The Intelligent Classroom:

Transformasi Pembelajaran di Era Kecerdasan Buatan



Dr. Arifin Ahmad, M.Pd

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014

tentang Hak Cipta

Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 100.000.000,00 (seratus juta rupiah).

Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin pencipta atau pemegang hak melakukan pelanggaran hak ekonomi pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g, untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).

Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp 4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

The Intelligent Classroom:

Transformasi Pembelajaran di Era Kecerdasan Buatan

Dr. Arifin Ahmad, M.Pd

The Intelligent Classroom:

Transformasi Pembelajaran di Era Kecerdasan Buatan

Dr. Arifin Ahmad, M.Pd

Copyright@2026

Penata Letak : Alcearose

Pendesain Sampul :Tim Madani

Diterbitkan oleh : Yayasan Marwah Madani Riau

Alamat :Dusun IV Kasang Kulim Desa Kubang Jaya, Kec. Suak Hulu Kabupaten Kampar, Riau Indonesia, Kp. 28452

ISBN:

Telp. 0851-1720-7375

Email: admin@madanipublisher.id

Cetakan Pertama November 2026
235 Halaman, Ukuran A5

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang
Dilarang memperbanyak atau mengutip sebagian atau seluruh ini buku ini tanpa izin tertulis dan Penerbit.

Daftar Isi

BAB 1. Paradigma Pendidikan di Era Kecerdasan Buatan 1
1.1 Transformasi Pendidikan dalam Perkembangan Teknologi Digital 1
1.2 Pergeseran Paradigma Pembelajaran Konvensional Menuju Pembelajaran Cerdas.....4
1.3 Karakteristik Pendidikan pada Era Kecerdasan Buatan.....7
1.4 Peluang dan Tantangan Transformasi Pendidikan Digital.....10
1.5 Arah dan Masa Depan Pendidikan Berbasis Kecerdasan Buatan.....13
BAB 2. Konsep dan Landasan Intelligent Classroom 17
2.1 Pengertian dan Hakikat Intelligent Classroom 17
2.2 Sejarah dan Perkembangan Konsep Kelas Cerdas 20
2.3 Karakteristik dan Komponen Utama Intelligent Classroom.....23
2.4 Landasan Filosofis, Pedagogis, dan Teknologis Kelas Cerdas.....26
2.5 Model dan Kerangka Pengembangan Intelligent Classroom.....31
BAB 3. Kecerdasan Buatan dalam Ekosistem Pendidikan 35
3.1 Konsep Dasar dan Prinsip Kerja Kecerdasan Buatan.....35
3.2 Machine Learning, Deep Learning, dan Generative AI dalam Pendidikan.....39
3.3 Peran Kecerdasan Buatan dalam Transformasi Proses Pembelajaran.....43
3.4 Ragam Aplikasi dan Platform AI untuk Pendidikan 46
3.5 Potensi, Keterbatasan, dan Risiko Pemanfaatan AI dalam Pendidikan 49
BAB 4. Desain Pembelajaran Inovatif Berbasis AI 53
4.1 Prinsip Perancangan Pembelajaran Berbasis Kecerdasan Buatan.....53

4.2 Integrasi AI dalam Perencanaan dan Pengembangan Pembelajaran 56
4.3 Pengembangan Tujuan, Materi, dan Aktivitas Pembelajaran Adaptif 59
4.4 Strategi Pembelajaran Aktif, Kolaboratif, dan Berpusat pada Peserta Didik 63
4.5 Penyusunan Perangkat dan Skenario Pembelajaran Berbantuan AI 66
BAB 5. Personalisasi dan Pembelajaran Adaptif dalam Intelligent Classroom 70
5.1 Konsep Personalized Learning dan Adaptive Learning 70
5.2 Identifikasi Karakteristik, Kebutuhan, dan Gaya Belajar Peserta Didik 73
5.3 Pemanfaatan AI dalam Penyesuaian Materi dan Aktivitas Pembelajaran 77
5.4 Sistem Rekomendasi Pembelajaran dan Jalur Belajar Individual 80
5.5 Evaluasi Efektivitas Pembelajaran yang Dipersonalisasi 84
BAB 6. Transformasi Peran Guru dalam Kelas Cerdas 88
6.1 Perubahan Peran Guru pada Era Kecerdasan Buatan 88
6.2 Kompetensi Digital dan Literasi AI bagi Pendidik 91
6.3 Guru sebagai Fasilitator, Mentor, dan Desainer Pembelajaran 94
6.4 Kolaborasi Guru dan Kecerdasan Buatan dalam Proses Pembelajaran 97
6.5 Pengembangan Profesionalisme Guru dalam Ekosistem Intelligent Classroom 100
BAB 7. Teknologi dan Infrastruktur Pendukung Intelligent Classroom 104
7.1 Infrastruktur Digital dan Konektivitas dalam Kelas Cerdas 104
7.2 Learning Management System dan Platform Pembelajaran Terintegrasi 107
7.3 Pemanfaatan Internet of Things dan Perangkat Pembelajaran Pintar 110

7.4 Integrasi Augmented Reality, Virtual Reality, dan Teknologi Imersif 113
7.5 Strategi Pengelolaan, Pemeliharaan, dan Keberlanjutan Infrastruktur Kelas Cerdas 116
BAB 8. Media dan Sumber Belajar Interaktif Berbasis Kecerdasan Buatan 120
8.1 Konsep dan Prinsip Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis AI 120
8.2 Pemanfaatan Generative AI dalam Pengembangan Konten Pembelajaran 123
8.3 Pengembangan Media Audio, Visual, dan Multimedia Interaktif 126
8.4 Penggunaan Chatbot dan Asisten Virtual dalam Pembelajaran 129
8.5 Evaluasi Kualitas dan Efektivitas Media Pembelajaran Berbasis AI 132
BAB 9. Asesmen dan Evaluasi Pembelajaran Berbasis AI 136
9.1 Transformasi Paradigma Asesmen pada Era Digital 136
9.2 Perancangan Instrumen Asesmen Berbantuan Kecerdasan Buatan 139
9.3 Sistem Penilaian Otomatis dan Umpan Balik Adaptif 142
9.4 Pemanfaatan Learning Analytics dalam Evaluasi Pembelajaran 145
9.5 Validitas, Reliabilitas, dan Keadilan dalam Asesmen Berbasis AI 149
BAB 10. Manajemen dan Tata Kelola Intelligent Classroom 153
10.1 Konsep Manajemen Kelas dalam Lingkungan Pembelajaran Cerdas 153
10.2 Perencanaan dan Pengorganisasian Ekosistem Intelligent Classroom 156
10.3 Pengelolaan Interaksi, Kolaborasi, dan Keterlibatan Peserta Didik 159
10.4 Kepemimpinan Digital dan Pengambilan Keputusan Berbasis Data 162
10.5 Monitoring dan Evaluasi Pengelolaan Kelas Cerdas 166

BAB 11. Etika, Keamanan, dan Tanggung Jawab Penggunaan AI dalam Pendidikan 170
11.1 Prinsip Etika Pemanfaatan Kecerdasan Buatan dalam Pembelajaran 170
11.2 Privasi, Perlindungan Data, dan Keamanan Informasi Peserta Didik 173
11.3 Bias Algoritma, Transparansi, dan Keadilan Digital 178
11.4 Integritas Akademik dan Pencegahan Penyalahgunaan AI 181
11.5 Kebijakan dan Tata Kelola Penggunaan AI yang Bertanggung Jawab 184
BAB 12. Implementasi Intelligent Classroom dalam Praktik Pendidikan 188
12.1 Analisis Kesiapan Sekolah dan Lembaga Pendidikan dalam Mengadopsi AI 188
12.2 Strategi dan Tahapan Implementasi Intelligent Classroom 191
12.3 Penerapan Kelas Cerdas pada Berbagai Jenjang Pendidikan 194
12.4 Studi Kasus dan Praktik Baik Pembelajaran Berbasis AI 197
12.5 Evaluasi Implementasi dan Strategi Perbaikan Berkelanjutan 200
BAB 13. Masa Depan Intelligent Classroom dan Transformasi Pendidikan Berkelanjutan 204
13.1 Tren dan Inovasi Teknologi AI dalam Pendidikan Masa Depan 204
13.2 Integrasi Human-Centered AI dalam Ekosistem Pembelajaran 208
13.3 Penguatan Kreativitas, Berpikir Kritis, dan Kompetensi Abad ke-21 211
13.4 Strategi Mewujudkan Intelligent Classroom yang Inklusif dan Berkelanjutan 214
13.5 Visi dan Rekomendasi Pengembangan Pendidikan Cerdas pada Masa Depan 217
Daftar Pustaka 221

BAB 1. Paradigma Pendidikan di Era Kecerdasan Buatan

1.1 Transformasi Pendidikan dalam Perkembangan Teknologi Digital

Perkembangan teknologi digital telah membentuk perubahan mendalam dalam ekosistem pendidikan, namun transformasi tersebut tidak secara otomatis menghasilkan peningkatan mutu belajar atau agensi peserta didik. Media digital awalnya diperkenalkan sebagai alat penunjang, seperti layar tablet atau aplikasi pembelajaran, yang memungkinkan akses ke sumber belajar di luar ruang kelas (UNESCO, 2023). Namun, peran teknologi mulai meluas ke platform pembelajaran berbasis cloud dan sistem manajemen pembelajaran yang mengintegrasikan data siswa secara real-time. Dalam konteks ini, teknologi tidak hanya memperluas akses, tetapi juga mengubah dinamika interaksi antara guru, siswa, dan konten pembelajaran. Namun, perbedaan antara digitalisasi administrasi,seperti pengisian formulir atau pelaporan kehadiran,dan

transformasi pedagogi,yang menyangkut metode pembelajaran, desain kurikulum, dan pengembangan keterampilan berpikir kritis,tetap menjadi hambatan utama dalam praktik pendidikan sehari-hari. Sistem digital yang terpusat dan efisien dalam pengelolaan data sering kali tidak mendukung kebutuhan peserta didik dalam membangun agensi belajar yang aktif dan kritis.

Penerapan data pembelajaran sebagai alat analitik memungkinkan pendidik memahami pola keterlibatan siswa, namun potensi ini juga membuka risiko terhadap pengawasan yang berlebihan dan penindasan kebebasan berpikir. Data yang dikumpulkan dari aktivitas online,seperti waktu berada di platform, jumlah soal yang dikerjakan, atau respons dalam diskusi,sering digunakan untuk menilai kemampuan siswa secara kuantitatif, padahal kualitas pemahaman konseptual atau kreativitas tidak selalu terukur dengan metrik tersebut (OECD, 2023). Dalam konteks ini, teknologi menjadi alat, bukan pengganti proses reflektif atau interaksi sosial yang mendasari pembelajaran. Perbedaan antara akses teknologi dan kualitas penggunaannya menjadi jelas, terutama di wilayah rural atau kelompok minoritas yang menghadapi kesenjangan infrastruktur dan literasi digital. Akses ke perangkat atau

internet tidak menjamin bahwa peserta didik mampu menggunakan teknologi secara efektif atau memahami konteks pembelajaran yang disajikan.

Penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan, meskipun menjanjikan dalam personalisasi pembelajaran, masih terbatas dalam skala praktik dan belum menunjukkan dampak signifikan terhadap peningkatan agensi siswa. AI dapat mengusulkan rekomendasi materi berdasarkan profil siswa, namun keberhasilan pendidikan tidak hanya bergantung pada kecepatan atau keakuratan rekomendasi, tetapi pada bagaimana siswa membangun koneksi dengan materi dan saling berinteraksi (UNESCO, 2023). Selain itu, adanya kecenderungan untuk mengandalkan sistem otomatis dalam pengambilan keputusan,seperti penilaian otomatis atau pengalokasian materi,mengancam keberlanjutan proses pembelajaran yang berbasis pada kritik, eksplorasi, dan keberanian menghadapi ketidakpastian. Keterbatasan dalam desain sistem AI yang kurang mempertimbangkan konteks budaya, bahasa, atau kebutuhan sosial peserta didik menunjukkan bahwa teknologi tidak dapat dianggap sebagai solusi universal.

Ketegangan dalam transformasi ini juga terlihat dalam keseimbangan antara efisiensi sistem dan keadilan

pendidikan. Meskipun teknologi memungkinkan pemerataan akses secara formal, perbedaan dalam kualitas penggunaan, literasi digital, dan dukungan guru tetap menjadi penghalang nyata terhadap kesetaraan hasil belajar (OECD, 2023). Dalam konteks global, perbedaan akses antar negara atau wilayah menunjukkan bahwa digitalisasi tidak secara otomatis menghasilkan kesetaraan, dan pemerataan pendidikan harus dibangun melalui kebijakan yang memperhatikan konteks lokal dan kebutuhan peserta didik. Transformasi pendidikan yang berkelanjutan harus diarahkan pada peningkatan agensi peserta didik, bukan hanya pada peningkatan efisiensi teknis.

1.2 Pergeseran Paradigma Pembelajaran Konvensional Menuju Pembelajaran Cerdas

Pembelajaran konvensional, yang berbasis pada ceramah seragam dan penilaian akhir, mengandalkan transmisi informasi dari guru ke peserta didik tanpa mempertimbangkan keberagaman kebutuhan, minat, atau kemampuan mereka. Dalam sistem ini, guru menjadi pusat kekuasaan pengetahuan, dan peserta didik diperlakukan sebagai penerima pasif yang hanya menyerap informasi secara linear. Mekanisme evaluasi terutama berfokus pada

hasil akhir, seperti nilai ujian, yang tidak mencerminkan pemahaman mendalam atau kemampuan berpikir kritis (OECD, 2023). Perbandingan dengan pendekatan pembelajaran cerdas menunjukkan bahwa desain berbasis tujuan mengintegrasikan perencanaan yang jelas, aktivitas yang relevan, dan umpan balik yang konstruktif, memungkinkan peserta didik membangun agensi dalam proses belajar. Dalam konteks ini, tujuan pembelajaran bukan hanya ditetapkan oleh guru, tetapi dikembangkan bersama melalui diskusi dan refleksi, menciptakan ruang bagi peserta didik untuk merasa memiliki peran aktif dalam proses pembelajaran (OECD, 2019).

Pembelajaran cerdas tidak mengabaikan tatap muka, tetapi mengubah fungsinya dari ruang transmisi menjadi ruang dialog dan kolaborasi. Di dalam kelas yang dirancang secara berbasis tujuan, guru tidak hanya menyampaikan materi, tetapi menjadi fasilitator yang memfasilitasi diskusi, memperkuat pertanyaan yang kompleks, dan mengarahkan peserta didik untuk mencari solusi sendiri. Aktivitas seperti simulasi, proyek kolaboratif, atau eksplorasi masalah nyata memungkinkan peserta didik mengalami proses belajar yang lebih mendalam, di mana pengetahuan diperoleh melalui

eksperimen, kesalahan, dan perbaikan berkelanjutan. Penilaian dalam pendekatan ini tidak hanya mengukur hasil akhir, tetapi juga proses belajar,seperti kemampuan berpikir kritis, kerja tim, dan kemampuan menyusun argumen,yang menunjukkan bahwa belajar bukan sekadar akumulasi informasi (OECD, 2023; UNESCO, 2024).

Namun, pergeseran ini tidak tanpa ketegangan. Dalam konteks keterbatasan sumber daya, seperti jumlah guru, infrastruktur, atau akses terhadap teknologi, desain pembelajaran yang berbasis tujuan dapat menghadapi tantangan implementasi. Guru yang terbiasa dengan metode konvensional mungkin merasa tidak siap mengelola kegiatan yang lebih dinamis, terutama jika mereka tidak mendapatkan pelatihan yang mendalam dalam pengembangan tujuan pembelajaran atau penilaian proses. Selain itu, ketidakseimbangan akses terhadap teknologi,yang meskipun dianggap sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran,dapat memperluas kesenjangan antar wilayah atau kelompok sosial (OECD, 2023). Teknologi, dalam hal ini, bukan jaminan hasil, melainkan alat yang membutuhkan konteks pendidikan yang mendukung agar dapat berfungsi secara efektif (UNESCO, 2024).

Implikasi praktik dari pergeseran ini terlihat pada kecenderungan perubahan peran guru dari penyampai ke pengelola proses. Guru kini harus menjadi penilai yang aktif, pengamat yang memahami keberagaman cara belajar, dan pendamping yang memfasilitasi pertumbuhan kognitif peserta didik. Ketegangan ini juga mencerminkan kebutuhan akan pemerataan dalam sistem pendidikan,di mana kesempatan untuk belajar secara aktif tidak hanya ditentukan oleh ketersediaan teknologi, tetapi oleh kesiapan guru, lingkungan belajar, dan kebijakan pendidikan yang mendukung. Dalam sistem yang lebih adil, pembelajaran cerdas tidak hanya meningkatkan mutu belajar, tetapi juga memperkuat agensi peserta didik dan memperluas akses terhadap pendidikan berkualitas (OECD, 2019).

1.3 Karakteristik Pendidikan pada Era Kecerdasan Buatan

Pendidikan pada era kecerdasan buatan (AI) tidak lagi ditandai oleh peningkatan kapasitas teknologi semata, melainkan oleh perubahan dalam cara peserta didik memahami, mengelola, dan mengambil keputusan terkait informasi. Agen yang dimiliki peserta didik,yaitu kemampuan untuk menilai, memilih, dan mengintegrasikan

berbagai sumber data,menjadi inti dari proses belajar yang bermakna. Di kelas yang mengintegrasikan sistem AI, siswa tidak hanya menerima jawaban, tetapi belajar menguji kredibilitas sumber, menilai bias algoritma, dan memahami batas kemampuan sistem (UNESCO, 2024). Misalnya, dalam pembelajaran sejarah, siswa dapat menggunakan AI untuk menghasilkan ringkasan atau visualisasi kronologi, tetapi harus dilatih untuk membandingkan hasil dengan sumber primer atau literatur akademik, sehingga agensi mereka dalam menilai keakuratan dan konteks menjadi lebih kuat. Ini menunjukkan bahwa literasi data dan literasi AI bukanlah keterampilan teknis yang terpenuhi otomatis, melainkan dimiliki melalui pengalaman reflektif dan kritis (UNESCO, 2024).

Interaksi manusia tetap menjadi fondasi utama dalam konteks pembelajaran, meskipun AI mempercepat proses pengolahan informasi. Keterlibatan guru dan peserta didik dalam diskusi, refleksi, dan penyelesaian masalah kompleks tidak dapat digantikan oleh sistem otomatis. Di kelas IPA, misalnya, AI dapat menyediakan simulasi eksperimen, namun proses pembelajaran yang sejati terjadi saat siswa membandingkan hasil simulasi dengan hasil

eksperimen nyata, serta berdiskusi mengenai kesalahan sistem atau variabel yang tidak terduga. Interaksi ini membangun pemahaman yang lebih dalam tentang proses ilmiah dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis, sesuai dengan temuan OECD (2024) bahwa strategi belajar yang melibatkan refleksi dan keterlibatan aktif lebih berkaitan dengan hasil belajar jangka panjang. Namun, ketegangan muncul ketika sistem AI mengalokasikan waktu atau sumber belajar secara otomatis, mengurangi ruang bagi diskusi atau eksplorasi yang tidak terduga.

Diferensiasi pembelajaran menjadi lebih dinamis dalam konteks AI, karena sistem dapat menyesuaikan materi berdasarkan tingkat pemahaman individu. Namun, perbedaan ini tidak otomatis berarti kesetaraan akses atau hasil belajar. Jika sistem hanya berdasarkan data historis atau performa sebelumnya, maka risiko terjadinya pembelajaran yang terlalu terfokus pada hasil akhir dapat meningkat, dan peserta didik dari latar belakang sosial-ekonomi yang lebih terbatas dapat terpapar pada kurikulum yang terlalu kaku (UNESCO, 2024). Multimodalitas,penggunaan berbagai media seperti teks, suara, gambar, dan animasi,meningkatkan kesempatan peserta didik memahami konsep, terutama bagi mereka

dengan gaya belajar yang berbeda. Namun, tantangan utama terletak pada keterjangkauan akses teknologi, yang tetap menjadi hambatan bagi sekolah di daerah terpencil atau kelompok minoritas.

Tata kelola pendidikan dalam era AI membutuhkan kerangka yang transparan dan inklusif, di mana keputusan penggunaan teknologi tidak diambil secara eksklusif oleh pihak teknis atau institusi. Pemantauan terhadap kebijakan penggunaan AI, keterbukaan data, serta keterlibatan komunitas sekolah menjadi kunci untuk memastikan bahwa teknologi tidak menjadi alat yang mengabaikan keberagaman atau memperluas ketidaksetaraan. Dalam konteks ini, pendidikan bukan hanya tentang mengintegrasikan teknologi, tetapi tentang membangun ekosistem yang memperkuat agensi peserta didik, mempertahankan nilai-nilai manusia, dan menjaga keseimbangan antara efisiensi dan keberagaman (OECD, 2019).

1.4 Peluang dan Tantangan Transformasi Pendidikan Digital

Transformasi pendidikan digital membuka peluang signifikan dalam memperluas akses pendidikan, terutama di

wilayah terpencil atau kelompok rentan yang sebelumnya terkendala oleh jarak geografis atau infrastruktur. Teknologi memungkinkan pembelajaran yang dapat diakses secara fleksibel, seperti platform pembelajaran daring yang menawarkan konten berbasis modul atau pembelajaran berbasis proyek (UNESCO, 2023). Di banyak negara, implementasi sistem e-learning telah menunjukkan peningkatan keterlibatan peserta didik, terutama dalam konteks pembelajaran yang disesuaikan dengan kebutuhan individu (UNESCO, 2023). Namun, akses tersebut tidak selalu berarti peningkatan mutu belajar; korelasi antara kehadiran teknologi dan hasil belajar belum dapat dikonfirmasi secara kausal, dan perbedaan dalam penggunaan teknologi sering kali mencerminkan perbedaan dalam kompetensi digital, bukan hanya akses (OECD, 2024). Dalam konteks ini, keberhasilan transformasi digital bergantung pada bagaimana teknologi didesain untuk mendukung, bukan menggantikan, proses pembelajaran yang terintegrasi dengan kebutuhan peserta didik.

Dukungan guru menjadi faktor kunci dalam memastikan bahwa teknologi tidak hanya tersedia, tetapi juga digunakan secara efektif. Guru yang terlatih dalam mengintegrasikan alat digital ke dalam kurikulum dapat

memfasilitasi pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis masalah (UNESCO, 2023). Namun, banyak guru, terutama di sektor dasar, mengalami kekurangan dalam kapasitas digital, sehingga penggunaan teknologi sering kali terbatas pada tugas administratif atau kegiatan yang tidak berkontribusi langsung terhadap pemahaman konseptual (UNESCO, 2023). Dampak ini menunjukkan bahwa transformasi digital tidak otomatis menghasilkan peningkatan agensi peserta didik; jika guru tidak memiliki kemampuan untuk menavigasi dan menilai hasil pembelajaran digital, maka potensi agensi yang seharusnya terbuka justru terkunci dalam struktur yang tetap hierarkis.

Tantangan lain muncul dalam bentuk distraksi dan kecenderungan penggunaan teknologi yang tidak fokus, terutama pada peserta didik yang terpapar media sosial atau aplikasi hiburan secara intensif (OECD, 2024). Studi menunjukkan bahwa konsentrasi peserta didik dalam sesi pembelajaran digital cenderung lebih rendah dibandingkan dengan pembelajaran tatap muka, meskipun konten digital sering kali lebih interaktif. Ini menimbulkan ketegangan antara potensi teknologi dan realitas penggunaannya, di mana kehadiran alat digital tidak selalu berarti peningkatan kualitas proses belajar. Selain itu, ketimpangan digital tetap

menjadi isu utama; akses terhadap perangkat keras dan koneksi internet masih tidak merata, terutama di negara berkembang atau daerah pedesaan (UNESCO, 2024). Kekurangan infrastruktur ini menghambat kemampuan peserta didik untuk mengikuti pembelajaran yang terintegrasi secara digital, sehingga memperparah kesenjangan pendidikan.

Implikasi praktik menunjukkan bahwa teknologi harus dipahami sebagai bagian dari ekosistem pendidikan, bukan sebagai solusi tunggal. Transformasi digital tidak menggantikan kebutuhan akan pengawasan, evaluasi, dan keterlibatan aktif dari guru dan keluarga. Dampaknya terhadap pemerataan masih belum terukur secara luas, karena banyak program digital mengabaikan konteks sosial dan ekonomi peserta didik (UNESCO, 2023). Meskipun ada kemungkinan desain sistem digital yang lebih inklusif, kausalitas antara implementasi teknologi dan peningkatan hasil belajar tetap belum terbukti secara konsisten di lapangan.

1.5 Arah dan Masa Depan Pendidikan Berbasis Kecerdasan Buatan

Pendidikan berbasis kecerdasan buatan (AI) tidak dapat dianggap sebagai solusi mutlak untuk meningkatkan

mutu belajar, agensi peserta didik, atau pemerataan akses, karena teknologi sendiri tidak menjamin hasil pendidikan yang bermakna. Dalam konteks ini, AI bukan hanya alat, tetapi bagian dari ekosistem pendidikan yang harus dikelola secara human-centered. Kurikulum yang mengintegrasikan literasi AI,yang mencakup pemahaman tentang fungsi, batasan, dan etika penggunaan sistem kecerdasan buatan,diperlukan untuk membangun kesadaran peserta didik terhadap keberadaan teknologi dalam proses belajar (UNESCO, 2023). Keterampilan ini tidak hanya memungkinkan siswa mengkritisi alat AI, tetapi juga memperkuat kemampuan berpikir kritis dan pengambilan keputusan yang bertanggung jawab, yang merupakan fondasi bagi agensi mereka dalam dunia yang semakin dipengaruhi oleh teknologi otomatisasi.

Mekanisme implementasi harus didasarkan pada riset evaluatif yang berkelanjutan dan inklusif, bukan hanya pada keberhasilan teknis. Studi yang menilai dampak AI dalam ruang kelas menunjukkan bahwa hasil belajar yang signifikan hanya terjadi ketika sistem tersebut dikaitkan dengan kebutuhan kontekstual peserta didik (OECD, 2023). Tanpa evaluasi yang mendalam, risiko terjadinya kesenjangan antara desain teknologi dan kebutuhan

pendidikan lokal akan meningkat. Oleh karena itu, pendekatan evaluatif harus melibatkan peserta didik, guru, dan keluarga sebagai aktor dalam proses pengukuran efektivitas, bukan sekadar pengguna pasif sistem AI.

Investasi pada keahlian dan profesionalisme guru menjadi kunci utama dalam transformasi ini. AI tidak menggantikan peran guru, melainkan memperluas kemampuan mereka dalam memberikan umpan balik personal, memfasilitasi pembelajaran berbasis kebutuhan, dan mengelola kelas secara efisien. Namun, jika guru tidak dilibatkan dalam proses perencanaan dan penggunaan AI, risikonya adalah penurunan kualitas interaksi manusia yang esensial dalam pembelajaran. Dalam konteks ini, pelatihan yang berkelanjutan dan berbasis konteks lokal menjadi penting (UNESCO, 2023). Pendekatan ini tidak hanya memperkuat kapasitas guru, tetapi juga memastikan bahwa teknologi tidak menjadi alat yang mengabaikan keberagaman dan kebutuhan lokal.

Interoperabilitas antar sistem digital menjadi tantangan krusial dalam membangun ekosistem pendidikan yang terintegrasi. Sistem AI yang tidak dapat berkomunikasi secara efektif antar platform akan menghasilkan kesenjangan data dan pengalaman belajar

yang tidak konsisten. Dalam konteks global, keberagaman sistem dan kebijakan teknologi menuntut pendekatan yang proporsional dan tidak menghendaki penggunaan teknologi yang berlebihan atau tidak sesuai dengan kondisi lokal. Pemilihan teknologi harus didasarkan pada kriteria seperti keberlanjutan, keamanan data, dan kemampuan untuk disesuaikan dengan konteks pendidikan (OECD, 2023).

Ketegangan antara efisiensi teknologi dan keberlanjutan pendidikan manusia tetap menjadi isu utama. AI dapat mempercepat proses evaluasi atau pengelolaan kelas, namun jika digunakan secara eksklusif, maka potensi kerusakan terhadap keterlibatan emosional dan pengembangan karakter siswa akan meningkat. Mekanisme koreksi berkelanjutan,seperti audit sistem, pelaporan dampak sosial, dan forum diskusi antar pemangku kepentingan,perlu diintegrasikan agar transformasi tidak menjadi arah yang linier dan tanpa refleksi. Dalam kerangka ini, pendidikan berbasis AI harus tetap berdiri di bawah prinsip-prinsip sosial dan keadilan yang diusung dalam Reimagining our futures together (UNESCO, 2021), yang menekankan bahwa teknologi harus mendukung, bukan menggantikan, keberadaan manusia dalam proses pembelajaran.

BAB 2. Konsep dan Landasan Intelligent Classroom

2.1 Pengertian dan Hakikat Intelligent Classroom

Kelas cerdas bukan sekadar penggunaan perangkat teknologi dalam ruang kelas, melainkan ekosistem belajar yang dirancang secara holistik untuk menyelaraskan tujuan pendidikan, pendekatan pedagogis, struktur ruang, pengumpulan data, dan keputusan yang diambil oleh guru. Konsep ini menggambarkan integrasi antara teknologi adaptif dan keberlanjutan pedagogis, di mana data dari aktivitas siswa digunakan untuk memfasilitasi perubahan strategi pembelajaran secara dinamis, namun tetap berada di bawah kendali dan interpretasi guru sebagai pelaku utama pendidikan (OECD, 2023). Mekanisme kerjanya melibatkan pengumpulan data real-time dari interaksi siswa,seperti respons, waktu respons, atau pola partisipasi,yang kemudian dianalisis secara kontekstual untuk memberikan umpan balik yang relevan, namun tidak menggantikan peran guru dalam menentukan tujuan

pembelajaran atau menyesuaikan konten berdasarkan kebutuhan siswa. Dalam konteks ini, kecerdasan bukanlah kekuatan otomatis dari alat, melainkan hasil dari desain sistem yang memungkinkan guru memanfaatkan data sebagai alat reflektif, bukan sebagai pengganti keputusan profesional.

Perbedaan antara perangkat pintar dan kecerdasan pedagogis menjadi kunci dalam memahami kelas cerdas. Perangkat pintar,seperti proyektor interaktif atau sistem penilaian otomatis,menghadirkan kemampuan teknis untuk mempercepat proses pengumpulan dan penyajian data, tetapi tidak secara otomatis menjamin efektivitas pembelajaran (UNESCO, 2021). Kecerdasan pedagogis, sebaliknya, mencakup kemampuan guru untuk menginterpretasikan data tersebut dalam konteks sosial, emosional, dan kognitif siswa, serta menyesuaikan strategi pembelajaran secara reflektif dan berkelanjutan. Sebagai contoh, jika data menunjukkan bahwa sebagian siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep matematika tertentu, kecerdasan pedagogis akan memungkinkan guru untuk merancang aktivitas berbasis pemecahan masalah atau memperkenalkan pendekatan berbeda, seperti pendekatan berbasis proyek, sesuai dengan prinsip

Universal Design for Learning (UDLG, 2024). Namun, keberhasilan tergantung pada kesiapan guru dalam memahami dan mengelola data, bukan hanya kemampuan teknis mengoperasikan perangkat.

Tegangan utama dalam praktik kelas cerdas terletak pada risiko penggantian peran guru dengan sistem otomatis. Meskipun data dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kemajuan siswa, penggunaannya tanpa konteks pedagogis dapat menghasilkan kesimpulan yang keliru atau mengabaikan faktor seperti gaya belajar, keberagaman budaya, atau kebutuhan psikososial (UNESCO, 2019). Selain itu, adanya sistem yang terlalu mengandalkan data dapat menciptakan tekanan pada guru untuk selalu memeriksa dan menanggapi data secara real-time, yang berpotensi mengurangi ruang refleksi dan kreativitas pedagogis. Oleh karena itu, kelas cerdas harus dirancang dengan batas yang jelas: teknologi hanya berfungsi sebagai penunjang, bukan sebagai pengganti keputusan pedagogis.

Implikasi praktiknya menunjukkan bahwa kelas cerdas tidak dapat diwujudkan tanpa kolaborasi antara desain ruang, kebijakan sekolah, dan kompetensi guru. Ruang kelas yang dirancang secara responsif,dengan akses

ke perangkat digital, fleksibilitas penggunaan ruang, dan kemampuan untuk menyesuaikan arus pembelajaran,menjadi fondasi penting. Namun, tanpa pendekatan pedagogis yang kuat, teknologi akan menjadi alat yang tidak terintegrasi dan tidak bermakna. Klasifikasi ini menekankan bahwa keberhasilan kelas cerdas bukan ditentukan oleh tingkat kecanggihan perangkat, melainkan oleh sejauh mana sistem tersebut mendukung keberlanjutan pembelajaran yang manusiawi dan berkelanjutan (OECD, 2023).

2.2 Sejarah dan Perkembangan Konsep Kelas Cerdas

Konsep kelas cerdas bermula dari pengembangan sistem pembelajaran berbasis komputer (CAI) pada abad ke-20, yang mengusulkan interaksi antara siswa dan mesin untuk memberikan respons terstruktur terhadap aktivitas belajar (OECD, 2023). Sistem ini mengandalkan algoritma sederhana untuk memberikan latihan atau umpan balik, namun terbatas dalam kemampuannya memahami konteks sosial dan perbedaan kebutuhan siswa. Perkembangan selanjutnya melalui tutor cerdas menghadirkan kemampuan adaptif yang lebih tinggi, di mana sistem bisa menyesuaikan materi berdasarkan kemajuan siswa, namun

tetap terjebak dalam kerangka teknis yang tidak mempertimbangkan dinamika kelas atau keputusan guru sebagai agen utama dalam proses pembelajaran. Dalam konteks ini, kelas cerdas tidak hanya menjadi alat, tetapi rancangan sosio-teknis yang menyelaraskan tujuan pembelajaran, metode pedagogis, ruang fisik atau digital, data kolektif, dan keputusan yang diambil oleh guru (CAST, 2024). Evolusi ini menunjukkan bahwa kelas cerdas bukanlah pengganti guru, melainkan ekstensi dari praktik pedagogis yang lebih kompleks.

Pergeseran ke platform pembelajaran berbasis sistem (LMS) menandai transisi dari interaksi satu-satu ke sistem terkoordinasi yang memungkinkan pengumpulan data pembelajaran secara berkelanjutan. LMS menjadi fondasi untuk analitik pembelajaran, memungkinkan pengukuran aktivitas siswa, kehadiran, dan kemajuan secara real-time (OECD, 2023). Namun, keberhasilan sistem ini bergantung pada bagaimana data tersebut diinterpretasikan dan digunakan oleh guru, bukan hanya sebagai informasi yang dilihat, tetapi sebagai dasar untuk keputusan yang kontekstual. Dalam konteks ini, kelas cerdas mulai muncul sebagai lapisan yang saling melengkapi, bukan sebagai tahapan linear. Integrasi perangkat terhubung,seperti sensor

ruangan, perangkat wearable, atau alat interaktif,memperluas kapasitas pengukuran, namun juga memperkenalkan ketegangan terhadap privasi dan keberlanjutan penggunaan data, yang menuntut kerangka etika dan kebijakan yang jelas (Zawacki-Richter et al., 2019).

Dalam era GenAI, kemampuan sistem untuk menghasilkan konten, memberikan umpan balik, bahkan menyusun rencana pembelajaran secara dinamis menghadirkan potensi besar. Namun, penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam pendidikan sering kali mengabaikan peran guru sebagai pengawas konteks, penilai nilai, dan penentu kebermaknaan pembelajaran (Chen et al., 2020). GenAI dapat mempercepat proses produksi materi, tetapi tidak secara otomatis menghasilkan pembelajaran yang bermakna atau inklusif. Di sinilah kelas cerdas menunjukkan kekuatannya sebagai sistem yang menyelaraskan data dengan keputusan guru, memastikan bahwa kecerdasan buatan tidak menggantikan, melainkan mendukung proses pembelajaran yang manusiawi. Ketegangan utama terletak pada risiko ketergantungan terhadap sistem otomatis, yang dapat

mengurangi kreativitas guru dan keberagaman pendekatan pedagogis.

Implikasi praktik kelas cerdas terlihat dalam keberhasilan pendekatan Universal Design for Learning (UDL), di mana keberagaman kebutuhan siswa dipertimbangkan dari awal desain (CAST, 2024). Sistem yang terintegrasi dengan UDL tidak hanya menyediakan akses, tetapi juga memungkinkan guru mengadaptasi strategi berdasarkan data real-time. Namun, implementasi ini memerlukan kapasitas teknis dan profesional yang tidak selalu tersedia di seluruh sekolah, sehingga menimbulkan ketidaksetaraan dalam akses terhadap teknologi. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa kelas cerdas, meski berbasis teknologi, tetap bergantung pada konteks sosial, struktur kelembagaan, dan kesiapan tenaga pendidik.

2.3 Karakteristik dan Komponen Utama Intelligent Classroom

Kelas cerdas bukan sekadar integrasi teknologi ke dalam ruang kelas, melainkan rancangan sosio-teknis yang menyelaraskan tujuan pembelajaran, pendekatan pedagogis, struktur ruang, sistem data, dan keputusan yang

diambil oleh pelaku pendidikan. Komponen utama ini saling berinteraksi secara dinamis, membentuk aliran informasi yang memungkinkan respons adaptif terhadap kebutuhan peserta didik. Tujuan pembelajaran menjadi fondasi yang menentukan arah semua elemen lainnya, termasuk jenis konten yang dikembangkan dan jenis interaksi yang diwujudkan (Zawacki-Richter et al., 2019). Tanpa tujuan yang jelas dan terukur, penggunaan teknologi akan menjadi sekadar penambahan, bukan peningkatan efektivitas proses belajar. Dalam konteks ini, guru berperan sebagai pengatur dan penentu kebijakan, bukan hanya pelaksana teknis, karena mereka memahami konteks sosial, budaya, dan kebutuhan individu peserta didik yang tidak dapat sepenuhnya diukur oleh data otomatis (UNESCO, 2021).

Guru, sebagai pusat keputusan, mengintegrasikan data dari platform digital dengan keahlian pedagogis untuk menentukan strategi pembelajaran yang sesuai. Data yang dikumpulkan dari aktivitas peserta didik,seperti waktu respons, kehadiran, atau kinerja pada tugas,dapat memberikan wawasan tentang kemajuan, namun interpretasi dan pengambilan keputusan tetap berada di tangan guru (Chen et al., 2020). Interaksi antar peserta

didik dan antara peserta didik dengan guru menjadi elemen krusial dalam pembelajaran cerdas, karena memungkinkan pengembangan keterampilan sosial dan kritis yang tidak dapat dihasilkan hanya melalui sistem otomatis. Namun, ketegangan muncul ketika data tersebut digunakan untuk mengambil keputusan evaluatif, seperti penilaian akhir atau pengelompokan siswa, karena risiko bias algoritma atau interpretasi yang tidak adil dapat mengganggu keadilan pendidikan (UNESCO, 2019).

Platform digital menjadi sarana utama untuk menghubungkan semua komponen, namun koneksi antar sistem harus dirancang secara transparan dan terintegrasi agar tidak menciptakan kesenjangan akses atau kebingungan bagi pengguna. Aksesibilitas menjadi isu kritis, terutama bagi peserta didik dengan kebutuhan khusus atau dari latar belakang ekonomi yang berbeda. Platform yang tidak mendukung perbedaan akses dapat menghambat kesetaraan dalam pembelajaran (UNESCO, 2021). Keamanan data juga menjadi batas yang tidak bisa diabaikan; pengumpulan data secara masif menimbulkan risiko privasi dan kepatuhan terhadap regulasi, terutama jika data tersebut digunakan untuk pengambilan keputusan

pribadi seperti penilaian atau rencana karier (UNESCO, 2019).

Evaluasi dalam kelas cerdas tidak hanya mengukur hasil akhir, tetapi juga proses pembelajaran dan keputusan yang diambil oleh guru. Evaluasi berbasis data memungkinkan perbaikan kontinu, namun harus dikombinasikan dengan evaluasi reflektif oleh guru dan peserta didik untuk memastikan keberlanjutan dan kebermaknaan. Desain sistem yang tidak memperhatikan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses evaluasi berisiko menghasilkan keputusan yang terlalu teknis dan terpisah dari konteks sosial nyata. Dalam konteks ini, kelas cerdas menjadi ruang yang dinamis, di mana keputusan tidak hanya diambil oleh sistem, tetapi juga melalui kolaborasi antara guru, peserta didik, dan platform yang mendukung, namun tetap terkendali oleh kebijakan pedagogis dan etika pendidikan (Zawacki-Richter et al., 2019).

2.4 Landasan Filosofis, Pedagogis, dan Teknologis Kelas Cerdas

Kelas cerdas tidak hanya mengacu pada penggunaan teknologi dalam ruang pembelajaran, tetapi merupakan

bentuk rancangan sosio-teknis yang secara sistemik menyelaraskan tujuan pendidikan, pendekatan pedagogis, struktur ruang fisik dan digital, serta keputusan yang diambil oleh guru. Dalam konteks ini, filsafat humanistik menjadi fondasi utama, karena menekankan bahwa pembelajaran harus menghormati keberagaman pengalaman, kebutuhan, dan keberadaan siswa sebagai individu yang memiliki nilai dan makna hidup (UNESCO, 2021). Konstruktivisme, sebagai kerangka berpikir yang memandang siswa sebagai aktor aktif dalam membangun pengetahuan, memperkuat posisi bahwa kelas cerdas harus memfasilitasi eksplorasi, eksperimen, dan refleksi, bukan sekadar penyerapan informasi. Dalam praktiknya, affordance AI,yaitu kemampuan sistem untuk menawarkan opsi interaksi yang sesuai dengan konteks dan kebutuhan siswa,dapat menjadi alat yang mendukung proses konstruksi pengetahuan secara personal dan kontekstual (UNESCO, 2019). Misalnya, sistem rekomendasi konten berdasarkan pola keberhasilan dan minat siswa tidak hanya mempercepat akses informasi, tetapi juga memungkinkan siswa merasa dihargai dan terlibat secara emosional dalam proses belajar.

Namun, integrasi AI dalam kelas cerdas tidak terlepas dari ketegangan antara efisiensi sistem dan agensi siswa. Sementara AI dapat mengoptimalkan distribusi materi, menilai kemajuan secara real-time, dan memberikan umpan balik instan (OECD, 2023), hal ini berisiko mengurangi ruang bagi siswa untuk berpikir kritis, berdiskusi, dan mengambil keputusan yang tidak terduga. Keputusan yang diambil secara otomatis oleh sistem, meskipun didesain untuk mempercepat proses, dapat mengurangi keberagaman pendekatan dan menggantikan keberadaan guru sebagai penjaga agensi. Tegangan ini juga terlihat dalam desain universal untuk pembelajaran (UDL), yang menekankan keberagaman kebutuhan belajar dan menuntut sistem yang fleksibel dan inklusif (CAST, 2024). Namun, banyak sistem AI saat ini masih beroperasi dalam kerangka yang terbatas, terutama dalam menanggapi kebutuhan siswa dengan disabilitas atau latar belakang sosial yang berbeda, sehingga potensi keberagaman dalam desain belum sepenuhnya terwujud.

Pembelajaran sosial, yang menekankan pentingnya interaksi antar siswa dan peran guru sebagai mediator sosial, juga menjadi tantangan dalam konteks AI yang cenderung menekankan individualitas dan efisiensi. Sistem

yang terlalu fokus pada analisis data siswa secara terpisah dapat mengabaikan dinamika kelompok, kolaborasi, dan keterlibatan sosial yang penting dalam pembentukan karakter. Dalam konteks ini, affordance AI harus dirancang tidak hanya untuk mempercepat proses belajar, tetapi juga untuk memfasilitasi interaksi yang mendalam dan berkelanjutan antar peserta didik. Pendekatan ini harus didukung oleh kebijakan yang memastikan bahwa penggunaan AI tidak menggantikan peran guru sebagai fasilitator sosial dan emosional (UNESCO, 2021).

Rancangan kelas cerdas yang sejalan dengan prinsip-prinsip pedagogis dan teknologi harus memperhatikan batas-batas etis dan praktis dalam penggunaan data siswa. Meskipun AI dapat memberikan wawasan mendalam tentang pola belajar, pengumpulan dan penggunaan data tersebut harus dilakukan dengan transparansi, keamanan, dan persetujuan yang jelas dari pihak terkait (UNESCO, 2019). Tidak semua siswa memiliki akses yang sama terhadap teknologi, sehingga kelas cerdas yang mengandalkan affordance AI dapat memperlebar kesenjangan digital jika tidak dirancang secara inklusif. Desain yang tidak memperhatikan konteks sosial, ekonomi,

dan budaya lokal akan menghasilkan sistem yang tidak relevan dan tidak adil bagi sebagian besar siswa.

Dengan demikian, kelas cerdas bukanlah solusi teknologi yang dapat diimplementasikan secara langsung, melainkan proses desain yang terus-menerus mengintegrasikan nilai-nilai humanistik, keberagaman, dan keputusan pedagogis yang berbasis pada kebutuhan siswa. Mekanisme yang terlibat harus memastikan bahwa AI tidak menjadi alat pengganti,tetapi sebagai pendukung yang memperkuat keputusan pengajaran, memfasilitasi refleksi guru, dan memberikan ruang bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan kritis dalam memahami dan mengelola data pribadi mereka. Desain sistem harus melibatkan semua pemangku kepentingan,guru, siswa, orang tua, dan komunitas lokal,dalam proses pengembangan dan evaluasi, agar keputusan teknologi tidak diambil secara eksklusif oleh para pengembang atau institusi pendidikan. Penggunaan AI dalam kelas harus didasarkan pada tujuan pendidikan yang jelas, bukan pada kemampuan teknologi untuk menggantikan keberadaan guru atau proses belajar yang manusiawi. Dalam konteks ini, keberhasilan kelas cerdas tidak diukur oleh tingkat kecerdasan algoritma, tetapi oleh sejauh mana sistem

tersebut mampu memperkuat keadilan, inklusivitas, dan keberlanjutan dalam proses pembelajaran.

2.5 Model dan Kerangka Pengembangan Intelligent Classroom

Kelas cerdas tidak dapat dipahami sebagai implementasi teknologi semata, melainkan sebagai sistem sosio-teknis yang menyelaraskan tujuan pembelajaran, pendekatan pedagogis, struktur ruang, pengumpulan data, dan keputusan yang diambil oleh guru. Kerangka pengembangannya harus berjalan dari kebutuhan yang teramati hingga desain yang dapat diuji, dengan tahapan yang terstruktur: identifikasi kebutuhan, penilaian kesiapan institusi, perancangan desain, uji coba pilot, evaluasi, dan ekspansi skala. Tahap awal menuntut pemahaman mendalam terhadap konteks lokal, termasuk karakteristik siswa, kebijakan sekolah, dan kapasitas sumber daya manusia. Di sini, indikator seperti keterlibatan siswa dalam proses belajar, tingkat inklusi terhadap siswa dengan kebutuhan khusus, dan beban kerja guru menjadi parameter kunci yang harus dipertimbangkan (CAST, 2024). Desain yang tidak mempertimbangkan inklusi akan menghasilkan kesenjangan akses yang berkepanjangan, sesuai dengan

prinsip Universal Design for Learning yang menekankan keberagaman kebutuhan belajar (CAST, 2024).

Penerapan teknologi dalam kelas cerdas harus didasarkan pada keputusan yang dipengaruhi oleh data yang relevan dan akurat, namun tetap mempertimbangkan keterbatasan dalam pengumpulan dan interpretasi data. Misalnya, sistem yang menggunakan AI untuk menilai kemajuan siswa dapat memberikan gambaran real-time terhadap indikator belajar, namun keberhasilannya bergantung pada kualitas data input dan keandalan algoritma (Chen et al., 2020). Namun, penggunaan data ini juga membuka risiko terhadap pelanggaran privasi, terutama ketika data pribadi siswa dikumpulkan dan diproses secara otomatis. Oleh karena itu, tata kelola data harus menjadi bagian integral dari desain, dengan kebijakan yang jelas mengenai akses, penyimpanan, dan penggunaan informasi (OECD, 2023). Dalam praktik, sekolah yang mengabaikan aspek ini cenderung menghadapi ketegangan antara efisiensi teknis dan kepercayaan siswa dan keluarga.

Pengembangan kelas cerdas juga menghadapi batasan dalam hal biaya dan kapasitas sumber daya. Meskipun teknologi dapat meningkatkan efisiensi

pembelajaran, implementasinya membutuhkan investasi awal yang signifikan, termasuk perangkat keras, pelatihan guru, dan sistem pendukung. Di banyak konteks, guru yang tidak terlatih dalam penggunaan sistem digital menghadapi kesulitan dalam mengambil keputusan berbasis data, sehingga mengurangi efektivitas sistem (Zawacki-Richter et al., 2019). Dalam konteks ini, keputusan sekolah harus mencakup asesmen komprehensif terhadap beban kerja guru, karena peningkatan keterlibatan teknologi tidak selalu berarti peningkatan kualitas pembelajaran jika tidak didukung oleh struktur kerja yang seimbang.

Kerangka ini juga menekankan pentingnya kolaborasi antara pihak sekolah, pengembang teknologi, dan komunitas pendidikan. Keputusan yang diambil harus mempertimbangkan keberlanjutan dan keberagaman kebutuhan, bukan hanya efisiensi teknis. Contoh konkret adalah penerapan sistem adaptif yang menyesuaikan materi berdasarkan kemajuan siswa, namun hanya efektif jika disertai pelatihan guru dalam menginterpretasikan output sistem dan mengintegrasikannya ke dalam kegiatan pembelajaran yang berbasis interaksi manusia (Chen et al., 2020). Tanpa integrasi ini, sistem teknologi menjadi alat

yang terisolasi, dan tidak berkontribusi pada transformasi pedagogis yang diinginkan.

Akhirnya, kerangka pengembangan kelas cerdas harus dinilai secara kontinu melalui evaluasi berbasis bukti yang mencakup aspek kualitatif dan kuantitatif, dengan fokus pada dampak terhadap hasil belajar, inklusi, dan kesejahteraan guru. Proses ini tidak hanya menilai efektivitas teknologi, tetapi juga keberlanjutan sistem dalam konteks sosial dan ekonomi lokal. Dengan demikian, kelas cerdas bukan sekadar inovasi teknologi, melainkan rancangan yang dipahami secara holistik dan dipimpin oleh kebutuhan pendidikan yang manusiawi (OECD, 2023; CAST, 2024).

BAB 3. Kecerdasan Buatan dalam Ekosistem Pendidikan

3.1 Konsep Dasar dan Prinsip Kerja Kecerdasan Buatan

Kecerdasan buatan (AI) dalam konteks pendidikan bukanlah sistem yang memahami atau mengerti seperti manusia, melainkan alat yang beroperasi berdasarkan pola data dan struktur statistik. Mekanisme kerjanya dimulai dari pengumpulan data yang dianggap relevan,misalnya, sejarah jawaban siswa, pola kehadiran, atau kinerja ujian,yang kemudian diproses melalui pelatihan model untuk mengenali pola korelasi antar variabel. Proses ini mirip dengan cara guru mengamati pola kehadiran siswa untuk menilai keterlibatan, tetapi AI tidak menilai makna atau konteks secara subjektif, melainkan menghitung kemungkinan kemunculan output berdasarkan sejarah data yang tersedia. Model AI menggunakan probabilitas untuk memprediksi respons atau tindakan berikutnya, bukan karena memahami konteks, tetapi karena telah dilatih pada

data yang memungkinkan inferensi statistik yang konsisten (UNESCO, 2023). Misalnya, jika sejumlah siswa menunjukkan penurunan kinerja pada soal matematika tertentu, AI dapat menghasilkan rekomendasi pembelajaran khusus, tetapi tanpa menilai penyebabnya,apakah karena kekurangan pemahaman konsep, gangguan kesehatan, atau faktor lingkungan.

Fungsi utama AI dalam pendidikan terkait dengan inferensi dan evaluasi, bukan kecerdasan emosional atau kreativitas. Saat AI menganalisis hasil ujian, ia tidak menggambarkan bagaimana siswa memahami materi, melainkan menghitung seberapa besar kemungkinan jawaban yang diberikan sesuai dengan pola jawaban sebelumnya. Ini menimbulkan ketegangan karena keputusan yang dihasilkan dapat terlihat sebagai "penilaian otomatis" yang mengabaikan konteks sosial, budaya, atau keberagaman gaya belajar. Sebagaimana pendidikan tradisional harus melibatkan pengawasan manusia untuk menilai keberhasilan belajar secara holistik, AI juga membutuhkan pengawasan manusia untuk memastikan bahwa hasilnya tidak mengabaikan faktor-faktor yang tidak terukur (UNESCO, 2021). Dalam konteks ini, AI tidak menggantikan guru, melainkan menjadi alat pendukung

yang memperluas kemampuan analitis, tetapi tetap tergantung pada interpretasi manusia.

Pelatihan model AI dalam pendidikan bergantung pada kualitas dan representativitas data yang digunakan. Jika data yang digunakan hanya mencerminkan kelompok siswa tertentu,misalnya, siswa dari kota besar atau dengan latar belakang ekonomi tertentu,maka model tersebut akan menghasilkan rekomendasi yang tidak berlaku secara luas. Hal ini menunjukkan bahwa AI tidak memiliki kebijaksanaan moral atau kesadaran kontekstual, melainkan terbatas pada representasi data yang tersedia. Dalam penelitian terhadap aplikasi AI di pendidikan tinggi, dikemukakan bahwa kebanyakan sistem tidak melibatkan pendidik dalam proses pengembangan model, sehingga risiko bias dan ketidakseimbangan hasil menjadi lebih besar (Zawacki-Richter et al., 2019). Ini menekankan bahwa desain sistem AI harus melibatkan pendidik sebagai bagian dari proses pengembangan, bukan hanya sebagai pengguna akhir.

Evaluasi keberhasilan AI dalam pendidikan tidak bisa diukur hanya melalui akurasi prediksi, tetapi juga melalui dampaknya terhadap keadilan, akses, dan keterlibatan siswa. Misalnya, jika AI mengalokasikan

sumber daya pembelajaran berdasarkan hasil sebelumnya, maka siswa dengan kinerja rendah mungkin mengalami penurunan motivasi karena dipersepsikan sebagai "diputuskan" secara otomatis. Dalam pandangan UNESCO (2023), penggunaan AI harus melibatkan proses pengawasan yang transparan dan terbuka, di mana hasil dan proses pengambilan keputusan dapat dijelaskan secara menyeluruh. Tanpa itu, risiko pengabaian keberagaman dan diskriminasi akan meningkat.

Karena AI tidak memahami makna, tetapi hanya menghitung kemungkinan berdasarkan data, penerapannya dalam pendidikan harus dipandang sebagai bagian dari strategi pengelolaan pembelajaran yang lebih luas. Pilihan teknik dan fungsi harus selaras dengan karakteristik masalah pembelajaran yang dihadapi, bukan karena kecanggihan teknologi, tetapi karena kebutuhan konteks dan bukti empiris yang tersediaOleh karena itu, pengembangan dan implementasi AI dalam ruang pembelajaran harus didasarkan pada pendekatan kolaboratif yang melibatkan guru, siswa, orang tua, dan pemangku kepentingan lainnya, agar keputusan yang diambil tidak hanya berbasis data, tetapi juga mempertimbangkan nilai-nilai pendidikan yang inklusif, manusiawi, dan

berkelanjutan. Proses ini harus melibatkan uji coba berjenjang, evaluasi berkelanjutan, dan mekanisme umpan balik yang terbuka, sehingga sistem AI dapat disesuaikan secara dinamis dengan perubahan konteks sosial, ekonomi, dan budaya di lingkungan sekolah. Dengan demikian, AI tidak hanya menjadi alat teknis, tetapi juga menjadi bagian dari refleksi dan perbaikan sistem pendidikan yang lebih adil dan responsif terhadap kebutuhan sebenarnya dari setiap siswa.

3.2 Machine Learning, Deep Learning, dan Generative AI dalam Pendidikan

Machine learning (ML) dalam pendidikan berfungsi sebagai alat prediktif yang menganalisis pola dalam data siswa,seperti hasil ulangan, kehadiran, atau waktu belajar,untuk menghasilkan rekomendasi pembelajaran atau penilaian risiko kegagalan (Chen et al., 2020). Model ini bekerja dengan latihan data historis untuk mengidentifikasi korelasi antar variabel, sehingga dapat memprediksi kemungkinan keberhasilan siswa atau kebutuhan intervensi tertentu. Aplikasi ML dalam klasifikasi siswa berdasarkan perilaku belajar, misalnya, memungkinkan pengelolaan kelas yang lebih responsif, namun ketergantungan pada

kualitas data historis menimbulkan risiko bias jika data tersebut tidak mewakili keberagaman latar belakang siswa (Zawacki-Richter et al., 2019). Ketidakseimbangan dalam data, seperti kurangnya representasi siswa dari kelompok etnis minoritas atau daerah terpencil, dapat menyebabkan model menghasilkan keputusan yang tidak adil atau tidak akurat secara klinis.

Deep learning, sebagai ekspansi dari machine learning, memanfaatkan jaringan saraf tiruan yang terdiri dari banyak lapisan untuk memproses data kompleks seperti video, audio, atau teks yang tidak dapat diolah oleh model tradisional (Chen et al., 2020). Dalam konteks pendidikan, deep learning digunakan untuk pengenalan ujaran dalam diskusi kelas atau analisis pola penulisan esai untuk menilai kualitas kognitif siswa. Meskipun potensinya tinggi, keterbatasannya dalam memahami konteks sosial dan emosional siswa membuat interpretasi hasil menjadi tidak sepenuhnya andal, terutama ketika digunakan untuk penilaian akademik yang melibatkan nuansa bahasa atau keberanian berpikir kritis. Desain model yang tidak memperhatikan konteks budaya atau keberagaman bahasa dapat menghasilkan kesalahan yang berdampak pada kepercayaan siswa terhadap sistem.

Model generatif AI, seperti yang dikembangkan dalam kerangka kerja generatif, berbeda secara mendasar karena tidak hanya memprediksi tetapi juga mencipta konten baru,seperti soal, ringkasan materi, atau materi pembelajaran,berdasarkan input yang diberikan (OECD, 2026). Aplikasi ini digunakan untuk mempercepat produksi bahan ajar, memberikan konten berbeda untuk keberagaman pembelajaran, atau membantu siswa dalam menulis esai atau laporan. Namun, risiko halusinasi,yaitu, pembuatan informasi yang tampak benar tetapi tidak didukung oleh data nyata,menjadi tantangan utama. Studi terhadap penggunaan generatif AI di jenjang K-12 menunjukkan bahwa siswa sering menerima informasi yang tidak akurat, yang dapat mengganggu pemahaman konseptual dan kepercayaan terhadap sumber belajar (Alfarwan, 2025). Hal ini menimbulkan kekhawatiran bahwa siswa mungkin menganggap informasi generatif sebagai fakta, terutama jika tidak dilengkapi dengan verifikasi atau kritik oleh guru.

Batasan teknis dan etis dalam penggunaan AI pendidikan juga mencakup masalah bias data yang muncul karena pelatihan model pada dataset yang tidak inklusif. Misalnya, jika model dibangun dari soal-soal yang

dominan pada kurikulum tertentu, maka siswa dari daerah atau kelompok yang tidak tercakup akan mengalami kesulitan dalam akses konten yang relevan (Zawacki-Richter et al., 2019). Selain itu, penggunaan AI dalam penilaian atau rekomendasi dapat mengurangi peran guru sebagai penilai kontekstual dan pengawas pembelajaran, yang merupakan bagian penting dari proses pendidikan yang holistik. Pemilihan teknologi harus berdasarkan kebutuhan spesifik konteks pembelajaran, bukan hanya karena kemampuan teknisnya.

Dalam praktiknya, penerapan AI harus dipertimbangkan sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran yang terintegrasi, bukan pengganti peran guru atau metode pembelajaran tradisional. Penggunaan yang efektif membutuhkan kerja sama antara pengembang teknologi, pendidik, dan pemangku kepentingan lain untuk memastikan keakuratan, keadilan, dan keberlanjutan sistem (OECD, 2026). Tanpa pendekatan yang berbasis bukti dan konteks lokal, risiko penyebaran bias, halusinasi, dan penurunan kualitas pembelajaran tetakan meningkat, terutama ketika model AI dibangun berdasarkan data yang tidak representatif atau tidak mencerminkan keragaman sosial, budaya, dan ekonomi siswa. Oleh karena itu,

Daftar Pustaka

Alfarwan, A. (2025). Generative AI use in K-12 education: A systematic review. Frontiers in Education, 10, 1647573. https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1647573

CAST (2024). Universal design for learning guidelines version 3.0. https://udlguidelines.cast.org/

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. IEEE Access, 8, 75264–75278. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510

European Commission (2020). Digital education action plan 2021–2027. https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions

European Commission (2022). Ethical guidelines on the use of artificial intelligence and data in teaching and learning for educators. https://education.ec.europa.eu/news/ethical-guidelines-on-the-use-of-artificial-intelligence-and-data-in-teaching-and-learning-for-educators

European Commission Joint Research Centre (2017). DigCompEdu framework. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities/key-competences-lifelong-learning/digcompedu/digcompedu-framework_en

European Commission Joint Research Centre (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities/key-competences-lifelong-learning/digcompedu_en

European Commission Joint Research Centre (2025). DigComp 3.0. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/scientific-activities/key-

competences-lifelong-learning/digital-competence-framework-digcomp/digcomp-30_en
Garzón, J., & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. Educational Research Review, 27, 244–260. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001
Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. Review of Educational Research, 77(1), 81–112. https://eric.ed.gov/?id=EJ782448
Ifenthaler, D., & Yau, J. Y.-K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. Educational Technology Research and Development, 68, 1961–1990. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z
International Telecommunication Union (2025). Global connectivity report 2025. https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/global-connectivity-report-2025/
International Telecommunication Union (2025). Measuring digital development: Facts and Figures 2025. https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2025/index/
Kementerian Komunikasi dan Digital (2025). Indeks masyarakat digital Indonesia 2025. https://bpsdm.komdigi.go.id/satker/pusbangesdmk/berita-laporan-indeks-masyarakat-digital-indonesia-2025-5-102
Kulik, J. A., & Fletcher, J. D. (2016). Effectiveness of intelligent tutoring systems: A meta-analytic review. Review of Educational Research, 86(1), 42–78. https://doi.org/10.3102/0034654315581420
Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. Journal of Educational Psychology, 106(4), 901–918. https://doi.org/10.1037/a0037123

National Institute of Standards and Technology (2023). Artificial intelligence risk management framework (AI RMF 1.0). https://www.nist.gov/publications/artificial-intelligence-risk-management-framework-ai-rmf-10

National Institute of Standards and Technology (2024). Artificial intelligence risk management framework: Generative artificial intelligence profile. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ai/NIST.AI.600-1.pdf

OECD (2019). The OECD learning compass 2030. https://www.oecd.org/en/data/tools/oecd-learning-compass-2030.html

OECD (2023). OECD digital education outlook 2023: Towards an effective digital education ecosystem. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-education-outlook-2023_c74f03de-en.html

OECD (2023). PISA 2022 results (Volume II): Learning during and from disruption. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-ii_a97db61c-en.html

OECD (2024). Education policy outlook 2024: Reshaping teaching into a thriving profession from ABCs to AI. https://www.oecd.org/en/publications/education-policy-outlook-2024_dd5140e4-en.html

OECD (2024). PISA 2022 results (Volume V): Learning strategies and attitudes for life. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-v_c2e44201-en.html

OECD (2024). Students, digital devices and success. https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/05/students-digital-devices-and-success_621829ff/9e4c0624-en.pdf

OECD (2025). Results from TALIS 2024: The state of teaching. https://www.oecd.org/en/publications/results-from-talis-2024_90df6235-en.html

OECD (2025). Teaching for today's world: Results from TALIS 2024. https://www.oecd.org/en/publications/results-from-talis-2024_90df6235-en/full-report/teaching-for-today-s-world_eefb146b.html

OECD (2026). Digital education. https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/digital-education.html

OECD (2026). Education at a glance 2026. https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2026_b4968bbc-en.html

OECD (2026). OECD digital education outlook 2026: Exploring effective uses of generative AI in education. https://www.oecd.org/en/publications/oecd-digital-education-outlook-2026_062a7394-en.html

OECD (2026). Reimagining teaching in an accelerating world. https://www.oecd.org/en/publications/reimagining-teaching-in-an-accelerating-world_d0edfe8c-en.html

Pardo, A., & Siemens, G. (2014). Ethical and privacy principles for learning analytics. British Journal of Educational Technology, 45(3), 438–450. https://doi.org/10.1111/bjet.12152

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. Computers & Education, 147, 103778. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131519303276

Republik Indonesia (2003). Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. https://peraturan.bpk.go.id/Details/43920/uu-no-20

Republik Indonesia (2022). Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2022 tentang Pelindungan Data Pribadi.

https://peraturan.bpk.go.id/Details/229798/uu-no-27-tahun-2022
U.S. Department of Education (2023). Artificial intelligence and the future of teaching and learning: Insights and recommendations. https://eric.ed.gov/?id=ED631097
UNESCO (2018). UNESCO ICT competency framework for teachers. https://www.unesco.org/en/articles/unesco-ict-competency-framework-teachers
UNESCO (2019). Beijing consensus on artificial intelligence and education. https://www.unesco.org/en/articles/first-ever-consensus-artificial-intelligence-and-education-published-unesco
UNESCO (2019). Recommendation on open educational resources (OER). https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-open-educational-resources-oer
UNESCO (2021). AI and education: Guidance for policy-makers. https://www.unesco.org/en/articles/ai-and-education-guidance-policy-makers
UNESCO (2021). Recommendation on the ethics of artificial intelligence. https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-ethics-artificial-intelligence
UNESCO (2021). Reimagining our futures together: A new social contract for education. https://www.unesco.org/en/articles/reimagining-our-futures-together-new-social-contract-education
UNESCO (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms?. https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology

UNESCO (2023). Guidance for generative AI in education and research. https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research
UNESCO (2023). Technology in education: Evidence from the 2023 GEM report. https://gem-report-2023.unesco.org/technology-in-education/
UNESCO (2024). AI competency framework for students. https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-students
UNESCO (2024). AI competency framework for teachers. https://www.unesco.org/en/articles/ai-competency-framework-teachers
UNESCO (2024). Global education monitoring report: Monitoring SDG 4. https://www.unesco.org/reports/gem-report/en/2024-monitoringsdg4
UNESCO (2024). Global report on teachers: Addressing teacher shortages and transforming the profession. https://www.unesco.org/en/articles/global-report-teachers-addressing-teacher-shortages-and-transforming-profession
UNESCO (2024). Technology in education: A tool on our terms!. https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/2024-youth-report
UNESCO (2025). AI for education: UNESCO's work. https://www.unesco.org/en/node/256473
UNESCO (2025). Open educational resources. https://www.unesco.org/en/open-educational-resources
UNICEF (2024). The state of the world's children 2024. https://www.unicef.org/reports/state-of-worlds-children/2024

UNICEF (2025). AI for children. https://www.unicef.org/innocenti/projects/ai-for-children

UNICEF (2025). Guidance on AI and children (Version 3). https://www.unicef.org/innocenti/reports/policy-guidance-ai-children

World Bank (2026). Can EdTech close learning gaps? Global evidence from digital interventions. https://thedocs.worldbank.org/en/doc/2fba81cd6cd60d2f54532fc7062395fb-0050062026/can-edtech-close-learning-gaps-global-evidence-from-digital-interventions

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education: Where are the educators?. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16, 39. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0