar mahasiswa yang berbeda. VR dan AR melalui perangkat memungkinkan aplikasi dan pengalaman populer yang dapat menghidupkan kembali orang-orang, tempat, dan momen kuno dan bersejarah di ruang kelas tradisional dengan cara yang memungkinkan tidak hanya untuk belajar atau simulasi, tetapi juga imersi melalui pengalaman, konten yang diproduksi bersama, dan proyek.
- *Platform interaktif waktu nyata berbasis AI:* mahasiswa dapat menerima umpan balik waktu nyata saat mereka mengerjakan latihan dan konsep, memaksa mereka untuk menyelesaikan konsep yang tidak familiar berulang kali hingga mereka mendapatkan kepercayaan diri yang diperlukan dalam kemampuan mereka untuk belajar. Algoritma pembelajaran mesin memungkinkan platform ini untuk memantau kemajuan mahasiswa dengan mendeteksi tren dalam pola pembelajaran, dan menggunakan wawasan tersebut untuk mengevaluasi kinerja siswa, untuk menentukan di mana mahasiswa tersebut mengalami kesulitan, dan untuk menerapkan intervensi yang dipersonalisasi untuk membimbing mereka menuju keberhasilan akademis.

Pendidikan yang Hemat Biaya dan Dapat Diperluas

Kecerdasan buatan juga mampu melakukan banyak fungsi administratif yang mengoptimalkan alur kerja dan memanfaatkan sumber daya yang tersedia dengan lebih baik, sehingga menghemat sejumlah besar uang bagi lembaga pendidikan. Chatbot dan asisten virtual berbasis AI dapat menangani pertanyaan dan masalah sehari-hari, membebaskan pendidik untuk fokus pada tugas-tugas yang lebih kompleks, seperti membuat konten pembelajaran dan membimbing mahasiswa.

Selain itu, sistem pembelajaran personalisasi yang didukung AI dapat ditingkatkan skalanya untuk mendukung sejumlah besar siswa, memungkinkan individu yang kurang mampu untuk menerima pendidikan berkualitas.

- *AI untuk personalisasi skala besar:* AI memiliki kekuatan untuk menawarkan pengalaman belajar yang disesuaikan dalam skala besar, memungkinkan instruktur untuk menjangkau lebih banyak siswa, terutama dari daerah yang kurang mampu, dengan pendidikan berkualitas. Dengan memanfaatkan analisis data, AI melengkapi teknologi pendidikan untuk memahami gaya belajar, kecepatan, dan preferensi unik setiap siswa, memberikan jalur pembelajaran personalisasi yang sesuai dengan kebutuhan, aspirasi, dan tujuan akademik individu mereka. Hal ini memungkinkan perhatian individual untuk memastikan bahwa semua mahasiswa memiliki dukungan dan sumber daya yang mereka butuhkan untuk berhasil secara akademis.
- *Otomatisasi tugas administratif:* AI dapat mengotomatisasi berbagai tugas administratif, termasuk penilaian, penjadwalan, dan pemberian dukungan siswa, sehingga mengurangi beban administratif pada pendidik dan memungkinkan mereka untuk berkonsentrasi pada pengajaran dan keterlibatan mahasiswa.

Pembelajaran Sepanjang Hayat dan Inklusif

Kecerdasan buatan akan mendukung pembelajaran sepanjang hayat dengan memungkinkan jalur pembelajaran yang dipersonalisasi, lingkungan pembelajaran adaptif, dan akses sesuai permintaan ke pelatihan dan sumber daya. Alat-alat seperti terjemahan bahasa bertenaga AI dan teknologi bantu dapat menghilangkan hambatan pendidikan bagi mahasiswa penyandang disabilitas, memastikan setiap orang memiliki akses ke pembelajaran dan peluang untuk sukses. Sistem konseling karir berbasis AI digunakan untuk membantu orang menilai kemampuan mereka, menemukan alternatif karir, dan mempersiapkan keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses di pasar kerja.

Dengan menggunakan teknologi bertenaga AI, peluang, dukungan, dan sumber daya pembelajaran yang dipersonalisasi dapat ditawarkan kepada orang-orang dari segala usia atau kemampuan yang dapat membantu mereka dalam pembelajaran sepanjang hayat dan pengembangan keterampilan. AI memfasilitasi peluang pembelajaran yang dipersonalisasi, termasuk penilaian adaptif, rekomendasi pembelajaran yang disesuaikan, dan akses ke berbagai materi pembelajaran sesuai permintaan, memungkinkan mahasiswa untuk mengikuti minat mereka dan mengembangkan pengetahuan dan keterampilan mereka dengan kecepatan mereka sendiri.

Kolaborasi Global dan Berbagi Pengetahuan

Kecerdasan buatan dapat memfasilitasi kolaborasi lintas budaya dan berbagi pengetahuan dengan menghubungkan mahasiswa dan pendidik secara global di ruang kelas virtual dan komunitas daring. Sistem penerjemahan bahasa berbasis AI dapat membebaskan diri dari hambatan bahasa, membantu mahasiswa dalam mempelajari materi, dan bekerja dengan mahasiswa yang berbicara berbagai bahasa.

Penerjemahan berbasis teknologi dan pembelajaran bersama antar wilayah. Penerjemahan perangkat berbasis AI dan pembelajaran bersama antar negara dapat

mendorong kerja sama internasional dan pertukaran budaya dengan memungkinkan orang-orang dari berbagai wilayah dan latar belakang untuk berkomunikasi dan berbagi pengetahuan. Alat berbasis AI untuk penerjemahan dapat menghilangkan hambatan bahasa dan memungkinkan mahasiswa yang berinisiatif dari berbagai latar belakang bahasa untuk terhubung dan bekerja sama, sementara program pertukaran virtual dapat memfasilitasi pertukaran ide, sudut pandang, dan praktik terbaik di antara rekan-rekan di seluruh dunia.

Memastikan potensi AI dalam pendidikan dan pembelajaran yang diuntungkan oleh ekosistem 5G membutuhkan penanggulangan tantangan terhadap implementasi AI yang luas dan efektif serta mengintegrasikan praktik terbaik etis seputar penggunaannya. Bagian ini membahas pendekatan dan langkah-langkah yang disarankan yang dapat diadopsi oleh pendidik, pembuat kebijakan, dan inovator teknologi untuk meningkatkan keuntungan dan mengurangi bahaya AI (lihat Tabel 14.3).

Tabel 14.3 Praktik terbaik untuk implementasi AI dalam pendidikan

Temuan/Praktik Terbaik	Deskripsi	Komponen Utama
Kerangka Kebijakan dan Tata Kelola	Investigasi komprehensif mengenai implikasi etis, pragmatis, dan sosial diperlukan untuk adopsi AI yang bertanggung jawab dalam pendidikan. Untuk menjaga transparansi, akuntabilitas, dan kepercayaan publik, sistem regulasi yang kuat yang mendukung penggunaan etisnya dalam lingkungan pembelajaran harus dikembangkan.	Strategi nasional tentang AI khusus untuk pendidikan; kerangka kerja etika yang mengatur data, bias algoritmik, transparansi; pedoman kebijakan yang mengatur penggunaan AI di lembaga-lembaga; berfokus pada privasi data dan akses yang setara ke sumber daya yang didukung AI.
Kemitraan Publik-Swasta	Memungkinkan program percontohan yang didanai bersama bagi perusahaan teknologi dan perusahaan rintisan teknologi pendidikan untuk bekerja sama dengan lembaga pendidikan. Kolaborasi lintas sektoral yang sinergis antara akademisi, industri, dan sektor pemerintah sangat penting.	Beberapa area fokus potensial mungkin meliputi: kolaborasi dalam program percontohan untuk menguji dan memvalidasi solusi AI yang diusulkan; investasi dalam kemitraan pendanaan untuk menguji dan mengembangkan penelitian dan pengembangan AI di bidang pendidikan; kemitraan industri untuk meningkatkan kecepatan dan efisiensi.
Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas Guru	Memastikan bahwa para pendidik menerima pengembangan profesional berkelanjutan dan program literasi AI untuk secara efektif menggunakan alat AI dalam praktik pengajaran mereka. Untuk	Pembelajaran pelatihan tentang penggunaan AI dalam pendidikan; inisiatif peningkatan literasi digital dan keterampilan AI untuk pendidik; dukungan dan sumber daya bagi pendidik untuk bereksperimen

	setiap berita utama negatif baru-baru ini tentang AI canggih, ada peluang pendidikan untuk investasi proaktif dalam program pelatihan pengajar yang komprehensif untuk memastikan bahwa para pendidik mengembangkan keterampilan untuk berhasil memasukkan alat AI ke dalam praktik pengajaran mereka.	dengan alat-alat bertenaga AI; pengajar perlu memupuk pola pikir untuk pertumbuhan profesional.
Pengembangan Infrastruktur dan Platform	Merancang platform pendidikan AI yang siap cloud, aman, dan terukur menggunakan standar interoperabilitas dan infrastruktur sumber terbuka	Investasi dalam infrastruktur yang kuat dan terukur; pengembangan platform cloud yang aman dan menjaga privasi; promosi interoperabilitas dengan standar dan alat terbuka.
Pemantauan dan Evaluasi	Dengan Indikator Kinerja Utama (KPI) dan metrik untuk mengevaluasi keberhasilan setiap inisiatif, putaran umpan balik, dan model perbaikan berkelanjutan.	Mengidentifikasi KPI yang jelas untuk AI dalam pendidikan; menerapkan mekanisme umpan balik untuk menangkap wawasan dari pendidik dan siswa; secara teratur menilai dan menyempurnakan solusi AI berdasarkan data kinerja.

Kerangka Kebijakan dan Tata Kelola

Ada kebutuhan untuk merancang kerangka kebijakan dan tata kelola yang tepat untuk meminta pertanggungjawaban para pemangku kepentingan atas standar etika, penggunaan data, dan transparansi algoritma dalam pembelajaran yang dimediasi AI. Kerangka kerja semacam ini harus menetapkan pedoman yang tegas seputar penggunaan AI secara etis dalam pendidikan, untuk melindungi privasi mahasiswa dan mencegah peluang dan hasil yang tidak adil yang dihasilkan melalui algoritma AI yang bias.

- *Mengembangkan strategi AI pendidikan nasional:* Merumuskan strategi AI pendidikan khusus negara akan menciptakan kerangka kerja holistik untuk mengintegrasikan AI dengan sistem pendidikan negara-negara tersebut sambil tetap memperhatikan isu-isu etika, kekhawatiran privasi data, dan transparansi algoritma. Strategi ini juga harus menawarkan prinsip-prinsip nyata untuk memandu penerapan AI yang bertanggung jawab dalam pendidikan demi keamanan data mahasiswa dan pengurangan bias algoritma. Kebijakan ini juga harus memastikan transparansi di setiap tahap bagaimana data diproses dan ditangani.
- *Arah penerapan etis 5G dan AI*: Penerapan dan penggunaan teknologi 5G dan AI dalam proses pendidikan harus mengikuti nilai-nilai transparansi, keadilan, dan akuntabilitas. Hal ini akan membantu mengatasi masalah seperti privasi data, bias algoritmik, dan apakah AI dapat mengambil alih peran pengajar manusia, sehingga memastikan

pengembangan yang bertanggung jawab dan etis sekaligus mengurangi dampak negatif.

Kemitraan Publik-Swasta

Kemitraan ini mendorong kolaborasi antara sektor publik dan swasta untuk memanfaatkan keahlian dan sumber daya dalam menciptakan solusi pendidikan berbasis AI. Kemitraan ini dapat memungkinkan terciptanya alat dan platform AIED mutakhir yang memenuhi berbagai kebutuhan mahasiswa dan pendidik.

- *Kemitraan dengan perusahaan teknologi dan startup edtech*: Ada kebutuhan untuk mendorong kemitraan antara lembaga pendidikan, perusahaan teknologi, dan startup untuk mendorong inovasi dan mengembangkan solusi berbasis AI yang menargetkan masalah spesifik dalam pendidikan. Kolaborasi ini dapat menghasilkan pengembangan alat dan platform AIED yang disesuaikan dengan kebutuhan unik peserta didik dan pendidik, yang pada akhirnya meningkatkan hasil pendidikan dan memfasilitasi kesetaraan digital dalam lanskap pendidikan.
- *Program percontohan yang didanai bersama:* Kemitraan antara peneliti, pendidik, dan mitra bisnis harus dikembangkan untuk mendanai program percontohan guna menguji efektivitas dan skalabilitas solusi AIED di berbagai lingkungan pendidikan. Inisiatif tersebut juga dapat memberikan informasi bagi kebijakan dan alokasi sumber daya dengan memberikan wawasan berharga tentang tantangan yang muncul dan peluang yang mungkin ada dalam penerapan AI di bidang pendidikan.

Pelatihan dan Peningkatan Kapasitas Pengajar

Langkah selanjutnya adalah mendorong pelatihan pengajar dan program pengembangan profesional yang membekali pendidik dengan keterampilan dan pengetahuan yang dibutuhkan untuk secara efektif mengintegrasikan AI ke dalam praktik kelas mereka. Program pelatihan tersebut akan mempromosikan perspektif yang luas—yang didasarkan pada literasi digital, perkembangan pedagogis, dan kemampuan untuk secara kritis mengevaluasi dan memanipulasi sumber daya pembelajaran berbasis AI.

- *Pengembangan profesional berkelanjutan:* Para pendidik harus diberikan kesempatan untuk pengembangan profesional berkelanjutan sehingga mereka dapat terus mengikuti perkembangan seputar AIED dan mempelajari cara mengintegrasikan AI secara efektif ke dalam pelajaran mereka. Program-program tersebut harus berfokus pada pengembangan literasi digital guru, keterampilan pedagogis, dan kemampuan untuk mengevaluasi dan mengadaptasi alat pendidikan berbasis AI.
- *Literasi AI untuk pendidik*: Program pendidikan literasi AI dapat dibuat untuk para pendidik guna mendukung pemahaman mereka tentang kemampuan dan keterbatasan AI, dan untuk membantu mereka menggunakan alat AI dengan percaya diri guna meningkatkan pengajaran dan pembelajaran. Melengkapi praktik yang ada dengan kemampuan yang memungkinkan AI di ruang kelas menghasilkan hasil inovatif yang bermanfaat bagi mahasiswa.

Pengembangan Infrastruktur dan Platform

Perlu ada fokus pada pengembangan infrastruktur 5G yang kuat dan platform pendidikan gratis untuk menjalankan aplikasi pendidikan berbasis AI. Platform ini perlu dibangun agar dapat diskalakan, beroperasi secara interoperabel, dan tersedia untuk semua mahasiswa dan pendidik tanpa memandang kode pos atau status sosial ekonomi mereka.

- *Platform pendidikan AI berbasis cloud yang aman*: Platform pendidikan AI di cloud harus dirancang untuk keamanan, skalabilitas, dan interoperabilitas serta harus menyediakan mahasiswa dan pengajar dengan alat dan materi pembelajaran yang cerdas. Pengalaman ini digunakan sebagai landasan untuk membangun pengalaman belajar yang personal, berbasis data, dan sosial. Platform ini perlu menyediakan lingkungan yang aman dan tepercaya bagi pengguna dengan memprioritaskan keamanan dan privasi untuk memungkinkan inovasi dan meningkatkan hasil pembelajaran.
- *Alat sumber terbuka dan standar interoperabilitas:* Penggunaan alat sumber terbuka dan standar interoperabilitas untuk semua platform AIED harus didukung untuk memfasilitasi inovasi, meminimalkan biaya kepemilikan, dan memastikan kompatibilitas sistem. Saat ini sedang dipertimbangkan, standar-standar ini akan mempermudah berbagi data dan sumber daya, yang akan mempermudah kolaborasi dan, mudah-mudahan, memungkinkan semua mahasiswa dan pengajar untuk mengakses alat-alat baru yang sedang dikembangkan dalam ekosistem yang berkembang pesat ini.

Mekanisme Pemantauan dan Evaluasi

Mekanisme tersebut melibatkan pembuatan rencana pemantauan dan evaluasi yang sangat kuat untuk menilai dampak intervensi pendidikan berbasis AI terhadap hasil belajar siswa, efektivitas guru, dan ketidaksetaraan pendidikan. Mekanisme tersebut harus menggabungkan metode pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif, bersama dengan umpan balik yang memungkinkan penyempurnaan dan penyesuaian berkelanjutan.

- *KPI dan metrik keberhasilan:* Indikator kinerja utama dan metrik dapat ditetapkan untuk memantau efektivitas dan dampak inisiatif AIED, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti hasil belajar siswa, kepuasan pendidik, dan akses yang adil. Indikator tersebut harus memberikan bukti terukur tentang manfaat dan tantangan AI dalam pendidikan, membantu menginformasikan keputusan berbasis data tentang nilai dan distribusi sumber daya.
- *Siklus umpan balik dan model peningkatan berkelanjutan:* Siklus umpan balik dan model peningkatan berkelanjutan dapat dikembangkan untuk meminta masukan dari siswa, guru, dan pemangku kepentingan lainnya, menggunakan informasi ini untuk secara iteratif meningkatkan dan menyempurnakan solusi AIED guna memastikan bahwa solusi tersebut memenuhi kebutuhan komunitas pendidikan yang terus berkembang. Model-model ini harus memfasilitasi pendekatan implementasi AI yang lebih gesit dan responsif, mendorong inovasi dan memastikan bahwa praktik pendidikan selalu lebih efektif.

14.8 PLATFORM PEMBELAJARAN BERBASIS AI

Studi kasus di bagian ini menggambarkan jalur pembelajaran personal mereka, menunjukkan potensi transformasi yang dapat dibawa AI ke ekosistem pendidikan 5G. Dengan menggunakan ilustrasi keberhasilan di lapangan, studi kasus ini juga mengungkap kesenjangan dan tantangan yang masih ada, yang semuanya menekankan perlunya pendekatan proaktif untuk implementasi yang adil dan terukur. Implikasi diskursif dan praktis dari mempelajari aplikasi dunia nyata ini (semoga) jelas karena menyoroti baik jebakan maupun potensi dari penerapan AI dalam pendidikan.

Algoritma AI dan konektivitas 5G membantu platform ini menyesuaikan konten pendidikan dan melacak kemajuan mahasiswa. Hal ini meningkatkan keterlibatan mahasiswa dan hasil akademik dengan memungkinkan umpan balik waktu nyata, modul pembelajaran adaptif, dan bimbingan individual. Algoritma AI mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai sumber untuk menyusun profil mahasiswa yang komprehensif, memungkinkan pengalaman pembelajaran yang dipersonalisasi. Dengan menerapkan proses pembelajaran mesin untuk mengetahui pola dan tren dalam kinerja siswa, platform berbasis AI dapat memperoleh tingkat kesulitan dan kecepatan aktivitas pembelajaran yang dinamis serta memberikan dukungan dan intervensi yang tepat sasaran dan tepat waktu.

Kampus Pintar yang Didukung 5G di Daerah Perkotaan

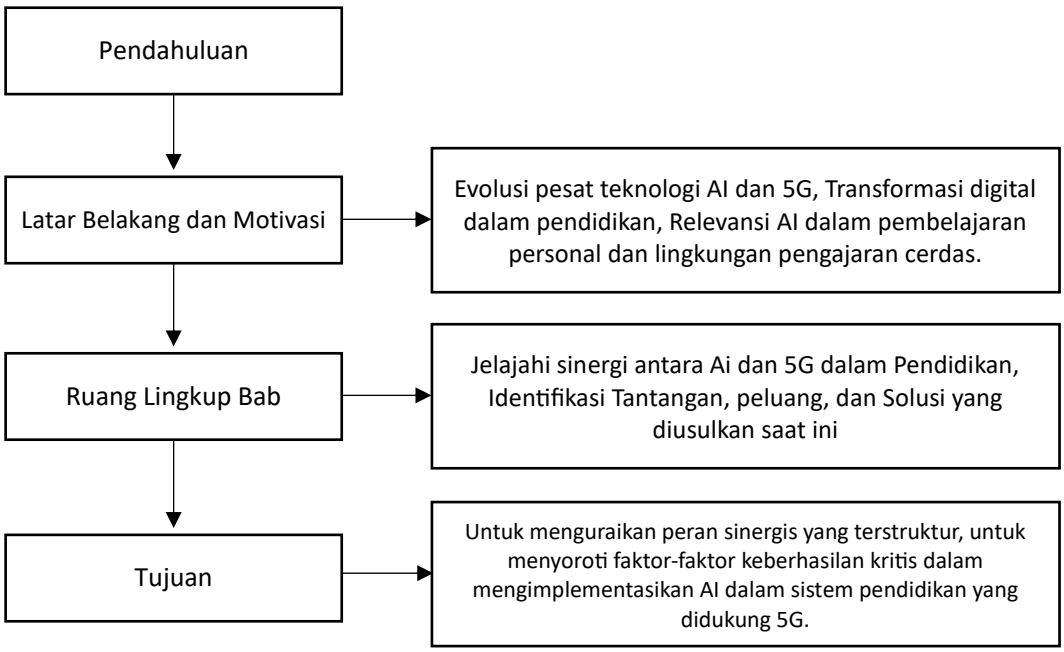
Kampus-kampus ini memanfaatkan analitik berbasis AI untuk meningkatkan keamanan, mengoptimalkan alokasi sumber daya, dan memberikan pengalaman belajar yang dipersonalisasi. Berbagai solusi yang diimplementasikan meliputi sistem pengawasan kecerdasan buatan (AI), solusi pemeliharaan prediktif untuk infrastruktur kampus, dan platform manajemen energi cerdas—semuanya untuk mendorong efisiensi operasional, keselamatan, dan keberlanjutan di seluruh lembaga pendidikan. Selanjutnya, kampus-kampus ini menggunakan asisten virtual dan chatbot bertenaga AI untuk memberikan dukungan dan bimbingan yang dipersonalisasi kepada siswa, sehingga mereka dapat menerima bantuan terkait pertanyaan akademik, perencanaan pembelajaran, atau layanan kampus kapan saja.

AI dalam Pendidikan di Daerah Terpencil dan Pedesaan: Proyek Percontohan

Melalui konektivitas 5G, AI dimanfaatkan di bidang ini untuk memberikan pengalaman belajar yang dipersonalisasi dan materi pendidikan berkualitas kepada mahasiswa. Beberapa teknologi yang digunakan untuk menjembatani hambatan geografis dan kekurangan sumber daya meliputi tutor virtual bertenaga AI, aplikasi penerjemahan bahasa, dan media pembelajaran offline. Namun, platform yang ditingkatkan dengan AI dapat memberikan umpan balik dan bantuan yang disesuaikan kepada mahasiswa yang tinggal di daerah terpencil dengan menganalisis praktik belajar mereka serta data kinerja, semuanya tanpa memerlukan lingkungan kelas yang khas.

Sistem pendidikan ini, yang didukung oleh 5G, membutuhkan pendekatan menyeluruh yang tidak hanya berfokus pada optimasi teknologi dan pedagogis tetapi juga mencakup aspek moral untuk memulai adopsi teknik mutakhir melalui AI dalam sistem pendidikan. Para peneliti yang bekerja di bidang ini perlu mampu mendorong pengembangan algoritma pembelajaran

personalisasi yang adaptif, adil, inklusif, dan responsif terhadap kebutuhan individu semua peserta didik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 14.5.



Gambar 14.5 Tren dan arah penelitian di masa depan.

- Integrasi dengan metaverse dan kembaran digital: Ada kebutuhan untuk menyelidiki bagaimana AI diintegrasikan dengan teknologi baru seperti metaverse dan kembaran digital untuk menciptakan lingkungan pembelajaran yang imersif dan interaktif guna meningkatkan keterlibatan dan retensi pengetahuan. Karena metaverse dapat mensimulasikan fenomena kontekstual apa pun melalui penciptaan dunia bersama yang persisten, ini adalah salah satu inovasi paling signifikan yang memberi kita pengalaman pembelajaran kolaboratif, pengalaman simulasi, dan banyak pengalaman pendidikan yang digamifikasi. Ketika dikombinasikan dengan personalisasi berbasis AI, pengaturan imersif ini juga dapat menyesuaikan dengan gaya dan preferensi unik pembelajar, menawarkan umpan balik dan bantuan yang disesuaikan untuk meningkatkan hasil pendidikan.
- *AI untuk pembelajaran emosional dan sosial:* Penelitian dapat dilakukan tentang penggunaan AI untuk memfasilitasi pertumbuhan emosional dan sosial bagi mahasiswa seperti pengenalan emosi, pelatihan empati, dan resolusi konflik. Saat mahasiswa berinteraksi dengan sistem berbasis AI, penekanan harus ditempatkan pada penelitian seputar pemahaman sinyal emosional—membantu perangkat ini untuk menawarkan respons yang responsif dan empatik. Pelatihan empati berbasis simulasi menggunakan simulator AI berpotensi mengubah cara pelatihan empati dan memungkinkan peserta pelatihan untuk menerapkan strategi pengambilan perspektif dan resolusi dalam pengaturan yang realistis. Hal ini tidak hanya meningkatkan kecerdasan emosional, tetapi juga membantu menciptakan pengalaman belajar yang lebih mendalam dan lebih manusiawi.

- *Robotika pendidikan bertenaga AI*: Menekankan robotika dan AI yang tertanam dalam alat untuk pendidikan dan perkembangan anak adalah cara yang baik. Mengajari anak-anak cara membuat kode dan memecahkan masalah, bahkan menggunakan robot, membantu mempersiapkan mereka untuk pekerjaan di masa depan. Robotika pendidikan menumbuhkan pemahaman yang mendalam tentang konsep sambil mendorong kreativitas, pemikiran kritis, dan kolaborasi melalui pengalaman belajar langsung bagi mahasiswa. Pembelajaran mesin memungkinkan algoritma AI untuk menyesuaikan perilaku robot sesuai kebutuhan, menyesuaikan dukungan dan pengajaran kepada peserta didik.
- *Kolaborasi lintas disiplin (AI + ilmu saraf + pedagogi):* Kemitraan antara pendidik, pengembang AI, pembuat kebijakan, dan pemangku kepentingan industri harus didorong untuk memastikan bahwa solusi AI selaras dengan tujuan pendidikan dan standar etika. Kemitraan ini tak tergantikan dalam mengatasi berbagai tantangan dan peluang yang dihadirkan AI dalam pendidikan, mendorong pengembangan solusi yang bermoral, fleksibel, dan efektif yang mendukung keberhasilan dan kesejahteraan mahasiswa. Bab ini menyajikan salah satu model pertama yang menyoroti bagaimana dialog pemangku kepentingan yang berkelanjutan dan transparansi berkontribusi pada kesadaran individu tentang banyak keputusan implementasi dan penggunaan yang terlibat dalam adopsi AI.

14.9 KESIMPULAN

Konvergensi teknologi AI dan 5G akan mentransformasi pendidikan dengan memungkinkan pengalaman belajar yang sangat personal, infrastruktur kampus yang cerdas, dan bahkan penyampaian pendidikan yang lebih berkualitas dan responsif. Sinergi tersebut mendorong respons waktu nyata, pengalaman belajar yang mendalam, dan peluang pembelajaran jarak jauh untuk memenuhi kebutuhan unik pendidikan modern. Mengubah visi ini menjadi kenyataan melibatkan mengatasi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan teknologi, privasi data, masalah keamanan, kesenjangan digital, dan resistensi terhadap perubahan. Mengatasi masalah ini akan membutuhkan upaya bersama dari para pendidik, pembuat kebijakan, ahli teknologi, dan mitra industri.

Akhirnya, AI dalam 5G untuk pendidikan dapat dimanfaatkan dengan bantuan para pemangku kepentingan. Para pembuat kebijakan dan mitra publik-swasta dapat membuat pedoman untuk AI dalam 5G untuk pendidikan dan melatih pengajar untuk memanfaatkan fitur-fiturnya. Mereka juga dapat menyediakan infrastruktur untuk pertumbuhan berkelanjutan yang tidak akan membiarkan hambatan ketidaksetaraan menjadi masalah dalam pendidikan. Akhirnya, pengenalan AI dan teknologi, seperti 5G, dalam pendidikan akan mengarah pada keterlibatan mahasiswa yang lebih baik, pendidikan yang lebih terjangkau, dan kesempatan untuk belajar kapan saja di seluruh dunia, bahkan dengan universitas asing, sehingga seluruh generasi dapat memetik manfaatnya.

BAB 15
AI GENERATIF PADA KURIKULUM DAN DESAIN PEMBELAJARAN

15.1 PENDAHULUAN

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan telah memasuki momen penting dengan diperkenalkannya AI generatif (gen AI), sebuah kelas model yang menghasilkan teks, gambar, kode, dan media lainnya. Model bahasa besar (LLM) seperti GPT dari Open AI, Gemini dari Google, dan LLaMA dari Meta menciptakan peluang baru untuk optimasi dalam pembuatan konten, personalisasi, dan inovasi dalam pengajaran. Dengan lembaga pendidikan yang menghadapi tantangan teknologi yang berkembang pesat, meningkatnya keragaman peserta didik, dan perubahan ekspektasi industri, gen AI memberikan peluang yang belum pernah ada sebelumnya untuk mengubah cara berpikir tentang bagaimana kurikulum dan desain pembelajaran dikonseptualisasikan.

Pengembangan kurikulum tradisional seringkali merupakan proses yang padat karya dan linier. Selain sumber daya statis dan kendala waktu, proyek kurikulum memiliki ruang lingkup yang terbatas. Sebaliknya, AI generatif memungkinkan para praktisi untuk bersama-sama menciptakan konten langsung dan yang disesuaikan, mengotomatiskan penilaian, dan mendukung peserta didik secara real-time. AI generatif memungkinkan pengembangan kurikulum interdisipliner yang dipersonalisasi, inklusif, dan mengembangkan kompetensi abad ke-21, termasuk berpikir kritis, kreativitas, literasi digital, dan penalaran etis.

Selain itu, AI generatif dapat berfungsi sebagai alat pengajaran dan asisten desain yang dapat mendukung pengajar dalam merancang program pembelajaran, menghubungkan tujuan pembelajaran dengan tujuan program, dan meningkatkan keterlibatan mahasiswa melalui penyampaian konten multimodal. Seiring dengan terintegrasinya teknologi generatif ke dalam kerangka kurikulum, para pendidik akan menemukan ekosistem pedagogis menjadi lebih gesit, lebih responsif, dan lebih berpusat pada mahasiswa.

Bab ini berfokus pada potensi penggunaan AI generatif dalam desain kurikulum dan pembelajaran, dan khususnya potensinya untuk mempercepat pengembangan kurikulum, mendukung peserta didik yang terdiferensiasi, memungkinkan praktik inovatif, dan memungkinkan pendidik untuk menjunjung tinggi integritas pedagogis. Bab ini akan menguraikan beberapa cara Gen-AI telah digunakan dan menawarkan beberapa pertimbangan untuk mendukung pendidik, administrator, dan pembuat kebijakan dalam menggunakan Gen-AI untuk transformasi pendidikan.

15.2 INTEGRASI AI GENERATIF PADA KURIKULUM DAN DESAIN PEMBELAJARAN

Kecerdasan buatan merevolusi pendidikan karena meningkatkan keterlibatan, instruksi yang dipersonalisasi, dan produktivitas bagi administrator dan pendidik. AI generatif, sebagai area AI yang berbeda yang berfokus pada produksi konten, muncul sebagai alat transformatif untuk pembuatan kurikulum dan bagi perancang pembelajaran. LLM dapat membuat garis

besar pembelajaran, tujuan pembelajaran, penilaian, bahkan pelajaran—semuanya dalam waktu yang lebih singkat, dan semuanya selaras dengan standar pembelajaran.

AI generatif dapat memberikan dukungan multibahasa secara real-time untuk materi pembelajaran adaptif guna mendukung berbagai tingkat pembelajaran dan konteks budaya. ChatGPT dari Open AI, Gemini dari Google, dan Claude dari Anthropic adalah beberapa platform yang dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih adil dan mudah diakses. Meskipun demikian, ada kekhawatiran signifikan seputar informasi yang salah, penggunaan AI untuk tujuan etis, dan seputar bias dalam data.

Namun, AI generatif, yang dijelaskan dalam sebuah makalah oleh Organisasi Pendidikan, Ilmu Pengetahuan, dan Kebudayaan Perserikatan Bangsa-Bangsa, mendukung penyampaian konten multibahasa dan multimodal untuk mendemokratisasi pendidikan bahkan dalam konteks di mana sumber daya terbatas. AI generatif secara signifikan menambah nilai sebagai kolaborator kolaboratif, meningkatkan efisiensi dalam desain kurikulum dan meningkatkan keterlibatan peserta didik.

AI generatif bukan hanya inovasi dalam teknologi pengajaran tetapi juga inovasi dalam pedagogi dan mengubah cara kurikulum dirancang, disampaikan, dan dialami. ChatGPT dapat membantu instruktur EFL (Bahasa Inggris sebagai Bahasa Asing) untuk mengembangkan sumber daya pembelajaran interaktif dan adaptif, termasuk buku bergambar dan latihan karaoke, untuk mendukung pengajaran bahasa yang lebih efektif.

Mahasiswa yang belajar dengan chatbot AI berkinerja lebih baik daripada rekan-rekan mereka di kelas reguler sejauh menyangkut kemampuan berbahasa Inggris lisan dan kemauan berkomunikasi. Penerapan ChatGPT dalam pengembangan profesional pengajaran bahasa Inggris, dengan tujuan memperkuat metodologi pengajaran calon pengajar EFL. Dengan menyediakan lingkungan yang aman dan tidak kritis, chatbot tidak hanya meningkatkan kemampuan bahasa mahasiswa tetapi juga mengurangi kecemasan dan meningkatkan kepercayaan diri mereka dalam berbahasa Inggris. Kualitas dan cakupan AI dalam memberikan umpan balik kepada mahasiswa kampus dasar dengan berbagai tingkat kemampuan menulis. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa ChatGPT mampu membaca petunjuk yang bertujuan dan menilai esai mahasiswa sesuai dengan rubrik berbasis kriteria yang diberikan.

Meskipun demikian, kualitas umpan balik tidak konsisten di berbagai model dan petunjuk ChatGPT, dan terdapat kurangnya kesesuaian antara umpan balik yang dibuat oleh AI dan atribut pribadi siswa, misalnya, tingkat kemampuan atau kebutuhan khusus. Dengan cara yang serupa, Modul sistem instruksional terjemahan AI yang mengurangi jarak antara sistem terjemahan menggunakan algoritma dari terjemahan mesin neural (NMT) dan terjemahan mesin statistik (SMT) untuk meningkatkan kemampuan terjemahan dan efisiensi instruksional. Modul tersebut diimplementasikan di kampus menengah atas untuk mahasiswa menggunakan alat terjemahan waktu nyata sistem, penilaian terjemahan, umpan balik terjemahan dengan cara yang berhasil meningkatkan perolehan keterampilan terjemahan siswa, dan cara pembelajaran lainnya. Perbedaan antara saran tentang soal geometri dan aljabar yang diberikan oleh ChatGPT dan instruktur manusia menggunakan tes Turing.

Sebagian besar subjek manusia kesulitan membedakan antara kiat yang dihasilkan AI dan manusia untuk siswa, menunjukkan bahwa ChatGPT dapat digunakan untuk membantu pengajar meminimalkan beban kognitif yang terkait dengan menghasilkan kiat matematika untuk mahasiswa. Kerangka kerja petunjuk "Lima S" untuk membantu mahasiswa membuat petunjuk mereka untuk pertanyaan terkait kimia lebih efektif, yang mengarah pada peningkatan kepuasan di antara mahasiswa yang menggunakan respons AI dari chatbot Discord berbasis ChatGPT.

Proses tiga langkah untuk rekayasa cepat guna memfasilitasi pembelajaran berbasis skenario dengan ChatGPT, yang mengarah pada peningkatan motivasi intrinsik, peningkatan kinerja pembelajaran, dan sikap yang lebih positif terhadap pengkodean dan pemikiran komputasional di kalangan mahasiswa. ChatGPT menghasilkan konten yang disesuaikan dan membantu mengembangkan keterampilan komunikasi mahasiswa untuk meningkatkan lingkungan pembelajaran yang lebih dinamis dan berfokus pada mahasiswa.

15.3 METODE MENGINTEGRASIKAN AI GENERATIF

Bagian ini menguraikan metodologi praktis untuk mengintegrasikan AI generatif ke dalam proses desain kurikulum dan pembelajaran. Kerangka kerja yang diusulkan terstruktur menjadi enam fase iteratif: Analisis Kebutuhan, Pemilihan Model, Pembuatan Konten Bersama, Validasi dan Tinjauan, Implementasi, dan Peningkatan Berkelanjutan.

Mengevaluasi Keselarasan Kebutuhan Pembelajar dan Tuntutan Industri dalam Desain Kurikulum

Mengevaluasi keselarasan adalah langkah paling penting dalam desain kurikulum, di mana konten diselaraskan dengan kebutuhan pembelajar dan tuntutan industri. Proses ini dimulai oleh para pengajar, yang akan menyatakan dengan tepat hasil pembelajaran spesifik yang ingin dicapai, dan para pembelajar, serta kesenjangan yang ada dalam kurikulum. Pendekatan inklusif diambil, dengan melakukan konsultasi di antara para pemangku kepentingan utama seperti anggota fakultas, mahasiswa, dan pelaku industri untuk mendapatkan berbagai pendapat.

Tahap ini juga melibatkan tinjauan ketat terhadap kurikulum dan data penilaian yang ada untuk menganalisis relevansi dan efektivitasnya. Terakhir, hasil pembelajaran yang ditentukan selaras dengan keterampilan dan kompetensi kritis sehingga kurikulum berbasis hasil dan sesuai dengan kebutuhan dunia nyata. Analisis sistematis ini menjamin bahwa tahapan pengembangan kurikulum selanjutnya responsif, inklusif, dan berorientasi masa depan.

Program ilmu data bertujuan untuk memberikan peserta didik keterampilan dasar dan lanjutan di sepanjang alur kerja ilmu data. Program ini dimulai dengan menyajikan ide-ide dasar, domain, dan siklus hidup ilmu data sehingga mahasiswa dapat memahami fase-fase penting penanganan data seperti pengumpulan, pra-pemrosesan, analisis, dan visualisasi. Fokus diberikan pada implementasi praktis teknik statistik dan prinsip probabilitas untuk mendapatkan wawasan yang berguna dari data terstruktur dan tidak terstruktur. Pembelajaran ini menggabungkan pengalaman langsung dengan pustaka dan alat pemrograman yang umum

digunakan seperti R, Python, NumPy, Pandas, Scikit-learn, dan Matplotlib untuk melakukan operasi pengolahan dan transformasi data.

Siswa akan diajarkan untuk membangun dan menguji model pembelajaran mesin dengan metode terawasi dan tidak terawasi, mendorong penalaran analitis untuk memecahkan masalah dunia nyata. Lebih lanjut, mahasiswa dibimbing untuk membangun solusi komprehensif berbasis bukti dengan menggabungkan teknik algoritmik dengan pengetahuan domain dan metode visualisasi yang efektif. Pembelajaran ini juga menanamkan pertimbangan etis, kesadaran privasi data, dan komunikasi yang tepat, yang menghasilkan pengambilan keputusan berbasis data yang etis. Melalui pendekatan holistik ini, pembelajaran ini akan memberikan pelatihan kepada mahasiswa untuk peran teknis serta peran interdisipliner di bidang ilmu data yang sedang berkembang.

Pemilihan Model Bahasa Besar

Setelah penentuan persyaratan kurikulum dalam bentuk hasil pembelajaran, proses penting selanjutnya adalah pemilihan strategis alat AI gen yang tepat untuk meningkatkan tujuan pengajaran dan pembelajaran. Pemilihan alat yang tepat bergantung pada kebutuhan tertentu seperti modalitas konten yang dibutuhkan seperti pembuatan teks, pengembangan kode, atau pembuatan konten gambar bersama dengan bantuan bahasa, fungsionalitas aksesibilitas, dan integrasi tanpa gangguan dengan sistem manajemen pembelajaran (LMS) saat ini.

Alat dievaluasi untuk keselarasan pedagogis dan kompatibilitas teknisnya. Contoh yang menonjol termasuk ChatGPT dan DALL·E dari OpenAI, Google Gemini, Microsoft Copilot, dan model sumber terbuka dari Hugging Face. Setiap model unggul dalam konteks yang berbeda, tanpa ada satu model pun yang muncul sebagai yang superior. Fase ini memastikan bahwa alat AI generasi yang dipilih sesuai dengan konteks dan tangguh secara teknologi, meletakkan dasar untuk pembuatan konten bersama yang efektif dan peningkatan pengajaran.

Dalam perencanaan kurikulum saat ini, instruktur semakin banyak menggunakan alat AI generasi untuk bekerja bersamaan dengan pengembangan konten pembelajaran yang terstruktur dan berbasis pedagogi yang baik. Proses dimulai dengan membuat bagan pembelajaran yang menyeluruh seperti pada Tabel 15.1, rencana unit seperti pada Tabel 15.2, kalender harian yang terintegrasi dengan hasil pembelajaran yang diinginkan (ILO) yang didefinisikan dengan tepat. pengajar mulai dengan mengetikkan petunjuk ke dalam sistem AI generasi, menentukan hal-hal seperti tujuan pembelajaran, pengetahuan prasyarat, profil pembelajar target, keterampilan yang diinginkan, dan praktik pedagogis atau mode penyampaian yang disukai (misalnya, kelas terbalik atau pembelajaran campuran).

Sebagai respons terhadap masukan-masukan ini, AI menghasilkan draf awal garis besar pembelajaran, termasuk rencana pembelajaran modular, rencana unit mingguan mendalam dengan sub-topik, topik, aktivitas pembelajaran, dan bacaan yang disarankan, serta jadwal mingguan yang memetakan tujuan pembelajaran ke dalam waktu pengajaran dan ujian.

Tabel 15.1 Bagan Pembelajaran

Hasil Pembelajaran	ILO yang Dipetakan	Tingkat Bloom	Metode Penilaian
Menjelaskan siklus hidup ilmu data dan peran data dalam pemecahan masalah analitis di semua bidang	Pengetahuan, Pemahaman	Memahami	Kuis, teks deskriptif
Memberikan metode statistik dan algoritma pembelajaran mesin untuk analisis dan prediksi data	Penerapan, Analisis	Menerapkan	Tugas, latihan laboratorium

Tabel 15.2 Rencana unit

Unit	Judul	Topik yang Dibahas	Hasil yang Dipetakan
1	Pengantar Ilmu Data	Definisi, Siklus Hidup, Aplikasi, Tipe Data, Sumber Data, Data Terstruktur vs Tidak Terstruktur	CO1
2	Dasar-Dasar Statistik	Statistik Deskriptif, Probabilitas, Pengujian Hipotesis, Statistik Inferensial	CO2

Meskipun draf-draf ini merupakan titik awal yang baik, instruktur memainkan peran penting dalam proses tersebut karena mereka meninjau dan menyempurnakan konten pada tingkat kritis untuk memastikan kecanggihan akademis, kepekaan kontekstual dan budaya, serta kepatuhan institusional. Penyempurnaan juga memastikan aksesibilitas, mendorong koneksi interdisipliner, dan menambahkan aplikasi dunia nyata. Selain itu, rekayasa petunjuk menjadi kemampuan penting di mana instruktur dapat memandu AI langkah demi langkah menuju respons yang tetap memiliki kebenaran disiplin dan nuansa pedagogis.

Rekayasa Petunjuk

Rekayasa petunjuk pada tahap ini sangat penting. Kualitas, relevansi, dan orisinalitas keluaran AI gen sangat bergantung pada bagaimana petunjuk disajikan. pengajar harus menggunakan isyarat spesifik berbasis konteks untuk memandu AI dan secara bertahap mengoptimalkan masukan untuk memaksimalkan nilai pedagogis dari respons dan mengintegrasikan kosakata khusus mata kuliah, contoh, dan faktor pembelajar ke dalam pemberian petunjuk.

Siklus interaktif 24 jam antara pengetahuan manusia dan kapasitas AI gen ini memastikan bahwa produk akhir berupa kurikulum dan konten pembelajaran tidak hanya efektif dan menarik, tetapi juga benar secara pedagogis dan inklusif.

Contoh prompt adalah sebagai berikut:

```
prompt = """
```

Saya sedang merancang program sarjana Ilmu Data. Program ini bertujuan untuk membekali peserta didik...

```
"""
```

Untuk menghasilkan respons

```
messages=[
{“role”: “system”, “content”: “Anda adalah pakar kurikulum di bidang Ilmu Data.”},
{“role”: “user”, “content”: prompt}
],
```

Implementasi AI Generatif dalam Desain Kurikulum

Pekerjaan yang diusulkan diimplementasikan untuk mendukung pengembangan cepat mata kuliah ilmu data sarjana yang baru. Anggota fakultas dapat menggunakan AI generatif untuk membuat draf pertama garis besar mata kuliah, rencana pelajaran mingguan, dan contoh tugas untuk mata kuliah ilmu data. Panel fakultas perlu meninjau dan merevisi konten yang dibuat oleh AI. Proses ini memangkas lebih dari 40% waktu perencanaan kurikulum sambil memastikan kepatuhan berkelanjutan terhadap pedoman akreditasi. Hal ini juga memungkinkan iterasi cepat berdasarkan wawasan industri. Untuk menerapkan solusi AI generatif yang efisien, proses dimulai dengan memilih model dasar yang tepat seperti model sumber terbuka dari Hugging Face. Data spesifik domain seperti hasil pembelajaran untuk mata kuliah ilmu data harus diproses terlebih dahulu yang melibatkan pengumpulan, pembersihan, dan persiapan kumpulan data yang relevan untuk skenario masalah tertentu.

Rekayasa yang cepat sangat penting dalam mendefinisikan perilaku model dengan merancang input yang menghasilkan respons yang tepat dan spesifik konteks. Untuk kinerja tinggi dan relevansi kontekstual, generasi yang diperkuat dengan pengambilan (RAG) dapat digunakan untuk menggabungkan sumber pengetahuan eksternal secara dinamis pada saat inferensi. Setelah sistem diatur, penting untuk menguji output untuk kebenaran, relevansi, dan konsistensi, baik melalui metrik otomatis maupun penilaian manusia. Setelah divalidasi, model diimplementasikan sebagai solusi, dengan pengiriman yang memastikan bahwa model tersebut sesuai dengan persyaratan kinerja dan skalabilitas. Terakhir, integrasi ke dalam aplikasi, alur kerja, atau platform yang ada memfasilitasi interaksi pengguna yang efisien dan mengoptimalkan nilai solusi berbasis AI.

Pembuatan Templat untuk Prompt untuk Menerima Respons yang Diharapkan dari LLM yang Terlatih

Rekayasa prompt adalah teknik yang memperluas kemampuan LLM dan model bahasa-visi dengan menggunakan instruksi khusus tugas, yaitu prompt. Prompt ini memungkinkan integrasi model pra-terlatih ke dalam tugas hilir secara mulus, memunculkan perilaku yang diinginkan berdasarkan prompt yang diberikan.

Prompt ini diberikan sebagai input ke LLM untuk merancang konten pembelajaran kurikulum dan materi pembelajaran. Prompt yang baik bersifat jelas, berfokus pada satu tujuan, dan tidak memberi ruang untuk tebakan liar. Cara Anda merumuskan permintaan—

nada, urutan kata, dan kejelasan—membentuk respons model sehingga sesuai dengan apa yang Anda bayangkan. Karena permintaan memberikan batasan yang tepat untuk diikuti, memberikan materi pembelajaran untuk pembelajaran ilmu data selalu menghasilkan respons yang benar dalam pertanyaan teknis.

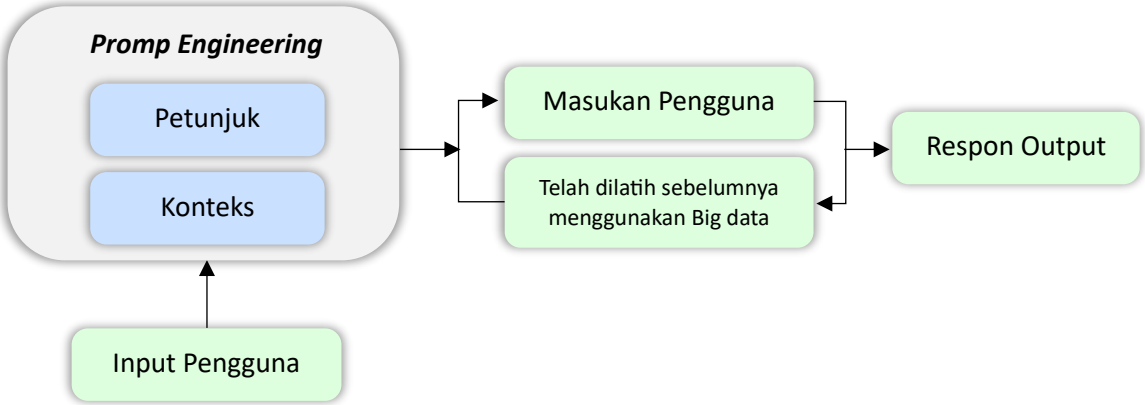
Jadi, pelajaran, ringkasan singkat, penjelasan langkah demi langkah, atau karya kreatif baru dapat dibuat. Rekayasa prompt adalah seni merancang pertanyaan yang rapi dan bertujuan yang sangat penting saat menggunakan model sumber terbuka. Prompt hanyalah teks yang Anda masukkan ke dalam sistem untuk memandu apa yang muncul saat Anda berinteraksi dengan model yang disesuaikan dengan instruksi seperti MiniMax di Hugging Face.

Model memiliki batasan khusus untuk dipatuhi saat menggunakan permintaan. Karena alasan ini, apakah Anda memerlukan pelajaran, ringkasan, konten pembelajaran, penjelasan materi pembelajaran, atau karya tulis kreatif baru, rekayasa prompt adalah keterampilan menciptakan permintaan yang rapi dan disengaja. Rekayasa petunjuk sangat penting ketika bekerja dengan model MiniMax, karena satu baris atau beberapa baris biasanya menentukan seberapa spesifik, mudah dibaca, dan terformat dengan baik respons yang akan dihasilkan.

Model-model ini memperhatikan indikasi yang menunjukkan, “Ini adalah pekerjaan yang harus saya lakukan” karena mereka dilatih untuk mengikuti instruksi yang tampak seperti aktivitas singkat. Biasanya, petunjuk yang berhasil dimulai dengan arahan yang jelas dan, jika bermanfaat, memberikan konteks yang cukup untuk memastikan model memahami seluruh narasi. Model diberi tahu tentang peran tepatnya dengan mengatakan sesuatu seperti, “Jelaskan isi pembelajaran berdasarkan tujuan pembelajaran”.

Peran Templat Petunjuk dalam Desain Kurikulum dan Pembelajaran

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15.1, templat petunjuk memainkan peran utama dalam menghasilkan respons dari LLM yang terlatih.



Gambar 15.1 Peran prompt dalam desain kurikulum dan pembelajaran.

Peran penting rekayasa prompt dalam memanfaatkan LLM untuk desain kurikulum dan pembelajaran digambarkan pada Gambar 15.1. Biasanya dibuat oleh pendidik atau perancang instruksional, input pengguna memulai proses dan kemudian ditingkatkan melalui rekayasa prompt. Ini mencakup pengorganisasian latar belakang kontekstual dan instruksi yang

diperlukan agar model dapat menghasilkan jawaban yang berwawasan. LLM menerima prompt setelah dilatih sebelumnya pada sejumlah besar data spesifik domain dan pendidikan.

Setelah memproses input ini, LLM menghasilkan respons keluaran yang sesuai untuk lingkungan pendidikan. Materi pembelajaran, tujuan pembelajaran, pertanyaan tes, dan jalur pembelajaran individual adalah beberapa contoh keluaran ini. Gambar 15.1 mengilustrasikan bagaimana prompt yang dipertimbangkan dengan cermat dan LLM yang telah dilatih sebelumnya bekerja sama untuk menghasilkan konten yang terukur dan sesuai konteks. Oleh karena itu, lima prompt dijelaskan di sini tentang pembuatan materi pembelajaran dan pembelajaran ilmu data.

Prompt 1: Generator Gambaran Umum Pembelajaran

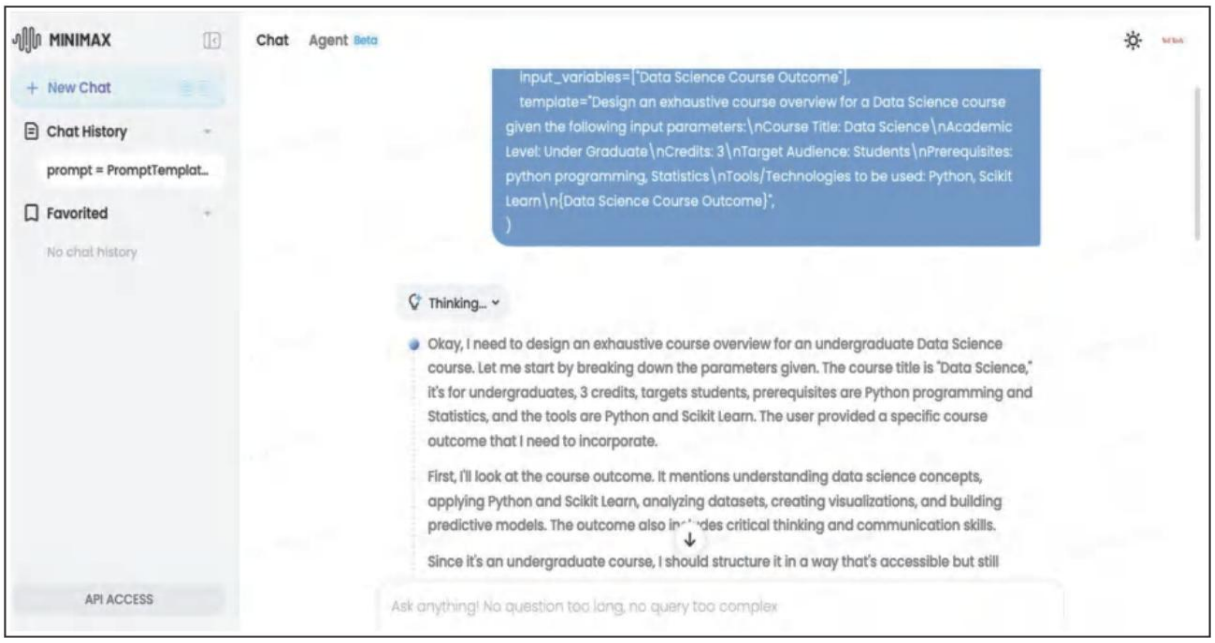
```
prompt = PromptTemplate(
    input_variables=["Data Science Course Outcome"],
    template="Design an exhaustive course overview for a Data Science course given the following input parameters:\nCourse Title: Data Science\nAcademic Level: Under Graduate\nCredits: 3\nTarget Audience: Students\ nPrerequisites: python programming, Statistics\nTools/Technologies to be used: Python, Scikit Learn\n{Data Science Course Outcome}",)

prompt = PromptTemplate(
    input_variables=["Hasil Pembelajaran Pembelajaran Ilmu Data"],
    template="Rancang gambaran umum pembelajaran yang komprehensif untuk pembelajaran Ilmu Data dengan parameter masukan berikut:\nJudul Pembelajaran: Ilmu Data\nTingkat Akademik: Sarjana\nKredit: 3\nSasaran Audiens: Mahasiswa\nPrasyarat: pemrograman python, Statistik\nAlat/Teknologi yang akan digunakan: Python, Scikit Learn\n{Hasil Pembelajaran Pembelajaran Ilmu Data}",)
```

Sediakan: Deskripsi Pembelajaran (100–150 kata), Tujuan Pembelajaran (3–5 poin).

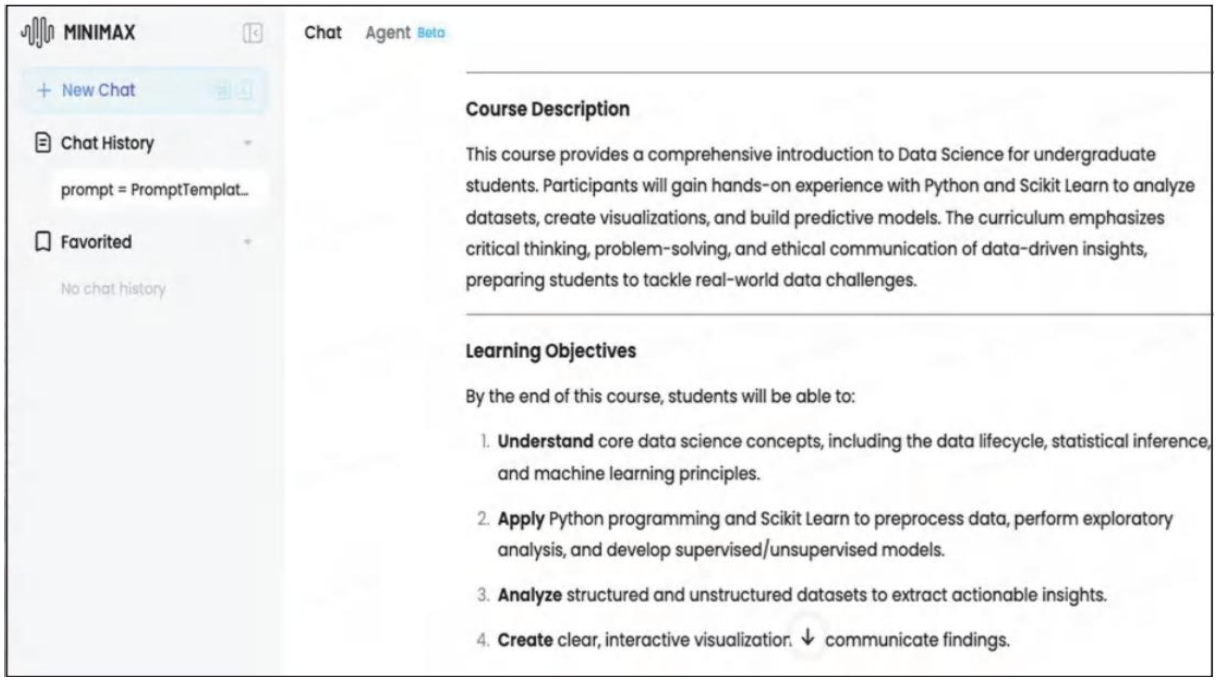
Komponen kunci dalam memulai proses desain kurikulum dengan AI adalah input prompt untuk pembuatan ringkasan pembelajaran. Input ini diorganisir menggunakan rekayasa prompt pada Gambar 15.2, yang memadukan informasi kontekstual dengan maksud instruksional. Tujuan dari prompt ini adalah untuk memberikan LLM konteks yang cukup dan instruksi yang jelas sehingga dapat menghasilkan ringkasan pembelajaran yang berwawasan dan relevan. LLM akan merespons dengan konten yang tepat secara pedagogis dan spesifik domain berkat konstruksi input yang cermat, yang kemudian dapat disempurnakan dan divalidasi oleh pendidik untuk penggunaan selanjutnya dalam desain kurikulum dan jalur pembelajaran.

Gambar 15.2 mengilustrasikan bagaimana prompt yang terampil dan LLM yang telah dilatih sebelumnya bekerja sama untuk menghasilkan konten yang terukur dan relevan secara kontekstual, yang berfungsi sebagai dasar untuk pengembangan kurikulum yang dinamis, responsif, dan berpusat pada peserta didik.



Gambar 15.2 Input prompt untuk pembuatan ringkasan pembelajaran.

Gambar 15.3 mengilustrasikan deskripsi pembelajaran dan tujuan pembelajaran yang dihasilkan AI dari masukan petunjuk yang terstruktur dengan baik menggunakan model MiniMax LLM.



Gambar 15.3 Pembuatan deskripsi pembelajaran dan tujuan pembelajaran.

Petunjuk 2: Pembuatan ILO

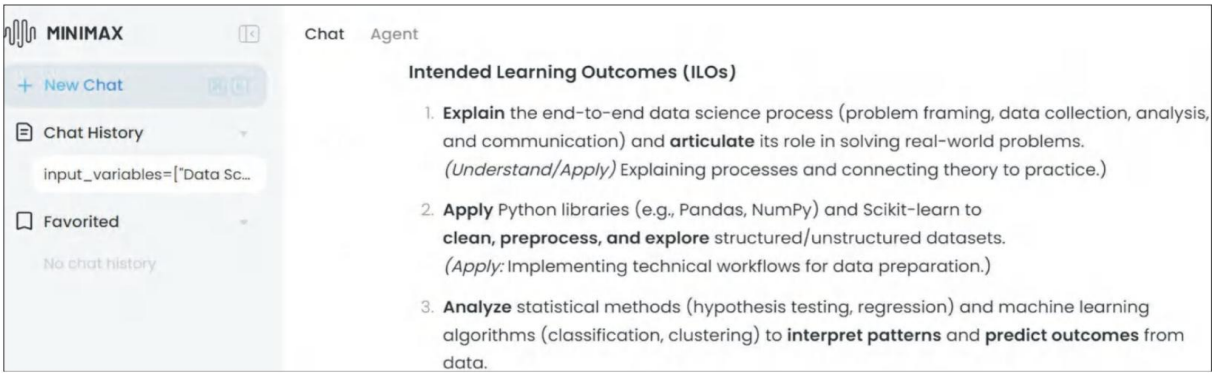
Anda adalah perancang pembelajaran yang menerapkan Taksonomi Bloom. Berdasarkan deskripsi pembelajaran dan tujuan, buat 5–7 ILO yang menunjukkan apa yang seharusnya dapat dilakukan mahasiswa pada akhir pembelajaran.

course_info = """Deskripsi Pembelajaran:
{ Pembelajaran ini memberikan pengantar komprehensif tentang Ilmu Data, mengajarkan mahasiswa untuk menganalisis, membersihkan, dan menafsirkan data menggunakan dataset dunia nyata dan pustaka Python. Pembelajaran ini mencakup pra-pemrosesan data, visualisasi, inferensi statistik, pembelajaran mesin, dan komunikasi hasil, serta mempromosikan penggunaan data yang etis dan pemecahan masalah. }

Tujuan Pembelajaran:

{Untuk membiasakan mahasiswa dengan proses ilmu data dan pentingnya data dalam pengambilan keputusan analitis.
Untuk memperoleh kemahiran dalam pengolahan, pembersihan, dan eksplorasi data melalui teknik Python.
Untuk memberikan metode statistik dan algoritma pembelajaran mesin untuk prediksi dan analisis data.
Untuk memungkinkan mahasiswa untuk secara efektif memvisualisasikan dan mengkomunikasikan wawasan.
Untuk menanamkan kepekaan terhadap implikasi etis dan praktik terbaik dalam penggunaan data.} Setiap ILO harus menggunakan kata kerja Bloom (misalnya, menjelaskan, menganalisis, merancang, mengevaluasi, mengimplementasikan, menciptakan) dan mencakup hasil pembelajaran yang terukur."""

Gambar 15.4 menunjukkan bahwa ILO dibuat menggunakan model sumber terbuka dan setiap ILO harus menggunakan kata kerja Bloom yaitu menjelaskan, Menerapkan, menciptakan, dan menyertakan hasil pembelajaran yang terukur.



Gambar 15.4 Pembuatan hasil pembelajaran yang diharapkan (ILO).

Prompt 3: Perencana Jadwal Mingguan

prompt_template = """

Anda adalah seorang perancang kurikulum ahli.

Berdasarkan hasil pembelajaran yang diharapkan (ILO) berikut dan total durasi {minggu} minggu, buatlah jadwal pembelajaran mingguan yang terstruktur untuk pembelajaran Ilmu Data.
ILO:

1. Jelaskan siklus hidup ilmu data dan peran data dalam pemecahan masalah analitis di semua bidang.
2. Terapkan teknik pemrograman Python untuk mempersiapkan, menyempurnakan, dan mengeksplorasi kumpulan data, mengidentifikasi wawasan penting dan tren yang mendasarinya.
3. Terapkan analisis statistik dan metode pembelajaran mesin untuk menafsirkan data dan mengembangkan model peramalan yang akurat.
4. Buat representasi data yang efektif dan artikulasikan kesimpulan analitis menggunakan platform visualisasi standar industri dan strategi komunikasi yang jelas.
5. Evaluasi pertimbangan etis dalam manajemen data dan rumuskan kebijakan yang adil dan akuntabel untuk pengumpulan dan pemanfaatan data.

Untuk setiap minggu, berikan detail berikut:

- Nomor Minggu
- Judul Unit
- Deskripsi Singkat Topik yang Akan Dibahas
- Kunci Hasil atau Keterampilan yang Dikembangkan

Format output dengan jelas sebagai daftar atau tabel terstruktur. """
Prompt 4: Generator Rencana Unit

template_prompt_pembelajaran = """
Anda adalah seorang perancang kurikulum ahli.

Tugas Anda adalah menghasilkan jadwal pembelajaran mingguan yang terperinci dan terstruktur untuk pembelajaran Ilmu Data berdasarkan hasil pembelajaran yang diharapkan (ILO) yang diberikan dan durasi pembelajaran selama {minggu} minggu.
Hasil pembelajaran yang diharapkan (ILO):

1. Jelaskan siklus hidup ilmu data dan peran data dalam pemecahan masalah analitis di semua bidang.
2. Terapkan teknik pemrograman Python untuk mempersiapkan, menyempurnakan, dan mengeksplorasi kumpulan data, mengidentifikasi wawasan penting dan tren yang mendasarinya.
3. Terapkan analisis statistik dan metode pembelajaran mesin untuk menafsirkan data dan mengembangkan model peramalan yang akurat.
4. Buat representasi data yang efektif dan artikulasikan kesimpulan analitis menggunakan platform visualisasi standar industri dan strategi komunikasi yang jelas.
5. Evaluasi pertimbangan etis dalam manajemen data dan rumuskan kebijakan yang adil dan akuntabel untuk pengumpulan dan pemanfaatan data.

Untuk setiap minggu, berikan informasi berikut dalam format yang jelas dan terstruktur:

Nomor Minggu
Judul Unit
Deskripsi Singkat
Topik yang Akan Dibahas
Hasil Utama atau Keterampilan yang Dikembangkan

Format output sebagai daftar terstruktur atau tabel markdown. Pastikan konten selaras dengan ILO (Individual Learning Outcomes) dan mengikuti perkembangan logis dari topik dasar hingga topik lanjutan.

Prompt 5: Generator Strategi Penilaian

Berdasarkan hasil pembelajaran yang diinginkan, kembangkan strategi penilaian untuk seluruh mata kuliah. Sertakan penilaian formatif dan sumatif.

ILO:{

1. Jelaskan siklus hidup ilmu data dan peran data dalam pemecahan masalah analitis di semua bidang.
2. Terapkan teknik pemrograman Python untuk mempersiapkan, menyempurnakan, dan mengeksplorasi kumpulan data, mengidentifikasi wawasan penting dan tren yang mendasarinya.
3. Terapkan analisis statistik dan metode pembelajaran mesin untuk menafsirkan data dan mengembangkan model peramalan yang akurat.
4. Buat representasi data yang efektif dan artikulasikan kesimpulan analitis menggunakan platform visualisasi standar industri dan strategi komunikasi yang jelas.
5. Evaluasi pertimbangan etis dalam manajemen data dan rumuskan kebijakan yang adil dan akuntabel untuk pengumpulan dan pemanfaatan data.

}

Desain:

Penilaian formatif (kuis, latihan di kelas, lab)
Penilaian sumatif (ujian tengah semester, ujian akhir, proyek)
Bobot atau strategi penilaian

Keselarasan Setiap jenis penilaian dengan ILO yang relevan

Untuk secara efektif menghasilkan jadwal pembelajaran mingguan untuk program ilmu data menggunakan model sumber terbuka, templat petunjuk terstruktur dan siap kode dirancang. Petunjuk ini memandu model untuk membuat kurikulum modular yang selaras dengan ILO yang terdefinisi dengan baik. Templat tersebut mencakup deskripsi tugas yang jelas untuk AI, menguraikan lima ILO yang mencakup pemahaman tentang siklus hidup data, analisis data berbasis Python, algoritma pembelajaran mesin, visualisasi data, dan praktik etis. Model tersebut diberi tahu bahwa pengaturan pembelajaran harus dalam bagian mingguan, dengan setiap bagian berisi judul unit, topik yang akan dibahas, dan hasil atau keterampilan utama yang diperoleh. Petunjuk tersebut menyoroti pentingnya urutan logis, dimulai dari konsep dasar dan berlanjut ke topik lanjutan. Ditujukan untuk digunakan dalam aplikasi seperti Lang

Chain melalui komponen rantai LLM, metode ini menyiratkan bahwa pendidik dan pengembang masih dapat mengotomatiskan desain kurikulum tetapi pada saat yang sama mempertahankan integritas pedagogis dan keselarasan hasil.

15.4 PENYESUAIAN DAN PENYEMATAN KURIKULUM DAN DESAIN PEMBELAJARAN

Pendekatan terstruktur menyesuaikan LLM seperti LLaMA 2 untuk persiapan kurikulum, menggunakan data spesifik domain dari garis besar pembelajaran, rencana unit, hasil pembelajaran, templat penilaian, dan teknik efisien parameter. Ini menyesuaikan model dengan struktur pedagogis, terminologi akademik, dan pola instruksional.

Pelatihan dan Penyematan Model

LLM tingkat lanjut dilatih untuk memahami dan menghasilkan teks. Kemampuan LLaMA 2 dalam membantu pengembangan kurikulum ditingkatkan dengan menggunakan pendekatan penyesuaian. LLaMA disesuaikan menggunakan kumpulan data komponen kurikulum yang disiapkan dengan cermat seperti pasangan input dan output yang diformat untuk meningkatkan kemampuannya dalam memberikan informasi pembelajaran dan desain pembelajaran yang relevan. Secara paralel, pendekatan penyematan juga dapat digunakan untuk mengubah data tekstual menjadi representasi vektor padat, yang menangkap hubungan semantik dan hubungan kontekstual antara komponen kurikulum.

Vektor-vektor ini memungkinkan pengorganisasian konten pendidikan ke dalam struktur yang kompatibel dengan sistem pengambilan berbasis penyematan. Sebagai contoh, hasil pembelajaran atau ILO *(Individual Learning Outcomes),* tujuan pembelajaran diubah menjadi representasi vektor padat untuk merepresentasikan makna semantik dalam ruang berdimensi tinggi, pendekatan ini disebut sebagai embedding.

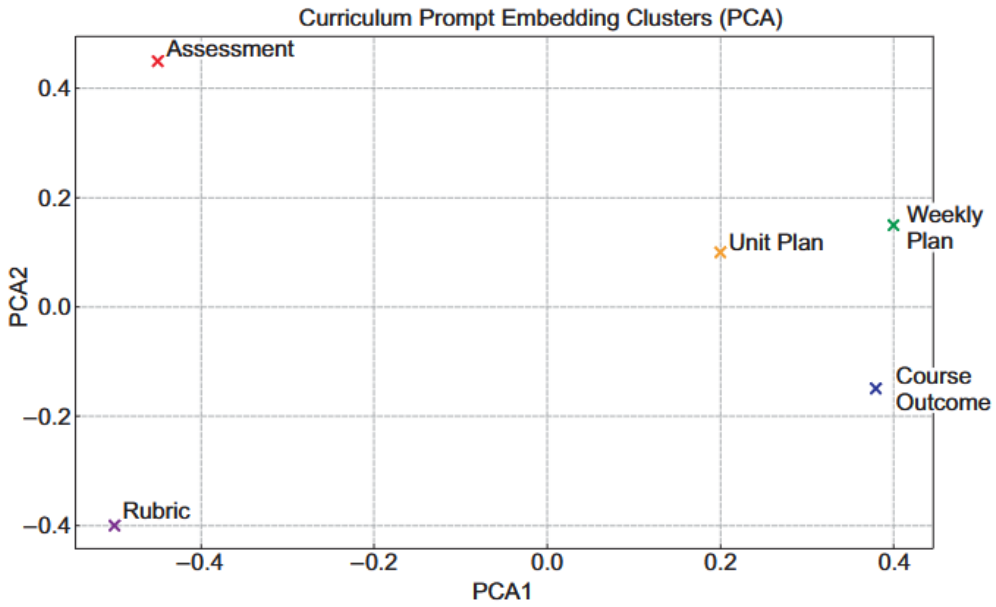
Representasi berbasis vektor ini memungkinkan pemetaan hasil pembelajaran ke hasil program yang lebih luas melalui ukuran kesamaan seperti jarak kosinus. Meskipun LLaMA 2 terutama merupakan model generatif, yang dirancang untuk pembuatan teks, ia dapat merepresentasikan elemen kurikulum dalam ruang vektor berdimensi tinggi melalui representasi keadaan tersembunyi internal, memungkinkan hubungan semantik antara elemen yang berbeda untuk dikuantifikasi menggunakan metrik jarak. Akibatnya, pendekatan ganda ini, yang menggunakan embedding untuk analisis semantik dan penyempurnaan untuk pembuatan konten, memungkinkan aplikasi canggih dalam desain instruksional berbasis data, perencanaan kurikulum otomatis, dan pencarian semantik.

Pembuatan Pembelajaran Ilmu Data melalui Penyesuaian Model LLaMA

Proses ini dimulai dengan mengumpulkan atau membangun kumpulan data pasangan input-output berkualitas tinggi yang terkait dengan domain, seperti petunjuk untuk mengembangkan kumpulan data kurikulum seperti hasil pembelajaran, rencana mingguan, rencana unit, sesi laboratorium, rubrik penilaian, pedoman proyek, pemetaan hasil program, dan Taksonomi Bloom. Misalnya, petunjuk input seperti "Berikan rencana unit untuk mata kuliah Ilmu Data pengantar" dapat dipasangkan dengan output terstruktur tentang topik pengumpulan data, pembersihan, analisis, dan visualisasi data.

Pasangan respons petunjuk ini secara kolektif membentuk kumpulan data kurikulum. Model LLaMA 2 memproses input teks ini untuk merepresentasikan elemen kurikulum dalam ruang vektor berdimensi tinggi. Setiap input teks diproses terlebih dahulu menggunakan teknik tokenisasi dan penyematan untuk menganalisis distribusi kesamaan dari tujuan pendidikan.

Jadi, hasil pembelajaran, judul unit, dan kompetensi industri yang diperlukan semuanya direpresentasikan secara padat sebagai vektor menggunakan penyematan. Embedding memudahkan penyelarasan materi pembelajaran yang dihasilkan dengan standar eksternal, seperti akreditasi atau standar pekerjaan. Untuk menyelaraskan dan menjadi relevan, misalnya, embedding deskripsi pekerjaan ilmu data dapat dibandingkan dengan embedding hasil pembelajaran dari model yang disempurnakan.



Gambar 15.5 Klaster penyematan petunjuk kurikulum

Lebih lanjut, embedding memungkinkan pengelompokan topik terkait, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 15.5, yang memfasilitasi pengorganisasian konten yang logis bagi instruktur dengan mengelompokkan ide-ide seperti pengolahan data dan pembersihan data ke dalam unit yang kohesif. Teknik ini memungkinkan perancang kurikulum untuk membandingkan, mengelompokkan, atau mengambil konten yang terkait secara pedagogis, mendukung struktur pembelajaran yang koheren.

Integrasi pendekatan embedding dan fine-tuning memungkinkan pembuatan pembelajaran ilmu data yang terukur, responsif, komprehensif, dan relevan dengan industri secara otomatis untuk memenuhi kebutuhan pendidikan. Setelah disiapkan, dataset digunakan untuk melakukan fine-tuning model LLaMA dengan bantuan Hugging Face Transformers dan alat Parameter Efficient Fine Tuning (PEFT) untuk melakukan fine-tuning hanya pada lapisan adaptasi peringkat rendah guna menghasilkan konten yang tepat secara pedagogis dan peka konteks yang sesuai untuk pengajaran pembelajaran ilmu data. Model ini

membantu para pendidik dalam menciptakan hasil pembelajaran, jadwal, dan rencana penilaian khusus ilmu data, meningkatkan efisiensi, skalabilitas, dan keselarasan akademis melalui integrasi AI.

15.5 PENINGKATAN BERKELANJUTAN

Setelah pembelajaran diluncurkan, tanggapan dari peserta didik dan pengajar dikumpulkan dan dianalisis untuk mengetahui poin-poin kuat dan area di mana pembelajaran dapat ditingkatkan. Penggunaan AI generasi sangat penting dalam periode optimasi ini karena memungkinkan pengguna untuk dengan cepat memodifikasi yang sudah ada, mengembangkan materi baru sesuai dengan evaluasi kinerja siswa, dan menerima saran alternatif. Pengulangan dimaksudkan untuk memastikan bahwa asimilasi AI generasi, selain menjadi yang terbaik, juga bermoral dan konsisten dengan tujuan pendidikan. Dengan menggabungkan kreativitas manusia dengan kemampuan lincah AI, pendekatan ini merupakan model desain kurikulum yang evolusioner dan terukur yang mampu menyesuaikan diri dengan kebutuhan peserta didik yang berubah dan lingkungan pendidikan.

AI generasi dapat membayangkan kembali desain kurikulum sebagai bentuk yang lebih dinamis, berbasis data, inklusif, dan responsif terhadap kebutuhan. Dengan mengotomatiskan pembuatan konten, meningkatkan keselarasan instruksional, dan memungkinkan pembaruan berkelanjutan, AI generasi dapat membuat proses pengembangan kurikulum lebih efektif. Proses berikut meminimalkan waktu dan upaya desain, meningkatkan inklusivitas, skalabilitas, dan responsivitas terhadap tren, serta memajukan transisi menuju ekosistem pendidikan yang lebih lincah, berbasis data, dan berfokus pada peserta didik. Gen AI dapat menghasilkan konten dalam berbagai format seperti teks, gambar, video; dapat menerjemahkan dan melokalisasi konten; dan dapat menawarkan instruksi yang terdiferensiasi dan inklusif serta meningkatkan partisipasi, pemahaman, dan retensi.

Proses pengembangan solusi Gen AI yang sukses untuk mendesain pembelajaran ilmu data dimulai dengan memilih model dasar LLM yang tepat. Kemudian ada rekayasa atau penyempurnaan LLM yang digunakan untuk mendapatkan respons dari model. Oleh karena itu, mendesain prompt yang mensimulasikan rencana pembelajaran, rencana unit, dan rencana mingguan untuk mendapatkan respons yang benar dan spesifik konteks atau mengintegrasikan LLAMA 2, LLM tingkat lanjut, dengan model embedding yang canggih dan basis data vektor menawarkan solusi yang kuat untuk memberikan kurikulum dan desain pembelajaran yang akurat dan relevan secara kontekstual.

BAB 16
TINJAUAN KOMPREHENSIF SISTEM PEMBELAJARAN OTOMATIS

16.1 PENGENALAN PEMBELAJARAN OTOMATIS

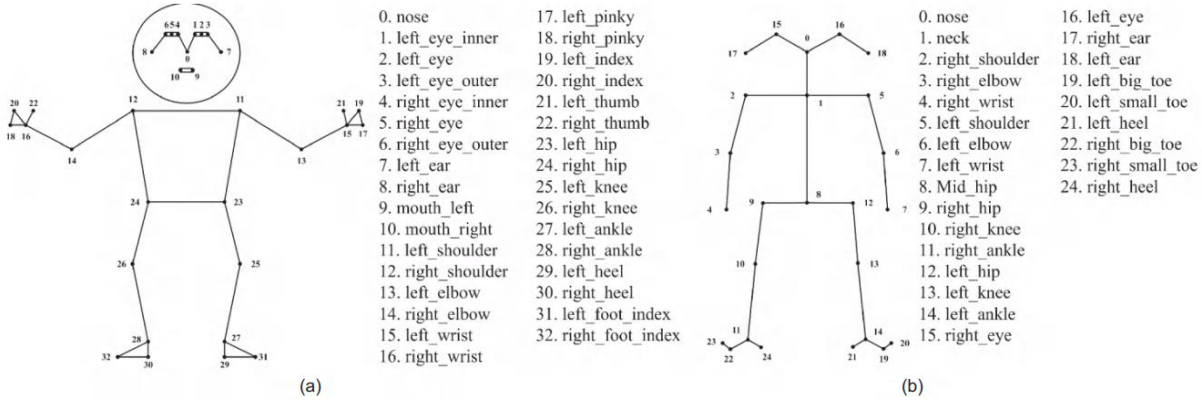
Munculnya analisis latihan berbasis AI untuk gangguan muskuloskeletal dapat dikaitkan dengan pengembangan sistem analisis gerak, yang mengidentifikasi dan menilai pola gerakan menggunakan algoritma pembelajaran mesin. Sistem untuk gangguan muskuloskeletal (MSD) awalnya dirancang untuk memantau olahragawan dan atlet untuk memberikan umpan balik tentang kinerja di lintasan oleh pemain individu. Dr. Scott Delp dari Universitas Stanford menggunakan sistem pembelajaran mesin dan analisis gerak yang membantu proses rehabilitasi bagi pasien yang menderita nyeri muskuloskeletal. Ia menggunakan sistem OpenSim untuk mensimulasikan gerakan manusia untuk menghasilkan umpan balik pada rehabilitasi pasien.

Prevalensi MSD di kalangan pekerja di India berkisar antara 20% hingga 70%. Kami mengakui koreksi ini. Karena nama jurnal dan detail karya tersebut sudah tercantum dalam Referensi, kami setuju bahwa teks yang dihapus tersebut berlebihan. Terima kasih telah menunjukkan hal ini. Sebagian besar dokter di seluruh dunia menyarankan bahwa terapi olahraga adalah solusi terbaik untuk menghindari prevalensi MSD. Beban ekonomi MSD di India juga signifikan, dengan perkiraan menunjukkan bahwa hal itu menyumbang 1% hingga 2% dari produk domestik bruto (PDB) negara tersebut.

Prevalensi gangguan muskuloskeletal (MSD) tidak hanya perlu dipertimbangkan di kalangan profesional yang bekerja. Penting juga untuk memantaunya di kalangan profesi pendidikan dan di antara mahasiswa. Bab ini mengungkapkan prevalensi MSD di kalangan mahasiswa dan profesional pengajar. Tingkat presenteeism, absenteeism, dan cuti sakit yang tinggi di kalangan pengajar juga telah dikaitkan dengan MSD. Sebuah studi menemukan bahwa 81% dari 230 mahasiswa yang diteliti mungkin memiliki frekuensi masalah muskuloskeletal yang tinggi. Para peneliti di bidang seperti pedagogi dan psikologi semakin memperhatikan evaluasi kualitas pendidikan. Namun, masalah kesehatan yang dialami oleh para pendidik masih belum terungkap. Salah satu penelitian mencatat bahwa prevalensi MSD berkisar antara 39% dan 95%. Tingkat prevalensi yang tinggi pada pendidik ini terkait dengan masalah pribadi, profesional, dan psikososial.

Subbagian berikut membahas studi yang telah meneliti hubungan antara kondisi kerja pengajar dan MSD. Studi terbaru menunjukkan bahwa kecerdasan buatan (AI) memainkan peran penting dalam memantau perilaku mahasiswa di kelas secara otomatis, mencegah dan mengelola MSD berbasis kelas melalui perangkat yang dapat dikenakan, dan memungkinkan sistem prediksi inspeksi visual untuk postur duduk dan berdiri mahasiswa untuk menghindari prevalensi MSD. Sistem manajemen pencegahan gangguan muskuloskeletal berbasis kelas (CMSD) ini memberikan solusi efektif untuk menjaga tulang belakang, tulang kaki, persendian, dan otot mahasiswa. Berbagai kerangka kerja estimasi pose seperti Google MediaPipe dan

OpenPose banyak digunakan untuk memastikan analisis postur manusia. Gambar 16.1 menunjukkan kerangka kerja estimasi pose dan detailnya.



Gambar 16.1 Kerangka estimasi pose manusia.

MediaPipe berisi tiga puluh tiga poin kunci untuk mengatasi tantangan interferensi atau model persepsi untuk aplikasi pengenalan aktivitas berbasis visual. Kerangka kerja ini digunakan untuk mempertahankan interferensi rendah dalam berbagai kondisi pencahayaan yang menargetkan pengenalan aksi gerak manusia tunggal. OpenPose adalah kerangka kerja estimasi pose multi-orang yang memiliki dua puluh lima poin kunci. Interferensi dapat menyebabkan hilangnya poin informasi kunci karena oklusi bagian tubuh pada interaksi multi-orang. Subbagian berikut membahas faktor risiko MSD, sistem manajemen pembelajaran, ergonomi untuk CMSD, dan sistem pembelajaran mendalam umum untuk sistem rehabilitasi melalui terapi olahraga.

Faktor Risiko MSD

Sebagian besar komunitas pembelajaran di seluruh dunia terpengaruh oleh nyeri muskuloskeletal karena faktor risiko terkait pekerjaan seperti duduk berkepanjangan (menghabiskan waktu lama duduk di tempat yang sama dengan postur duduk yang buruk), ergonomi yang buruk (tidak memiliki sumber daya yang tepat seperti kursi dan meja), gerakan berulang, kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, dan stres. Di sisi lain, mahasiswa menderita nyeri ini karena posisi duduk yang tidak tepat, meletakkan kepala di atas meja, berada dalam posisi yang sama dalam waktu lama, dan infrastruktur yang tidak memadai. Berbagai metode medis dan mekanis, seperti pijat, panas, dingin, olahraga, dan operasi telah digunakan untuk mengobati penyakit muskuloskeletal.

Sistem Manajemen Pembelajaran (LMS)

Biasanya, sistem manajemen pembelajaran (LMS) membantu pendidik untuk menyediakan konten pendidikan, melacak kemajuan siswa, terlibat dalam forum komunikasi orang tua-guru, dan sebagainya. Menyediakan detail pendidikan di LMS memberikan informasi tentang kemajuan mahasiswa kepada orang tua mereka. Dengan LMS, penyertaan laporan yang memberitahukan prevalensi MSD pada mahasiswa juga membantu orang tua untuk memantau dan mencegah keparahan gangguan tersebut pada mahasiswa.

LMS menawarkan laporan dan analitik terperinci tentang kemajuan siswa, kinerja, dan penggunaan pembelajaran, memungkinkan instruktur untuk membuat keputusan yang tepat tentang pendekatan pengajaran mereka. LMS banyak digunakan dalam pendidikan, pelatihan perusahaan, dan pengembangan profesional, dan dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan spesifik berbagai organisasi dan lembaga pendidikan (Harithasan dkk., 2022). Dengan menggunakan LMS, efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran dapat ditingkatkan selain memberikan pengajar dan mahasiswa platform yang fleksibel dan mudah diakses untuk evaluasi dan pembelajaran.

Ergonomi

Ergonomi membantu menurunkan risiko MSD (Gangguan Muskuloskeletal) di lingkungan kelas. Mereka yang mempertahankan postur statis dalam waktu lama atau melakukan tugas berulang—seperti duduk di kelas—mungkin sering mengalami MSD. Beberapa strategi ergonomis di kelas dapat membantu menurunkan risiko MSD: meja dan kursi yang dapat disesuaikan dapat menurunkan risiko MSD; postur tubuh yang baik, termasuk menjaga punggung tetap lurus dan kaki rata di lantai, juga dapat mengurangi stres pada otot dan persendian. MSD dapat dihindari dengan membiarkan mahasiswa berdiri, meregangkan tubuh, dan bergerak selama waktu istirahat.

Mempertahankan kondisi pencahayaan dan suhu yang sesuai dapat membantu mengurangi ketegangan mata dan otot. Menggunakan alat tulis ergonomis—pensil dengan pegangan yang nyaman, misalnya—membantu menurunkan risiko MSD pada tangan dan pergelangan tangan. Mengurangi risiko CMSD (Gangguan Muskuloskeletal Kronis) dengan membatasi penggunaan teknologi dan mendorong penggunaan kertas dan pensil akan membantu. Latihan teratur di rumah juga membantu mencegah MSD di masa depan.

Model Pembelajaran Mendalam untuk Latihan Rehabilitasi

Tingkat prevalensi MSD di kalangan mahasiswa dapat dinilai melalui struktur anatomi postur duduk dan berdiri. Faktor-faktor yang disebutkan sebelumnya dapat menyebabkan orang mengalami nyeri punggung bawah, dan nyeri sendi leher, lutut, bahu, dan siku, yang menyebabkan MSD. Biasanya, LMS membantu pendidik untuk menyediakan konten pendidikan, melacak kemajuan siswa, terlibat dalam forum komunikasi orang tua-guru, dan sebagainya.

Memberikan detail pendidikan di LMS memberikan informasi tentang kemajuan mahasiswa kepada orang tua mereka. Dengan adanya LMS, penyertaan laporan yang memberitahukan prevalensi MSD pada mahasiswa juga membantu orang tua untuk memantau dan mencegah keparahan gangguan tersebut pada mahasiswa. Penggunaan LMS dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses pembelajaran serta menyediakan platform yang fleksibel dan mudah diakses bagi mahasiswa dan instruktur untuk pembelajaran dan penilaian.

Analisis gerakan kebugaran secara real-time menggunakan pembelajaran mendalam berbasis jaringan saraf konvolusional (CNN), yang menawarkan proses diagnosis gambar real-time yang kuat dan efisien bersama dengan akurasi deteksi yang cukup tinggi (97,8%). Unit

pemrosesan grafis (GPU) NVIDIA GeForce 1060 8GB digunakan untuk mengimplementasikan sistem ini, dan waktu pemrosesan analisis real-time adalah 2000 detik.

Pemetaan aktivasi kelas berbobot gradien (Grad-CAM), dan hasil visual pencocokan pose yang benar dan salah ditunjukkan untuk latihan rehabilitasi tradisional Tiongkok (brokat delapan bagian). Arsitektur pembelajaran mendalam dari jaringan saraf konvolusional Siamese berbasis pasangan (ST-AMCNNN) memungkinkan kerangka kerja ini untuk mencapai akurasi keseluruhan sebesar 70,02%. Grad-CAM mampu menghasilkan umpan balik dinamis dengan menggunakan peta panas untuk merepresentasikan pose siswa, menggunakan GPU (RTX 2080 Ti).

Dibandingkan dengan metode berbasis gambar langsung, koordinat tiga dimensi untuk penanda tubuh manusia yang signifikan, yang memerlukan model dengan parameter input yang jauh lebih sedikit dan ukuran input yang lebih kecil. Karena model klasifikasi menggunakan teknik estimasi pose Blaze untuk menerima serangkaian posisi titik kunci temporal, model ini dapat memperhitungkan ketergantungan posisi berurutan dari suatu latihan.

Akurasi kerangka kerja ini untuk empat pose latihan kebugaran lebih dari 90%. Unit Pemrosesan Pusat (CPU) Intel i5-10200U digunakan untuk mengimplementasikan model kerangka kerja ini. Untuk memodelkan dan mengidentifikasi aktivitas berbasis sensor tubuh, Pembelajaran terstruktur neural mendalam (NSL) berbasis informasi sekuensial waktu, metode pembelajaran mendalam yang menjanjikan. Fitur sekuensial waktu yang dapat diandalkan dikombinasikan dengan NSL berdasarkan memori jangka pendek panjang (LSTM) untuk pemodelan aktivitas. Metode yang diusulkan memiliki tingkat recall sekitar 99% untuk dataset yang tersedia untuk umum.

Dengan menggunakan sistem rehabilitasi realitas virtual (VR) dengan sensor Kinect, merawat pasien dengan gangguan gerak yang berada pada atau di atas Tahap Brunnstrom III dan memiliki kemampuan motorik tertentu. Dibutuhkan sekitar 0,4 detik untuk menampilkan gerakan dalam lingkungan imersif yang meniru tindakan pengguna secara real-time. Rehabilitasi yang akurat dipermudah bagi pasien dengan umpan balik audio. Jaringan saraf Dynamic Time Warping-K Nearest Neighbour (DTW-KNN), LSTM, dan Gated Recurrent Unit (GRU). Temuan eksperimental menunjukkan bahwa akurasi klasifikasi DTW-KNN adalah 72,2%, 47,2%, dan 69,4% untuk tiga tindakan rehabilitasi anggota tubuh bagian atas (fleksi siku, lengan bawah) di bawah skenario penyelesaian yang berbeda, sedangkan akurasi klasifikasi LSTM yang sesuai adalah 97,2%, 94,4%, dan 91,7%.

Dengan menggunakan salah satu dari beberapa teknik estimasi pose, ide fundamental untuk menentukan titik-titik kunci tubuh. Kemudian, distorsi temporal dinamis digunakan untuk membandingkan titik-titik kunci pasien dengan titik-titik kunci pada file pickle. Sistem ini, yang merupakan aplikasi desktop dengan antarmuka yang mudah digunakan, menggunakan avatar 3D untuk membantu pasien menyelesaikan latihan dengan benar. Selain menilai mereka pada tugas tersebut, teknologi ini menunjukkan bagian tubuh mana yang menunjukkan postur yang buruk. Teknologi yang memberikan perbandingan pose dan estimasi postur dengan akurasi tinggi, dengan akurasi minimum 80%.

Deteksi pose latihan yoga yang benar berbasis pembelajaran mendalam dan memberikan umpan balik tentang postur yang salah kepada pengguna. Sistem ini menggunakan perangkat GPU NVIDIA DGX V-100 untuk menganalisis kebenaran pose yoga melalui langkah-langkah berikut: ekstraksi fitur (estimasi pose multi-orang Keras dengan dua belas sendi tubuh), klasifikasi (Multilayer Perceptron), dan pembuatan umpan balik.

Pendekatan ini memberikan akurasi 99,58% dengan kompleksitas komputasi yang lebih rendah. Kamera RGB (Red, Green, and Blue) untuk merekam pose para pelaku olahraga saat bergerak. Untuk mengkategorikan berbagai aktivitas tubuh manusia, mereka menggunakan delapan belas sendi tubuh manusia dalam koordinat 2D tanpa menggunakan perangkat yang dapat dikenakan.

Sistem iYogacare untuk koreksi mandiri kesalahan dalam melakukan pose yoga bagi pengguna. Sistem iYogacare melacak postur tubuh dari waktu ke waktu dengan menangkap titik fitur dan menghasilkan laporan aktivitas pengguna setiap hari dan mingguan, mengikuti protokol standar. Bagian tugas ini terutama dipertimbangkan untuk deteksi postur yang akurat dengan XGBoost dengan model CV RandomSearch sebesar 99,2%—pra-pemrosesan dan pelatihan data kerangka kerja ini pada terminal Ubuntu 18.04.4 LTS dan Google Colab.

Pembelajaran mendalam dengan lima belas lapisan metode berbasis CNN untuk membantu pasien menentukan apakah masing-masing dari dua belas latihan rehabilitasi tangan dan lengan telah diselesaikan. Kegunaan sistem tersebut dalam terapi rehabilitasi pasca-stroke ditunjukkan oleh fakta bahwa sistem berbasis pembelajaran mendalam yang disarankan dapat berhasil mendeteksi penyelesaian aktivitas rehabilitasi dengan akurasi lebih dari 98%.

16.2 GANGGUAN MUSKULOSKELETAL BERBASIS KELAS

Istilah “gangguan muskuloskeletal berbasis kelas” mengacu pada kondisi atau cedera yang berkaitan dengan tulang, otot, dan persendian yang berkembang sebagai akibat langsung dari duduk terlalu lama, gerakan berulang, dan aktivitas lain yang terkait dengan kampus atau pekerjaan yang berlangsung di lingkungan kelas. Deteksi wajah, identifikasi, dan penilaian tatapan mahasiswa dapat mengukur perhatian mereka di kelas. Karena membantu mahasiswa menjadi lebih fokus, pengembangan sistem umpan balik pembelajaran otomatis sangat penting untuk praktik pendidikan modern. Mengawasi ujian berarti mengawasi apa yang dilakukan mahasiswa saat mereka berada di ruang ujian. Tabel 16.1 menjelaskan tujuan, metode, kumpulan data yang digunakan, dan hasil signifikan dari penelitian yang ada.

Tabel 16.1 Metode, hasil, dan kumpulan data yang digunakan pada sistem yang ada.

Tujuan Pekerjaan	Metode	Kumpulan Data yang Digunakan	Hasil Utama
Untuk target multi-siswa dalam skenario pengajaran di kelas,	2D-CNN yang diperluas dengan 3D-CNN dengan domain spasial-temporal	Data mentah yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari lebih dari 900	Akurasi yang dicapai melalui kerangka kerja ini adalah 93,43%.

pengenalan perilaku kelas secara real-time		menit video di ruang kelas	
Memberikan kemajuan mahasiswa secara akurat	Hutan acak dengan teknik oversampling minoritas sintetis	Kumpulan data umpan waktu nyata yang dikumpulkan di Universitas FPT	Random forest dengan 100 estimator menghasilkan akurasi 93,33% (studi sebelumnya: 92,82%).
Memantau perilaku mahasiswa di kelas	Kerangka kerja OpenPose digunakan untuk mengumpulkan kerangka 3D melalui sensor Microsoft Kinect untuk estimasi pose. Perilaku mahasiswa diklasifikasikan menggunakan jaringan saraf dalam (DNN) dan kotak pembatas berbasis kerangka yang dibuat untuk mengenali orang tersebut.	Kumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini dikumpulkan dari 459 mahasiswa kampus menengah di Iran.	Akurasi presisi 15,15% lebih tinggi dibandingkan dengan berbasis kerangka dan metrik recall 12,15% lebih tinggi dengan berbasis kerangka.
Untuk mengidentifikasi KPI (Indikator Kinerja Utama) berbasis interaksi papan tulis mahasiswa yang memprediksi hasil pembelajaran	Pendekatan CNN-LSTM gabungan	Dataset ini terdiri dari tujuh mata kuliah dan tujuh fitur dari 35.000 mahasiswa di sebuah institusi. Jumlah total komponen yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1,715 juta fitur.	Dengan menggunakan ketujuh fitur, pendekatan CNN-LSTM menghasilkan skor presisi 94,2%.
Mengembangkan sistem umpan balik pembelajaran otomatis sangat penting dalam sistem pendidikan saat ini karena membantu meningkatkan fokus mahasiswa.	Pendekatan CNN berbasis gambar RGB	Kerangka kerja OpenPose digunakan untuk mengumpulkan kerangka 3D melalui gambar warna RGB. Perilaku mahasiswa diklasifikasikan menggunakan CNN yang dibuat untuk mengenali aktivitas	Akurasi pengenalan rata-rata sistem ini adalah 89,37%.

		menggunakan informasi kerangka.	

Metodologi untuk menemukan literatur terkini tentang "sistem pembelajaran otomatis untuk memantau prevalensi nyeri muskuloskeletal di kalangan mahasiswa di kelas" mencakup tiga elemen penting. Awalnya, basis data akademik yang relevan seperti PubMed, IEEE Xplore, Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect dipilih karena cakupan penelitiannya di bidang perawatan kesehatan, teknologi, dan pendidikan.

Pencarian artikel yang relevan dilakukan menggunakan campuran kata kunci termasuk "sistem pembelajaran otomatis", "nyeri muskuloskeletal", "mahasiswa", dan "kelas". Kriteria inklusi menargetkan studi tentang populasi mahasiswa dan sistem pemantauan berbasis AI, tidak termasuk studi di luar parameter ini. Judul dan abstrak artikel yang teridentifikasi dievaluasi, diikuti oleh tinjauan komprehensif dari studi yang relevan. Teknik snowballing digunakan untuk melacak referensi dan kutipan dalam publikasi penting, memfasilitasi identifikasi karya yang relevan secara lebih luas.

Evaluasi Aktivitas mahasiswa di Lingkungan Kelas Menggunakan Berbagai Algoritma Pembelajaran Mesin

Random forest (RF), linear support vector machines (LSVM), regresi logistik, dan jaringan saraf tiruan termasuk di antara pengklasifikasi yang digunakan untuk berbagai sistem. Representasi arsitektur analisis berbasis pembelajaran mesin terhadap perilaku mahasiswa di kelas ditunjukkan pada Gambar 16.2.

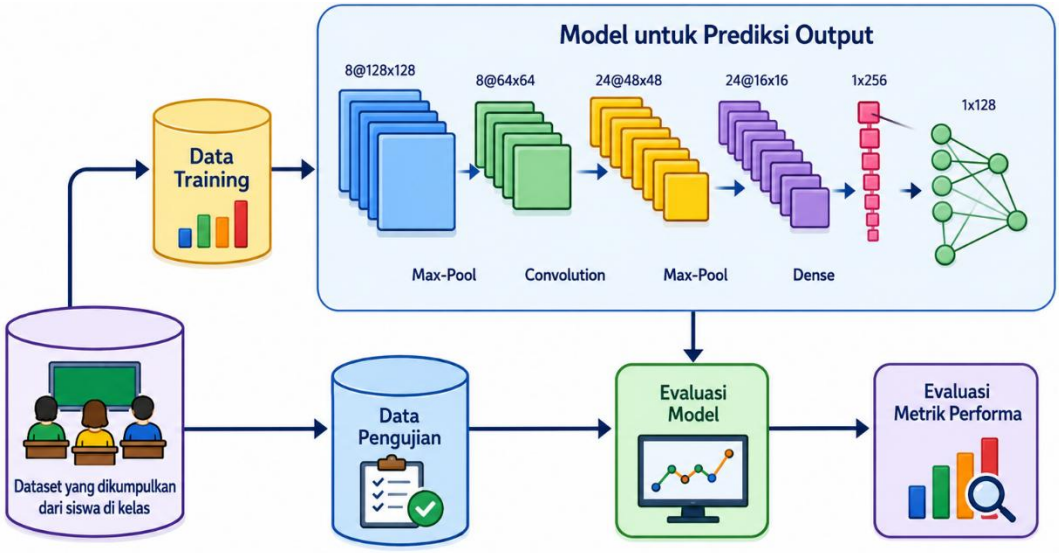
Beberapa dekade terakhir telah menyaksikan penemuan sejumlah faktor yang memengaruhi prevalensi skoliosis, seperti kerangka yang berkembang sempurna, indeks massa tubuh (BMI), gen, dan usia. Dua hingga tiga persen populasi mungkin terkena skoliosis idiopatik remaja (AIS), bentuk paling umum dari kondisi tersebut. Sangat penting untuk melacak kemajuan penyintas stroke untuk menilai tingkat pemulihan mereka, karena stroke diakui sebagai masalah kesehatan global yang kritis. Meskipun diagnosis klinis merupakan metode tradisional yang populer dan lazim untuk mengevaluasi rehabilitasi stroke, metode ini memiliki kelemahan berupa sifat subjektif, mahal, dan tidak nyaman bagi pasien karena harus mengunjungi pusat kesehatan beberapa kali.

Pemantauan Aktivitas mahasiswa melalui Teknik Estimasi OpenPose

Di dalam kelas, berbagai perilaku mahasiswa seperti membaca, menulis, mendengarkan kuliah, mencatat, atau menggunakan perangkat digital mungkin tampak serupa secara visual. Masalah identifikasi, deteksi, dan anotasi otomatis terhadap ketidakfokusan mendengarkan, penggunaan telepon seluler, dan berkeliaran di sekitar kelas merupakan tantangan signifikan saat ini bagi sebagian besar teknik konvensional.

Untuk memajukan penelitian pendidikan, sangat penting untuk mendeskripsikan perilaku siswa, di mana pengamatan subjek dan perilaku mereka selalu bermanfaat. Rekaman video kelas biasanya berisi berbagai perilaku ini, sehingga memungkinkan pengamatan dan analisis yang tepat terhadap perilaku setiap mahasiswa di dalam kelas. Sebelum mengenali perilaku multi-subjek, diperlukan identifikasi spasial subjek dan deteksi temporal aktivitas.

Oleh karena itu, dataset perilaku kelas mahasiswa yang disarankan dalam bab ini dibagi menjadi bagian deteksi, bagian pengenalan, dan bagian keterangan.



Gambar 16.2 Arsitektur analisis perilaku mahasiswa berbasis ML.

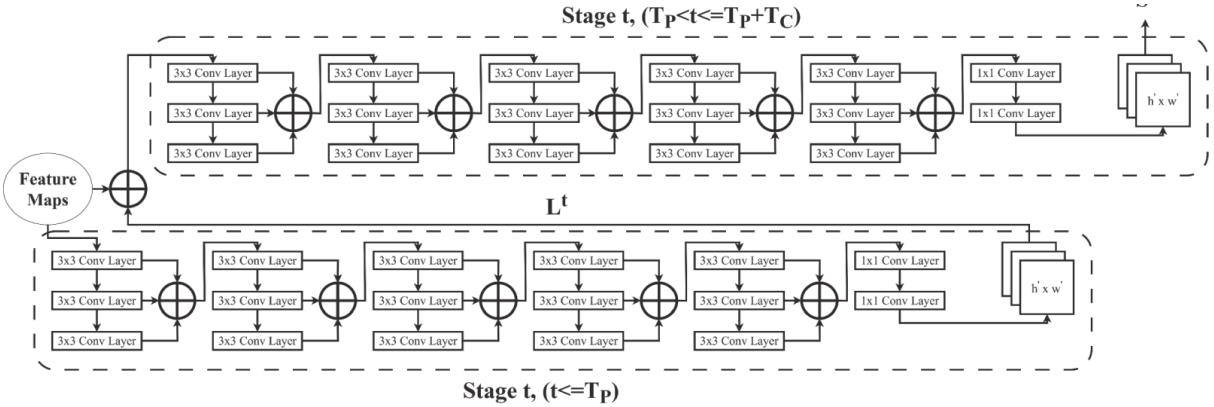
Beberapa tantangan dapat muncul akibat perubahan bidang pandang, resolusi, dan pencahayaan kamera perekam video di lingkungan kelas, yang dapat secara signifikan memengaruhi akurasi pengenalan pose mahasiswa. Kerangka kerja OpenPose memperkirakan pose manusia dua dimensi (2D) untuk mengatasi masalah ini. Kerangka kerja ini sangat mudah disesuaikan, memungkinkan pengembang untuk menyempurnakan parameter agar sesuai dengan kebutuhan spesifik aplikasi mereka. Kelemahan dalam kerangka kerja ini adalah koneksi yang salah dalam estimasi pose terjadi di ruang yang padat seperti ruang kelas. Terdapat dua alur dasar dalam OpenPose, yaitu CNN multistage. Baik alur pertama maupun alur kedua memprediksi peta kepercayaan (St) yang dinyatakan sebagai:

$$S^t = \rho^t(F, L^{T_P}, S^{t-1}), \forall T_P + T_C \qquad (16.1)$$

di mana, ρ^t −Tahap $t, (T_P < t \leq T_P + T_C)$, Part Affinity Fields (PAFs) yang mewakili koneksi antara bagian tubuh yang berbeda (L^t) dinyatakan sebagai:

$$L^t = \phi^t(F, L^{t-1}), \forall 2 \leq t \leq T_p \qquad (16.2)$$

di mana, ϕ^t-Tahap $t, (t \leq T_P)$. Pendekatan inferensi greedy digunakan untuk membuat titik kunci 2D (sendi) untuk manusia yang ada dalam gambar. Gambar 16.3 menampilkan arsitektur OpenPose untuk mendeteksi informasi kerangka manusia. Arsitektur OpenPose terdiri dari beberapa komponen seperti pra-pemrosesan gambar, estimasi pose, pembuatan PAF, penekanan non-maksimum, dan pengelompokan pose.

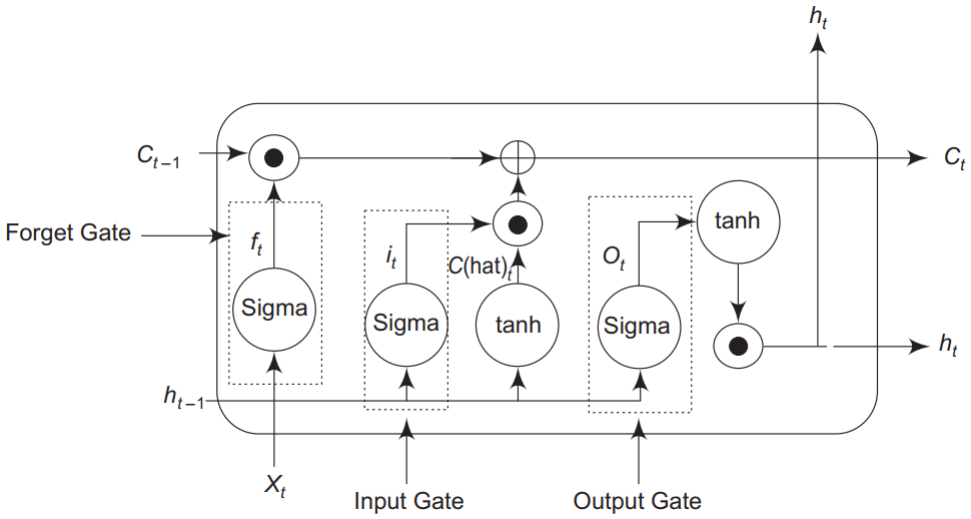


Gambar 16.3 Arsitektur OpenPose untuk deteksi pose manusia.

Analisis Perilaku mahasiswa Berbasis Deep Learning

Teknologi ini dapat memeriksa data mahasiswa dan menemukan pola dan korelasi perilaku yang mungkin tidak langsung terlihat oleh guru. Hal ini dapat membantu pengajar dalam mempersonalisasi pendekatan pengajaran mereka dan memungkinkan mahasiswa untuk berprestasi dengan mengungkapkan wawasan tentang kekuatan dan keterbatasan mahasiswa. Algoritma deep learning yang menganalisis perilaku mahasiswa dilatih pada kumpulan data yang cukup besar yang berisi data dari beberapa mahasiswa. Ini mungkin termasuk nilai ujian, partisipasi di kelas, dan catatan kehadiran. Data ini dimasukkan ke dalam algoritma, yang mencari tren dan hubungan antara karakteristik perilaku dan kinerja akademik. Pengembangan jaringan saraf berulang adalah model LSTM.

Model ini sering digunakan dalam pengenalan suara dan analisis teks. Ia memiliki sel memori untuk membantu prediksi yang tepat. L2-GraftNet menambahkan lapisan tambahan ke arsitektur dasar secara terkontrol dengan menggunakan proses yang dikenal sebagai "grafting". Untuk menganalisis gerakan dalam rangkaian gambar atau video dalam format deret waktu, diperlukan jaringan Long Short-Term Memory (LSTM). Sebuah LSTM terdiri dari tiga komponen utama: seperti yang ditunjukkan pada Gambar 16.4, gerbang lupa, gerbang masukan, dan gerbang keluaran, yang bersama-sama mengatur aliran informasi melalui jaringan.



Gambar 16.4 Struktur CNN-LSTM.

Penelitian tentang pelatihan pemulihan pengenalan sebagian besar berfokus pada penggunaan teknologi secara praktis dan real-time, termasuk teknologi rumah pintar, kesadaran situasional, dan domain terkait perawatan kesehatan dan militer lainnya. Dari sudut pandang ini, sistem pembelajaran mendalam perlu memantau aktivitas sehari-hari mereka, dan telah terjadi peningkatan penggunaan pelacak kebugaran yang terjangkau untuk tujuan medis. Karena perkembangan dalam pembelajaran mendalam dan kualitasnya yang lebih tinggi, model CNN umumnya digunakan dalam evaluasi postur manusia.

16.3 INTERPRETASI SISTEM PEMBELAJARAN OTOMATIS

Kombinasi pemantauan waktu nyata dan algoritma pembelajaran mesin dapat memberikan penilaian yang komprehensif dan akurat tentang faktor risiko nyeri muskuloskeletal di ruang kelas. Bagian ini mengeksplorasi berbagai interpretasi sistem AI yang ada dan membahas temuan penelitian dengan fokus pada masa depan.

Interpretasi signifikan dari sistem yang ada telah dibahas. Cara yang andal untuk mengukur perkiraan perhatian pengguna adalah dengan menggabungkan lokasi yang diperkirakan dan pandangan mata. Hal ini memungkinkan untuk merespons di dunia nyata di mana tata letak ruang kelas berbeda (konfigurasi, ruang besar, dll.) dengan menggabungkan beberapa kamera. Dengan menggunakan pendekatan koreksi kesalahan, masalah seperti deteksi orang dan pose yang salah diperbaiki dalam metode yang disarankan. Pendekatan ini mengurangi jumlah tautan yang rusak dalam data kerangka. Tanpa memerlukan penyimpanan atau transmisi data visual ke cloud yang jauh, algoritma analitik dapat beroperasi secara real-time menggunakan kamera RGB standar pada perangkat edge portabel. Konsep komputasi edge online ini menjamin penyebaran yang sederhana dan dapat secara signifikan mengurangi kekhawatiran privasi. Temuan diskusi dari sistem yang ada adalah:

- Sistem tersebut mencakup lebih banyak prediksi perilaku seperti berdiri, mengobrol, dan tindakan lain di lingkungan apa pun.
- Biaya pemrosesan dan pemeliharaan sistem saat ini sangat tinggi.
- Analisis video berdasarkan kedalaman diperlukan untuk menemukan tindakan smartphone oleh mahasiswa di kelas.
- Peningkatan arsitektur pembelajaran mendalam yang ringan membantu mengurangi kompleksitas komputasi sistem.
- Oklusi bagian tubuh dalam estimasi pose berbasis kerangka dapat menyebabkan hilangnya akurasi yang parah dalam mengenali perilaku mahasiswa.

16.4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan, komunitas pembelajaran/yang dipelajari berisiko mengalami gangguan muskuloskeletal (MSD). Para pendidik seringkali terpengaruh oleh MSD, yang paling sering memengaruhi pergelangan tangan, leher, punggung bawah, dan bahu. Ergonomi memainkan peran penting dalam mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal kronis (CMSD). Ini termasuk desain furnitur yang tepat, mendorong postur tubuh yang baik,

menyediakan waktu istirahat, menjaga tingkat pencahayaan dan suhu yang sesuai, mendorong penggunaan alat tulis ergonomis, dan membatasi penggunaan teknologi.

Para pendidik dan administrator kampus dapat bekerja sama untuk menciptakan lingkungan ergonomis yang meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan mahasiswa. Selain praktik ergonomis, olahraga teratur, peregangan, dan istirahat dapat membantu mengurangi risiko CMSD. Secara keseluruhan, CMSD dapat merusak kinerja akademik dan kualitas hidup mahasiswa. Para pendidik dan administrator kampus harus mengambil langkah proaktif untuk mengurangi risiko gangguan muskuloskeletal kronis (CMSD) dan meningkatkan kesehatan serta kesejahteraan mahasiswa.

Evaluasi komprehensif dalam bab ini berfokus pada bagaimana teknologi sistem pembelajaran otomatis menganalisis gerakan postur mahasiswa secara real-time untuk mencegah gangguan muskuloskeletal kronis. Teknologi ini membantu mengidentifikasi faktor risiko seperti ergonomi yang buruk dan mencegah masalah kesehatan jangka panjang.

Namun, perlindungan data dan implementasi teknologi di ruang kelas masih sulit. Pengawasan terus-menerus dapat meningkatkan perilaku tetapi terkadang menyebabkan masalah psikologis seperti ketidaknyamanan. Tinjauan ini menekankan metodologi multidisiplin dan studi kesehatan jangka panjang untuk meningkatkan sistem ini. Temuan ini memiliki signifikansi kebijakan karena norma ergonomi dan perawatan kesehatan berbasis teknologi di ruang kelas dapat meningkatkan kesehatan dan kinerja akademik mahasiswa.
Mahasiswa, khususnya mereka yang menghabiskan waktu lama duduk, rentan mengembangkan gangguan muskuloskeletal (MSD) karena posisi duduk yang tidak tepat dan postur statis dapat menyebabkan nyeri kronis. Bahkan, penelitian telah menunjukkan bahwa perilaku duduk yang berkepanjangan di kalangan mahasiswa dikaitkan dengan peningkatan prevalensi nyeri leher, punggung, dan bahu. Mengatasi masalah ini sejak dini melalui sistem pembelajaran otomatis di lingkungan pendidikan dapat membantu mencegah perkembangan kondisi ini, yang dapat memengaruhi kinerja akademik dan kesejahteraan mahasiswa secara keseluruhan. Dengan berfokus pada siswa, kami bertujuan untuk menangani populasi yang sering diabaikan yang dapat memperoleh manfaat signifikan dari intervensi tersebut, seperti halnya atlet dalam konteks masing-masing.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut di masa mendatang dengan menggunakan model pembelajaran mendalam mutakhir yang menawarkan waktu pelatihan lebih singkat dengan daya komputasi yang memadai, pengenalan tindakan seperti mengangkat tangan, berdiri, dan mengobrol di berbagai lingkungan, serta pemrosesan data kerangka yang tidak lengkap yang disebabkan oleh oklusi berbagai bagian tubuh manusia. Penelitian selanjutnya dapat memanfaatkan teknik-teknik mutakhir seperti pembelajaran manifold, LSTM, pembelajaran mendalam kuantum, pendekatan komputasi mirip otak, dan model pembelajaran mendalam dangkal yang ringan.

DAFTAR PUSTAKA

Adeleye, O. O., Eden, C. A., & Adeniyi, I. S. (2024). Innovative Teaching Methodologies In The Era Of Artificial Intelligence: A Review Of Inclusive Educational Practices. *World Journal Of Advanced Engineering Technology And Sciences*, *11*(2), 069-079.

Ademola, E. O. (2024). Reading Strategies In The AI Age: Enhancing Comprehension And Engagement With Advanced Technologies. In *Proceedings Of The 38th Isteams Multidisciplinary Bespoke Conference* (Pp. 105-124).

Adiguzel, T., Kaya, M. H., & Cansu, F. K. (2023). Revolutionizing Education With AI: Exploring The Transformative Potential Of Chatgpt. *Contemporary Educational Technology*, *15*(3).

Aggarwal, D., Sharma, D., & Saxena, A. B. (2023). Adoption Of Artificial Intelligence (AI) For Development Of Smart Education As The Future Of A Sustainable Education System. *Journal Of Artificial Intelligence, Machine Learning And Neural Network*, *3*(6), 23-28.

Almutairi, H. N., Al-Osail, A. F., Ashehri, M. A., Mohammed, M. A., Al-Dosari, M. N., & Nemt-Allah, M. A. (2025). The Impact Of AI-Enhanced Educational Technologies On Reading Comprehension Skills Development In Students With Learning Disabilities: Toward Individualized Future Education. *Research Journal In Advanced Humanities*, *6*(3).

Arya, R., & Verma, A. (2024). Role Of Artificial Intelligence In Education. *International Journal Of Advanced Research In Science, Communication And Technology*, *4*(2), 589-594.

Ayeni, O. O., Al Hamad, N. M., Chisom, O. N., Osawaru, B., & Adewusi, O. E. (2024). AI In Education: A Review Of Personalized Learning And Educational Technology. *GSC Advanced Research And Reviews*, *18*(2), 261-271.

Ayyaswamy, K. (2026). AI Technologies For Improving Education Systems. In *Breaking Structural Inequality And Enhancing Social Justice In Higher Education* (Pp. 65-92). IGI Global Scientific Publishing.

Baniata, L. H., Kang, S., Alsharaiah, M. A., & Baniata, M. H. (2024). Advanced Deep Learning Model For Predicting The Academic Performances Of Students In Educational Institutions. *Applied Sciences*, *14*(5), 1963.

Bayu Dani Nandiyanto, A., & Sidik, N. A. C. (2026). Revolutionizing Education: Exploring Technological Innovations, Opportunities And Challenges Across I0t, Ar, Vr, Ai, Lms, Ml, Gamification And Emerging. *Journal Of Advanced Research Design*, *136*(1), 108-137.

Bit, D., Biswas, S., & Nag, M. (2024). The Impact Of Artificial Intelligence In Educational System. *International Journal Of Scientific Research In Science And Technology*, *11*(4), 419-427.

Dhanasekaran, R. (2025). AI Revolutionizing Education: Technology And Human Interaction In Partnership. *Journal Of Computer Science And Technology Studies*, *7*(6), 501-506.

Dimitriadou, E., & Lanitis, A. (2023). A Critical Evaluation, Challenges, And Future Perspectives Of Using Artificial Intelligence And Emerging Technologies In Smart Classrooms. *Smart Learning Environments*, *10*(1), 12.

Eden, C. A., Chisom, O. N., & Adeniyi, I. S. (2024). Integrating AI In Education: Opportunities, Challenges, And Ethical Considerations. *Magna Scientia Advanced Research And Reviews*, *10*(2), 006-013.

Edeni, C. A., Adeleye, O. O., & Adeniyi, I. S. (2024). The Role Of AI-Enhanced Tools In Overcoming Socioeconomic Barriers In Education: A Conceptual Analysis. *World Journal Of Advanced Research And Reviews*, *21*(3), 944-951.

Ejjami, R. (2024). The Future Of Learning: AI-Based Curriculum Development. *International Journal For Multidisciplinary Research*, *6*(4), 1-31.

Gulyamov, S. S., Khazratkulov, O., & Bazarov, S. (2024, June). Modernizing Educational Programs By Integrating AI And Advanced Technologies Topics To Enhance Competitiveness. In *2024 4th International Conference On Technology Enhanced Learning In Higher Education (TELE)* (Pp. 362-364). IEEE.

Gunawan, I. G. D., Danika, I. W. S. G., & Miko, M. (2023). Leveraging Advanced Technologies To Enhance Learning Experiences In The Era 5.0. *International Proceeding On Religion, Culture, Law, Education, And Hindu Studies*, *1*, 121-137.

Hubballi, R. B., Selvakumar, P., Seenivasan, R., Dinesh, N., & Seelam, P. K. (2025). Overview Of Current AI Technologies In Education. In *Transformative AI Practices For Personalized Learning Strategies* (Pp. 1-26). IGI Global Scientific Publishing.

Imran, A., Li, J., & Alshammari, A. (2025). AI-Driven Educational Transformation In ICT: Improving Adaptability, Sentiment, And Academic Performance With Advanced Machine Learning. *Plos One*, *20*(5), E0317519.

Jaiswal, A., & Arun, C. J. (2021). Potential Of Artificial Intelligence For Transformation Of The Education System In India. *International Journal Of Education And Development Using Information And Communication Technology*, *17*(1), 142-158.

Kumar, A., Singh, D., & Vohra, R. (2023). Improving Learning Abilities Using AI-Based Education Systems. In *AI-Assisted Special Education For Students With Exceptional Needs* (Pp. 137-155). IGI Global Scientific Publishing.

Lin, C. C., Huang, A. Y., & Lu, O. H. (2023). Artificial Intelligence In Intelligent Tutoring Systems Toward Sustainable Education: A Systematic Review. *Smart Learning Environments*, *10*(1), 41.

Madanchian, M., Drazenovic, G., Ramzani, S. R., & Taherdoost, H. (2025). Integrating AI Tools To Enhance Learning Outcomes In Modern Education Systems. *Procedia Computer Science*, *263*, 514-521.

Madanchian, M., Drazenovic, G., Ramzani, S. R., & Taherdoost, H. (2025). Integrating AI Tools To Enhance Learning Outcomes In Modern Education Systems. *Procedia Computer Science*, *263*, 514-521.

Mahafdah, R., Bouallegue, S., & Bouallegue, R. (2024). Enhancing E-Learning Through AI: Advanced Techniques For Optimizing Student Performance. *Peerj Computer Science*, *10*, E2576.

Nguyen, M. T., & Nguyen, T. T. (2024). Advanced And AI Embedded Technologies In Education: Effectiveness, Recent Developments, And Opening Issues. *Journal Of Future Artificial Intelligence And Technologies*, *1*(3), 191-200.

Niyozov, N., Saburov, S., Ganiyev, S., & Olimov, S. (2023). AI-Powered Learning: Revolutionizing Technical Higher Education Institutions Through Advanced Power Supply Fundamentals. In *E3S Web Of Conferences* (Vol. 461, P. 01092). EDP Sciences.

Pawar, P. (2023). AI-Enhanced Education: Personalized Learning And Educational Technology. *Fusion Of Knowledge*, 1-8.

Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A., & Valverde, P. (2019). Artificial Intelligence In Education: Challenges And Opportunities For Sustainable Development.

Sagheer, H., Saleem, A., & Urooj, T. (2025). Role Of AI Enhanced Education System In Empowering Students With Life Skills. *Research Journal For Social Affairs*, *3*(5), 775-786.

Saini, N. (2025). Current Advancements In AI-Driven Education. In *Educational AI Humanoid Computing Devices For Cyber Nomads* (Pp. 271-304). IGI Global Scientific Publishing.

Sari, H. E., Tumanggor, B., & Efron, D. (2024). Improving Educational Outcomes Through Adaptive Learning Systems Using AI. *International Transactions On Artificial Intelligence*, *3*(1), 21-31.

Shaikh, M. S., & Ali, S. I. (2025). Revolutionizing The Impact Of Education Using Advanced Online Tools. In *Revolutionizing Education With Remote Experimentation And Learning Analytics* (Pp. 471-488). IGI Global Scientific Publishing.

Shawon, R. E. R., Miah, M. N. I., & Islam, M. Z. (2023). Enhancing US Education Systems With AI: Personalized Learning And Academic Performance Prediction. *International Journal Of Advanced Engineering Technologies And Innovations*, *1*(01), 518-540.

Singh, S. V., & Hiran, K. K. (2022). The Impact Of AI On Teaching And Learning In Higher Education Technology. *Journal Of Higher Education Theory & Practice*, *12*(13), 135.

Strielkowski, W., Grebennikova, V., Lisovskiy, A., Rakhimova, G., & Vasileva, T. (2025). AI-Driven Adaptive Learning For Sustainable Educational Transformation. *Sustainable Development*, *33*(2), 1921-1947.

Tomi, S. H. (2025). Intelligent Learning Systems In Enhancing Education Through AI: Review Research. *Using AI Tools In Text Analysis, Simplification, Classification, And Synthesis*, 1-36.

Vinutha, D. C., Kavyashree, S., Vijay, C. P., & Raju, G. T. (2022). Innovative Practices In Education Systems Using Artificial Intelligence For Advanced Society. *The New Advanced Society: Artificial Intelligence And Industrial Internet Of Things Paradigm*, 351-372.

Vorsah, R. E., & Tamakloe, T. A. (2025). Exploring Science & Mathematics Models Through AI Technology To Advance High School Education Right. *International Journal Of Advance Research Publication And Reviews*, *2*(4), 185-206.

Xu, W., & Ouyang, F. (2022). A Systematic Review Of AI Role In The Educational System Based On A Proposed Conceptual Framework. *Education And Information Technologies*, *27*(3), 4195-4223.

Yadav, S. (2025). Leveraging AI To Enhance Teaching And Learning In Education: The Role Of Artificial Intelligence In Modernizing Classroom Practices. In *Optimizing Research Techniques And Learning Strategies With Digital Technologies* (Pp. 211-238). IGI Global Scientific Publishing.

Zhang, K., & Aslan, A. B. (2021). AI Technologies For Education: Recent Research & Future Directions. *Computers And Education: Artificial Intelligence*, *2*, 100025.

Zhang, Y., Qin, G., & Cheng, L. (2021). Interactive Smart Educational System Using AI For Students In The Higher Education Platform. *Journal Of Multiple-Valued Logic & Soft Computing*, *36*.

REVOLUSI PENDIDIKAN BERBASIS TEKNOLOGI AI

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 978-634-7695-33-8 (PDF)
9 786347 695338