



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 11908-11916

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Transformasi Evaluasi Pendidikan Berbasis Artificial Intelligence: Sintesis Literatur tentang Adaptive Assessment, Learning Analytics, dan Tantangan Implementasi di Indonesia

Dwi Noviani, Uci Amelia, Baidinda Dwi Amanah, Deni Kusuma

Program Studi Pendidikan Bahasa Arab, Universitas Al- Quran Ittifaqiyah, Indralaya, Indonesia

dwi.noviani@uqi.ac.id, uciamelia84@gmail.com, baidinda22@gmail.com, kusumadk08@gmail.com

Abstrak

Perkembangan Artificial Intelligence (AI) mendorong transformasi sistem evaluasi pendidikan dari penilaian periodik dan seragam menuju penilaian yang berkelanjutan, adaptif, dan berbasis data. Artikel ini bertujuan menganalisis transformasi evaluasi pendidikan berbasis AI yaitu khususnya melalui adaptive assessment dan learning analytics, serta mengidentifikasi tantangan implementasinya di Indonesia. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif library research dengan kajian terhadap 28 sumber ilmiah yang dipilih dari 312 sumber melalui penelusuran pada database Google Scholar, Scopus, DOAJ, dan Sinta rentang 2016–2025, dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman dengan kerangka konektivisme Siemens. Temuan menunjukkan bahwa adaptive assessment merestrukturisasi jaringan penilaian melalui penyesuaian soal secara real-time, sementara learning analytics menggeser fungsi evaluasi dari deskriptif menuju prediktif melalui early warning system. Namun, kajian literatur mengungkap paradoks implementasi: AI meningkatkan konsistensi penilaian, tetapi sekaligus berpotensi memperluas dampak bias terhadap kelompok peserta didik yang kurang terwakili dalam data pelatihan. Di Indonesia, implementasi terhambat oleh rendahnya kompetensi digital guru (34% memenuhi standar minimum berdasarkan Rapor Pendidikan Kemendikbudristek, 2023), kesenjangan infrastruktur digital antar daerah, belum tersedianya regulasi yang secara spesifik mengatur penggunaan data peserta didik dalam sistem AI pendidikan, dan keterbatasan anggaran. Artikel ini berkontribusi pada integrasi kerangka konektivisme dengan prinsip human-in-the-loop dalam analisis konteks kelembagaan Indonesia yaitu sebuah pendekatan yang masih jarang digunakan dalam kajian serupa.

Kata kunci: Evaluasi Pendidikan; Adaptive Assessment; Learning Analytics; Artificial Intelligence; Konektivisme; Human-In-The-Loop; Indonesia

1. Latar Belakang

Perkembangan Artificial Intelligence (AI) dalam dua dekade terakhir telah mengubah berbagai sektor kehidupan, tidak terkecuali pendidikan. Dalam sistem evaluasi pendidikan, perubahan ini terasa paling mendasar: AI menawarkan kemungkinan untuk menilai peserta didik secara berkelanjutan, personal, dan berbasis data yang jauh melampaui kapasitas sistem penilaian manual yang selama ini berlaku. Dua aplikasi AI yang paling berdampak dalam konteks ini adalah adaptive assessment dan learning analytics, yang secara langsung mengubah cara penilaian dilakukan dan dimaknai dalam ekosistem pendidikan modern.

Adaptive assessment adalah sistem evaluasi yang menyesuaikan tingkat kesulitan dan jenis soal secara real-time berdasarkan kemampuan peserta didik yang sedang berlangsung. Learning analytics mengolah data belajar dalam skala besar untuk menghasilkan wawasan tentang pola, kelemahan, dan potensi peserta didik yang tidak dapat dideteksi secara manual (Aldowah et al., 2019; Kabudi et al., 2021). Kombinasi keduanya membentuk ekosistem evaluasi baru yang tidak hanya lebih efisien, tetapi juga lebih responsif terhadap kebutuhan individual peserta didik.

Di tingkat global, penelitian tentang AI dalam evaluasi pendidikan berkembang sangat pesat. Zawacki-Richter et al. (2019) dalam kajian terhadap 146 artikel menemukan bahwa assessment merupakan salah satu dari tiga domain utama penerapan AI dalam pendidikan tinggi. Namun kajian yang sama mengungkap kontradiksi yang signifikan: di satu sisi AI diklaim meningkatkan objektivitas penilaian, tetapi di sisi lain berbagai studi

menunjukkan bahwa sistem AI berpotensi menciptakan bias baru yang bersumber dari tidak mampu mewakili data pelatihan (Holmes et al., 2022). Kontradiksi ini menjadi salah satu fokus analisis kritis dalam artikel ini.

Di Indonesia, situasinya jauh lebih kompleks. Berdasarkan indikator kompetensi digital pada Rapor Pendidikan Kemendikbudristek (2023), hanya sekitar 34% guru yang memenuhi standar kompetensi digital minimum. Sementara itu, BPS (2023) mencatat kesenjangan penetrasi internet yang signifikan antardaerah: Jawa mencapai 79,4%, sementara Papua hanya 43,2%. Indonesia juga belum memiliki regulasi yang secara spesifik mengatur penggunaan data peserta didik dalam sistem AI pendidikan. Kondisi ini menempatkan Indonesia di posisi yang tidak sederhana ketika berhadapan dengan arus transformasi evaluasi berbasis AI.

Novelty penelitian ini terletak pada tiga hal. Pertama, penggunaan teori konektivisme Siemens sebagai kerangka berpikir yang mengintegrasikan peran AI, guru, peserta didik, dan data dalam satu jaringan pembelajaran dengan sebuah pendekatan yang sejauh penelusuran penulis masih jarang digunakan secara eksplisit dalam kajian transformasi evaluasi berbasis AI. Kedua, analisis teknologi AI dihubungkan secara sistematis dengan unsur kelembagaan Indonesia yang spesifik, mencakup kesiapan guru, infrastruktur, regulasi, dan anggaran. Ketiga, artikel ini mengangkat paradoks implementasi AI dan menawarkan prinsip human-in-the-loop serta human-centred AI sebagai kerangka solusi konseptual.

Research gap yang dijawab penelitian ini bersifat konseptual dan kontekstual. Berdasarkan sintesis penelitian terdahulu, sebagian besar studi masih berfokus pada manfaat teknis AI dalam pembelajaran, adaptive learning, atau learning analytics secara terpisah. Kajian yang mengintegrasikan adaptive assessment, learning analytics, teori konektivisme, dan konteks kelembagaan Indonesia masih relatif terbatas. Selain itu, pembahasan mengenai paradoks implementasi AI yaitu antara peningkatan objektivitas dan risiko reproduksi bias yang masih cenderung tersebar dalam literatur dan belum dikonstruksi sebagai kerangka analitis yang utuh. Berdasarkan gap tersebut, artikel ini bertujuan: (1) menganalisis bentuk-bentuk transformasi evaluasi pendidikan melalui adaptive assessment dan learning analytics dalam perspektif konektivisme; (2) mengkaji dampak dan paradoks penggunaan AI dalam evaluasi pendidikan; dan (3) mengidentifikasi tantangan spesifik implementasi AI di Indonesia beserta implikasi strategisnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian kepustakaan (library research). Menurut Zed (2008), penelitian kepustakaan merupakan serangkaian kegiatan pengumpulan, pembacaan, pencatatan, dan pengolahan bahan pustaka untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif terhadap suatu fenomena. Berbeda dengan systematic literature review yang menekankan replikabilitas protokol secara ketat, library research memberi ruang bagi sintesis konseptual dan analisis interpretatif yang lebih mendalam (Sugiyono, 2022; Zed, 2008). Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian adalah menganalisis, menggabungkan berbagai informasi, dan menginterpretasi temuan-temuan dari berbagai sumber pustaka untuk membangun pemahaman komprehensif tentang transformasi evaluasi pendidikan berbasis AI.

Sumber data terdiri atas sumber primer berupa artikel jurnal internasional terindeks Scopus dan jurnal nasional terindeks Sinta, serta sumber sekunder berupa buku referensi ilmiah dan dokumen kebijakan pemerintah yang relevan.

1) Penelusuran dan Kriteria Seleksi Pustaka

Penelusuran pustaka dilakukan menggunakan kata kunci berikut pada database Google Scholar, Scopus, DOAJ, dan Sinta dengan operator Boolean (AND dan OR): "adaptive assessment", "learning analytics", "artificial intelligence in education", "AI educational evaluation", "educational assessment and AI", "evaluasi pendidikan berbasis AI", "penilaian adaptif", dan "learning analytics Indonesia".

Seleksi sumber dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan sebagaimana disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Aspek dan Kriteria

Aspek	Kriteria
Rentang Tahun	2016–2025
Bahasa	Indonesia dan Inggris
Jenis Sumber	Artikel jurnal ilmiah, buku akademik, dan dokumen kebijakan
Topik	AI dalam evaluasi pendidikan, adaptive assessment, learning analytics, transformasi digital pendidikan
Inklusi	Membahas AI secara substantif dalam konteks evaluasi atau penilaian pendidikan dan tersedia dalam bentuk teks lengkap
Eksklusi	Hanya menyebut AI secara umum tanpa relevansi substantif terhadap evaluasi pendidikan; artikel tanpa identitas jurnal yang dapat diverifikasi; duplikasi sumber

Dalam proses penelusuran pada berbagai database akademik tersebut, peneliti mengidentifikasi 312 sumber yang berkaitan dengan tema penelitian. Setelah dilakukan penilaian berdasarkan relevansi tema, ketersediaan teks lengkap, kedalaman pembahasan, dan kredibilitas sumber sesuai kriteria di atas, sebanyak 28 sumber dipilih untuk dianalisis secara mendalam, terdiri atas 18 artikel jurnal internasional terindeks Scopus, 5 artikel jurnal nasional terindeks Sinta, dan 5 buku referensi ilmiah serta dokumen kebijakan.

2) Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan model interaktif Miles dan Huberman yang meliputi tiga komponen: (1) Reduksi data yaitu memilih dan memfokuskan data yang relevan, dikategorikan berdasarkan tema transformasi evaluasi, dampak AI, dan tantangan implementasi; (2) Penyajian data yaitu menyusun dalam bentuk uraian deskriptif dan analitis dan tabel sintesis literatur; dan (3) Penarikan kesimpulan yaitu menginterpretasi pola dan kontradiksi yang muncul dari data menggunakan kerangka konektivisme Siemens sebagai kerangka berpikir.

Keabsahan data diperoleh melalui triangulasi sumber dengan membandingkan temuan dari jurnal internasional, jurnal nasional, dan buku referensi. Ketika ditemukan kontradiksi antar sumber, kontradiksi tersebut dianalisis secara eksplisit sebagai temuan analitis yang bukan diabaikan atau diratakan menjadi kesimpulan tunggal.

3) Kerangka Teoritis

Penelitian ini berpijak pada teori konektivisme George Siemens (2005). Konektivisme memandang bahwa pembelajaran pada era digital terjadi melalui jaringan koneksi antar node (titik penghubung) yang dapat berupa manusia, informasi, teknologi, maupun institusi. Pengetahuan bersifat menyebar dalam jaringan tersebut, dan kemampuan mengelola jaringan adalah kompetensi inti pembelajaran abad ke-21. Dalam konteks evaluasi pendidikan, kerangka ini menempatkan AI, guru, peserta didik, data belajar, dan sistem penilaian sebagai node-node yang saling terhubung. Adaptive assessment dan learning analytics adalah node aktif yang memproses dan menyebarkan pengetahuan tentang perkembangan peserta didik secara dinamis dan mengubah evaluasi dari proses linear menjadi proses jaringan yang adaptif dan prediktif.

3. Hasil dan Diskusi

a. Peta Penelitian Terdahulu

Berdasarkan kajian terhadap 28 sumber yang telah diseleksi, tabel berikut menyajikan sintesis 15 penelitian utama yang menjadi fondasi kajian ini. Kolom metode, relevansi, dan keterbatasan disertakan untuk memperjelas posisi masing-masing studi serta kontradiksi yang akan dianalisis lebih lanjut dalam pembahasan.

Tabel 2. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti Tahun	&	Metode	Fokus Kajian	Temuan Utama	Relevansi thd Evaluasi AI	Keterbatasan
1	Zawacki-Richter et al. (2019)		Kajian pustaka (146 artikel)	Penerapan AI dalam pendidikan tinggi	AI dominan untuk profiling, adaptive learning, dan assessment; isu etika minim dibahas	Peta domain evaluasi AI yang komprehensif	Tidak membahas konteks negara berkembang
2	Holmes et al. (2022)		Kajian etika & kebijakan	Etika AI dalam pendidikan	Bias algoritmik ancaman nyata; akuntabilitas harus tetap pada manusia	Landasan etika dan regulasi evaluasi AI	Bersifat normatif, belum empiris
3	Kabudi et al. (2021)		Pemetaan literatur (92 studi)	Adaptive learning berbasis AI	Pertumbuhan pesat tapi tidak merata; kesenjangan negara maju vs berkembang	Relevan pada adaptive assessment	Tidak fokus pada evaluasi formal
4	Aldowah et al. (2019)		Kajian pustaka	Learning analytics & data mining	Analitik data meningkatkan kualitas keputusan pedagogis	Langsung relevan pada learning analytics	Tidak membahas AI deep learning
5	Almaiah et al. (2022)		Survei & wawancara	Faktor kritis e-learning berbasis AI	Infrastruktur, kompetensi, & dukungan institusi penentu keberhasilan	Relevan pada tantangan implementasi Indonesia	Konteks COVID-19, perlu kontekstualisasi
6	Pokrivcakova (2019)		Kajian literatur & studi kasus	Kesiapan guru menggunakan AI	Kesiapan guru faktor determinan melebihi kualitas teknologi	Relevan pada kesiapan guru Indonesia	Konteks Eropa, perlu adaptasi
7	Luckin et al. (2016)		Argumen teoritis (buku)	Argumen AI dalam pendidikan	AI dapat mengubah fundamental penilaian dan pembelajaran	Landasan konseptual transformasi evaluasi	Belum didukung data empiris
8	Gikandi et al. (2011)		Kajian pustaka	Online formative assessment	Teknologi digital mendukung penilaian formatif yang bermakna dan berkelanjutan	Relevan pada umpan balik formatif berbasis AI	Ditulis sebelum era AI generatif
9	Ifenthaler & Schumacher (2016)		Survei (mahasiswa)	Persepsi privasi dalam learning analytics	Peserta didik kurang memahami cara data belajar mereka digunakan	Relevan pada etika dan privasi data evaluasi AI	Terbatas pada konteks pendidikan tinggi
10	Bates et al. (2020)		Kajian konseptual	Transformasi pendidikan tinggi oleh AI	AI berpotensi mentransformasi model pembelajaran dan penilaian secara menyeluruh	Relevan pada transformasi sistemik evaluasi	Bersifat prospektif, belum empiris
11	Chen et al.		Bibliometric	Tren riset AI	Adaptive learning	Peta	Tidak fokus

	(2022)	analysis (2 dekade)	dalam pendidikan	dan assessment adalah topik dominan; gap pada konteks non-Barat	perkembangan riset evaluasi AI	pada implementasi lapangan
12	Sabri & Wais (2024)	Kajian literatur	AI dalam pengukuran & penilaian	AI meningkatkan efisiensi evaluasi; perlu integrasi sistemik	Relevan langsung dengan tema artikel	Belum spesifik konteks Indonesia
13	Supriyadi & Nasution (2024)	Kuantitatif (survei)	AI, literasi digital, hasil belajar	AI dan literasi digital berpengaruh positif terhadap hasil belajar mahasiswa	Relevan pada kompetensi digital dan evaluasi	Terbatas satu mata kuliah
14	Siemens (2005)	Kerangka teoritis	Teori konektivisme	Pembelajaran era digital melalui jaringan; pengetahuan terdistribusi antar node	Kerangka teoritis utama penelitian ini	Perlu pembaruan konteks AI modern
15	Arifin (2021)	Buku teks	Evaluasi pembelajaran Indonesia	Konsep dasar evaluasi pendidikan formal di Indonesia; prinsip dan prosedur penilaian	Konteks lokal evaluasi pendidikan Indonesia	Belum membahas evaluasi berbasis AI

Peta penelitian di atas mengungkap tiga temuan penting. Pertama, sebagian besar kajian terdahulu bersifat parsial yaitu membahas satu aspek AI secara terpisah tanpa integrasi kerangka teoritis yang eksplisit. Kedua, hampir seluruh penelitian internasional berfokus pada pendidikan tinggi di negara maju, sehingga relevansinya dengan konteks pendidikan dasar hingga menengah Indonesia memerlukan penempatan yang hati-hati. Ketiga, terdapat kontradiksi yang konsisten antara studi yang melaporkan manfaat AI dalam meningkatkan objektivitas penilaian (Kabudi et al., 2021; Aldowah et al., 2019) dan studi yang menunjukkan risiko bias algoritmik (Holmes et al., 2022; Zawacki-Richter et al., 2019). Kontradiksi ini mencerminkan ketegangan fundamental yang menjadi fokus analisis kritis sepanjang pembahasan.

b. Transformasi Evaluasi Pendidikan Berbasis AI dalam Perspektif Konektivisme

Konektivisme Siemens (2005) lahir sebagai respons terhadap keterbatasan teori-teori belajar klasik yang dirumuskan sebelum era digital. Behaviorisme, kognitivisme, dan konstruktivisme semuanya memandang pembelajaran sebagai proses yang terjadi di dalam individu yaitu sebuah asumsi yang tidak lagi memadai ketika pembelajaran semakin sering terjadi melalui jaringan teknologi. Prinsip inti yang paling relevan untuk analisis ini adalah: pengetahuan bersifat menyebar dalam jaringan node yaitu pembelajaran adalah proses menghubungkan node yang terspesialisasi yaitu kemampuan untuk mengetahui lebih penting daripada apa yang diketahui dan pengambilan keputusan adalah proses belajar itu sendiri. Dalam kerangka ini, sistem evaluasi berbasis AI adalah restrukturisasi jaringan pedagogis yang mana AI menjadi node baru yang mengubah pola hubungan antar elemen sistem pendidikan.

1) *Adaptive Assessment*: Menyusun Ulang Jaringan Penilaian

Dalam perspektif konektivisme, adaptive assessment menyusun ulang dan penambahan node aktif dalam jaringan evaluasi yang sebelumnya linear. Jika sistem konvensional hanya terdiri dari dua node utama yaitu guru sebagai penilai dan peserta didik sebagai yang dinilai maka adaptive assessment menambahkan node ketiga berupa algoritma AI yang memproses data kemampuan secara dinamis dan menyesuaikan koneksi dengan materi baru secara real-time.

Kabudi et al. (2021) menemukan bahwa sistem adaptive learning berbasis AI secara konsisten meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar karena mampu mendeteksi zona perkembangan proksimal setiap peserta didik. Luckin et al. (2016) menyebut transformasi ini intelligence unleashed yaitu AI membebaskan penilaian dari keterbatasan waktu dan kapasitas manusia. Dalam bahasa konektivisme, AI membantu mendeteksi node pengetahuan mana yang belum terhubung dalam jaringan kognitif peserta didik.

Namun efektivitas adaptive assessment sangat bergantung pada representativitas data pelatihan algoritmanya. Holmes et al. (2022) memperingatkan bahwa jika data pelatihan tidak merepresentasikan keberagaman demografis, node AI justru dapat memperlemah jaringan bagi kelompok yang sudah terpinggirkan dan sebuah kegagalan koneksi yang sistemik. Dalam konteks Indonesia, risiko ini menjadi semakin kritis mengingat karakteristik peserta didik yang sangat beragam secara geografis, sosial, budaya, dan ekonomi. Model AI yang dikembangkan menggunakan data dari kelompok peserta didik dengan akses teknologi tinggi belum tentu menghasilkan keputusan yang setara ketika diterapkan pada kelompok yang kurang terwakili dalam data pelatihan. Oleh karena itu, representativitas data pelatihan menjadi syarat penting agar sistem evaluasi berbasis AI tidak memperkuat ketimpangan pendidikan yang sudah ada.

2) *Learning Analytics*: Dari Data ke Pengetahuan Terdistribusi

Learning analytics mengubah cara hasil evaluasi dimaknai dan digunakan. Dalam perspektif konektivisme, *learning analytics* adalah mekanisme yang memungkinkan pengetahuan tentang perkembangan peserta didik yang sebelumnya tersebar dan tidak terbaca menjadi terdistribusi secara bermakna ke seluruh node dalam jaringan pedagogis yaitu guru, kepala sekolah, orang tua, bahkan peserta didik sendiri.

Aldowah et al. (2019) menemukan bahwa institusi yang mengimplementasikan *learning analytics* secara sistematis menunjukkan peningkatan signifikan dalam kualitas intervensi pembelajaran dini. Data yang sebelumnya tersebar dan waktu pengerjaan soal, pola kesalahan berulang, frekuensi pengulangan materi yang menjadi informasi yang dapat diolah menjadi keputusan pedagogis berbasis bukti.

Perkembangan mutakhir *learning analytics* tidak hanya berfungsi mendeskripsikan proses belajar yang telah berlangsung, tetapi juga memprediksi potensi kesulitan belajar peserta didik melalui mekanisme *early warning system*. Dengan memanfaatkan pola aktivitas belajar, frekuensi interaksi, dan kecenderungan performa akademik, sistem dapat membantu guru mengidentifikasi peserta didik yang berisiko mengalami penurunan capaian belajar sebelum masalah tersebut terlihat dalam hasil evaluasi konvensional. Dalam kerangka konektivisme, kemampuan prediktif ini memperluas fungsi node AI dari sekadar memproses data historis menjadi mengantisipasi koneksi pengetahuan yang belum terbentuk, memungkinkan intervensi pedagogis yang lebih proaktif.

Namun *learning analytics* juga membawa paradoks epistemologis yaitu ia hanya menangkap aspek belajar yang dapat dikuantifikasi, sementara dimensi-dimensi penting seperti motivasi intrinsik, dinamika sosial kelas, dan konteks keluarga yang dalam kerangka konektivisme merupakan node-node penting dalam jaringan belajar menjadi tidak tertangkap oleh sistem. Zawacki-Richter et al. (2019) mengingatkan bahwa *learning analytics* harus diperlakukan sebagai alat bantu, bukan pengganti penilaian profesional guru. Ifenthaler dan Schumacher (2016) menambahkan bahwa peserta didik sering kali tidak memahami bagaimana data belajar mereka digunakan dan sebuah ketidakseimbangannya kekuasaan dalam jaringan yang menempatkan node peserta didik pada posisi rentan.

c. Paradoks Implementasi AI dalam Evaluasi Pendidikan

Kajian literatur mengungkap dua paradoks implementasi yang merupakan temuan analitis sentral artikel ini. Paradoks ini tidak dapat diselesaikan hanya dengan perbaikan teknis, karena akarnya bersifat struktural dan sosial.

1) Paradoks objektivitas–bias adalah yang paling fundamental. Sebagian besar literatur pro-AI berargumen bahwa automated grading mengeliminasi subjektivitas manusia dan menghasilkan penilaian yang lebih konsisten (Holmes et al., 2022; Kabudi et al., 2021). Argumen ini secara teknis benar. Namun konsistensi AI bukan konsistensi yang netral tetapi ia adalah konsistensi yang mereplikasi pola dari data historis yang digunakan untuk melatihnya. Jika data historis mencerminkan bias sosial yang sudah ada, maka AI akan secara konsisten

mereproduksi bias tersebut dalam skala jauh lebih besar. Konsistensi AI, dalam kondisi ini, bukan solusi atas bias tetapi ia adalah amplifikasi bias (Holmes et al., 2022).

Paradoks efisiensi–kedalaman muncul dari kenyataan bahwa AI sangat efisien dalam menilai aspek-aspek belajar yang dapat dikodekan secara digital, tetapi sangat terbatas dalam menilai aspek-aspek yang membutuhkan penilaian kontekstual dan holistik. Aldowah et al. (2019) menemukan bahwa learning analytics meningkatkan efisiensi keputusan, sementara Gikandi et al. (2011) menunjukkan bahwa penilaian formatif yang bermakna membutuhkan pemahaman kontekstual yang mendalam. Implikasinya: semakin kita mengandalkan AI untuk efisiensi, semakin kita berpotensi mengorbankan kedalaman penilaian yang sesungguhnya bermakna bagi perkembangan peserta didik.

Kedua paradoks ini bukan alasan menolak AI dalam evaluasi pendidikan, tetapi prasyarat untuk mengimplementasikannya secara bertanggung jawab. Temuan ini mengarah pada pentingnya prinsip human-in-the-loop: AI berfungsi sebagai alat pendukung yang menganalisis data dan memberikan rekomendasi, sementara keputusan evaluatif tetap berada di bawah tanggung jawab guru (UNESCO, 2023; Holmes et al., 2022). Prinsip ini sejalan dengan pendekatan human-centred AI yang menempatkan teknologi sebagai sarana memperkuat kapasitas manusia, bukan menggantikan pengambilan keputusan profesional dalam pendidikan. Dalam kerangka konektivisme, node manusia yaitu guru yang tetap menjadi pengambil keputusan utama dalam jaringan pedagogis, sementara AI berperan sebagai node pendukung yang memperkaya informasi tanpa menggantikan penilaian profesional.

d. Tantangan Implementasi AI di Indonesia

1) Kompetensi Digital Guru

Berdasarkan indikator kompetensi digital pada Rapor Pendidikan Kemendikbudristek (2023), hanya 34% guru di Indonesia yang memenuhi standar kompetensi digital minimum yang berarti lebih dari dua pertiga guru belum memiliki kesiapan dasar mengintegrasikan AI dalam praktik evaluasi. Pokrivcakova (2019) menegaskan bahwa kesiapan guru adalah faktor determinan yang melampaui kualitas teknologi itu sendiri. Dalam kerangka konektivisme, ini adalah masalah kualitas node: guru yang tidak siap secara digital tidak mampu berperan sebagai node aktif yang fungsional dalam jaringan pedagogis berbasis AI. Kurikulum pendidikan guru di Indonesia belum secara sistematis mengintegrasikan kompetensi AI, sehingga transformasi evaluasi berbasis AI tanpa transformasi paralel pada pendidikan guru adalah transformasi yang tidak lengkap (Supriyadi & Nasution, 2024).

2) Kesenjangan Infrastruktur Digital

BPS (2023) mencatat kesenjangan penetrasi internet yang signifikan: Jawa 79,4%, Papua 43,2%, Nusa Tenggara Timur 52,1%. Almaiah et al. (2022) menemukan bahwa infrastruktur adalah prasyarat, bukan pelengkap: tanpa konektivitas andal, sistem adaptive assessment yang membutuhkan pemrosesan data real-time tidak dapat berfungsi. Implikasi distribusionalnya perlu dicermati secara serius: AI berpotensi menjadi faktor yang memperparah, bukan mengatasi, ketimpangan pendidikan yang sudah ada dan khususnya bagi kelompok peserta didik yang paling rentan terhadap kesenjangan akses teknologi.

3) Regulatory Lag dan Perlindungan Data Peserta Didik

Indonesia mengesahkan UU Perlindungan Data Pribadi (UU No. 27 Tahun 2022) yang mulai berlaku penuh Oktober 2024. Namun peraturan turunannya yang secara spesifik mengatur penggunaan data peserta didik dalam sistem AI pendidikan belum tersedia. Holmes et al. (2022) menyebut kondisi ini regulatory lag. Di Indonesia, kondisi ini menciptakan ruang abu-abu yang rawan: institusi dapat menggunakan data peserta didik tanpa standar yang jelas, sementara peserta didik tidak memiliki mekanisme efektif untuk mengetahui atau memprotes cara data mereka digunakan (Ifenthaler & Schumacher, 2016).

4) Keterbatasan Anggaran

Data Kementerian Keuangan (2023) menunjukkan rata-rata alokasi Dana BOS per siswa per tahun berkisar Rp900.000–Rp1.960.000 tergantung jenjang yang jauh dari memadai untuk mengakomodasi investasi dalam

sistem AI yang mencakup pengadaan perangkat, langganan platform, pelatihan guru, dan pemeliharaan infrastruktur. Almaiah et al. (2022) menemukan bahwa komitmen anggaran adalah prediktor kuat keberhasilan implementasi AI. Tanpa alokasi yang memadai, adopsi AI akan bersifat sporadis dan tidak berkelanjutan.

e. Implikasi Strategis

Berdasarkan analisis paradoks dan tantangan di atas, penelitian ini merumuskan lima implikasi strategis yang harus ditangani secara simultan yang bukan parsial atau terisolasi.

Pertama, kebijakan nasional AI pendidikan yang operasional perlu segera dikembangkan, memuat: (a) standar klasifikasi risiko sistem AI pendidikan berdasarkan dampak potensial terhadap peserta didik; (b) panduan teknis penggunaan data peserta didik mencakup jenis data yang boleh dikumpulkan, batas waktu penyimpanan, dan hak peserta didik mengakses datanya; serta (c) mekanisme audit algoritmik berkala yang mewajibkan penyedia sistem AI melaporkan potensi bias secara transparan (Holmes et al., 2022).

Kedua, program transformasi kompetensi guru berbasis TPACK perlu mencakup pelatihan interpretasi hasil learning analytics dan early warning system, simulasi penggunaan adaptive assessment dalam konteks kurikulum Indonesia, dan pengembangan kemampuan mendeteksi serta melaporkan potensi bias dalam sistem AI yang digunakan (Pokrivcakova, 2019).

Ketiga, investasi infrastruktur teknologi pendidikan harus didasarkan pada prinsip keadilan distribusional dengan prioritas wilayah yang paling tertinggal dalam akses digital. Data BPS (2023) menegaskan bahwa tanpa infrastruktur yang memadai, sistem AI terbaik sekalipun tidak akan memberikan dampak yang optimal.

Keempat, mekanisme audit algoritmik perlu dibangun di level institusi pendidikan: mengevaluasi konsistensi hasil penilaian AI antar kelompok demografis, mendokumentasikan keluhan terkait ketidakadilan, dan melaporkan anomali sistem secara berkala (Kabudi et al., 2021).

Kelima, penguatan literasi kritis peserta didik perlu menjadi bagian dari strategi implementasi AI. Dalam perspektif konektivisme, kemampuan menavigasi, memilih, dan mengevaluasi informasi dalam jaringan adalah kompetensi inti era digital (Siemens, 2005; UNESCO, 2023). Peserta didik perlu memahami cara kerja dasar sistem AI, mengenali kemungkinan bias algoritmik, dan memahami implikasi penggunaan data pribadi agar tidak sekadar menjadi pengguna teknologi yang pasif.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa AI melalui adaptive assessment dan learning analytics telah mentransformasi evaluasi pendidikan secara paradigmatik: dari penilaian linear dan periodik menjadi jaringan penilaian yang dinamis, adaptif, dan prediktif. Dalam perspektif konektivisme Siemens, AI berfungsi sebagai node aktif baru yang merestrukturisasi hubungan antara guru, peserta didik, data belajar, dan keputusan pedagogis secara fundamental. Temuan analitis sentral adalah dua paradoks implementasi: AI meningkatkan konsistensi penilaian tetapi berpotensi mengamplifikasi bias terhadap kelompok peserta didik yang kurang terwakili dalam data pelatihan; AI meningkatkan efisiensi evaluasi tetapi berpotensi mengorbankan kedalaman penilaian yang bermakna. Penerapan prinsip human-in-the-loop dan human-centred AI menjadi solusi konseptual yang memastikan keputusan evaluatif tetap berada di bawah supervisi profesional guru, dengan AI diposisikan sebagai mitra pedagogis, bukan pengganti (UNESCO, 2023; Holmes et al., 2022). Di Indonesia, hambatan implementasi bersifat berlapis: 34% guru memenuhi standar digital minimum, penetrasi internet timpang antardaerah, belum tersedianya regulasi spesifik mengenai penggunaan data peserta didik dalam sistem AI pendidikan, dan Dana BOS yang tidak memadai. Kondisi ini menuntut kebijakan holistik yang mengintegrasikan regulasi operasional dengan klasifikasi risiko AI, transformasi kompetensi guru berbasis TPACK, investasi infrastruktur berkeadilan, audit algoritmik di level institusi, dan penguatan literasi kritis peserta didik. Penelitian ini memiliki tiga keterbatasan: proposisi belum diuji empiris di sekolah-sekolah konkret Indonesia; literatur yang dikaji dominan berfokus pada pendidikan tinggi negara maju sehingga relevansinya dengan konteks pendidikan dasar-menengah perlu verifikasi lebih lanjut; dan cepatnya perkembangan AI generatif berpotensi mengubah relevansi sebagian literatur. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan studi kasus atau survei multi-wilayah di sekolah-sekolah Indonesia, khususnya di wilayah dengan keterbatasan akses teknologi, untuk menghasilkan temuan yang lebih kontekstual dan actionable bagi kebijakan pendidikan nasional.

Referensi

1. Aldowah, H., Al-Samarraie, H., & Fauzy, W. M. (2019). Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis. *Telematics and Informatics*, 37, 13–49. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.01.007>
2. Almaiah, M. A., Al-Khasawneh, A., & Althunibat, A. (2022). Exploring the critical challenges and factors influencing the e-learning system usage during COVID-19 pandemic. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5261–5280. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10219-y>
3. Arifin, Z. (2021). *Evaluasi Pembelajaran: Prinsip, Teknik, Prosedur*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
4. Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Telekomunikasi Indonesia 2022*. Jakarta: BPS.
5. Baker, R. S. J., & Inventado, P. S. (2014). Educational data mining and learning analytics. In J. A. Larusson & B. White (Eds.), *Learning Analytics: From Research to Practice* (pp. 61–75). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4
6. Bates, T., Cobo, C., Mariño, O., & Wheeler, S. (2020). Can artificial intelligence transform higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00218-x>
7. Chen, X., Zou, D., Xie, H., Cheng, G., & Liu, C. (2022). Two decades of artificial intelligence in education. *Educational Technology & Society*, 25(1), 28–47.
8. Dede, C., & Richards, J. (Eds.). (2020). *The 60-Year Curriculum: New Models for Lifelong Learning in the Digital Economy*. Routledge.
9. Fitriani, D. (2023). *Artificial Intelligence dalam Pendidikan Digital*. Jakarta: Prenada Media.
10. Gikandi, J. W., Morrow, D., & Davis, N. E. (2011). Online formative assessment in higher education: A review of the literature. *Computers & Education*, 57(4), 2333–2351. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.06.004>
11. Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Buckingham Shum, S., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., & Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in education: Towards a community-wide agenda. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 504–526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>
12. Ifenthaler, D., & Schumacher, C. (2016). Student perceptions of privacy principles for learning analytics. *Educational Technology Research and Development*, 64(5), 923–938. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9477-y>
13. Kabudi, T., Pappas, I., & Olsen, D. H. (2021). AI-enabled adaptive learning systems: A systematic mapping of the literature. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100017. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100017>
14. Kemendikbudristek. (2023). *Rapor Pendidikan Indonesia 2023*. Jakarta: Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
15. Kementerian Keuangan. (2023). *Buku Saku Dana Desa dan Dana BOS 2023*. Jakarta: Kemenkeu RI.
16. Koedinger, K. R., & Corbett, A. T. (2006). Cognitive tutors: Technology bringing learning science to the classroom. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 61–78). Cambridge University Press.
17. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. London: Pearson Education.
18. Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook* (2nd ed.). California: Sage Publications.
19. Pokrivcakova, S. (2019). Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education. *Journal of Language and Cultural Education*, 7(3), 135–153. <https://doi.org/10.2478/jolace-2019-0025>
20. Sabri, M., & Wais, A. (2024). Artificial Intelligence dalam pengukuran dan penilaian pendidikan: Kajian literatur dari perspektif inovatif evaluatif. *Jurnal Evaluasi Pendidikan*, 15(1), 1–18.
21. Selwyn, N. (2019). *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Cambridge: Polity Press.
22. Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10.
23. Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
24. Supriyadi, & Nasution, Z. (2024). Teknologi Artificial Intelligence dan literasi digital mahasiswa terhadap hasil belajar mata kuliah evaluasi pembelajaran. *Jurnal Teknodik*, 28(1), 45–60.
25. UNESCO. (2021). *AI and Education: Guidance for Policy-Makers*. Paris: UNESCO. <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>
26. UNESCO. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. Paris: UNESCO.
27. Williamson, B. (2017). *Big Data in Education: The Digital Future of Learning, Policy and Practice*. London: SAGE.
28. Yusuf, M. (2024). *Transformasi Digital dalam Pendidikan Indonesia*. Yogyakarta: Deepublish.
29. 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(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
30. Zed, M. (2008). *Metode Penelitian Kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
31. Zeide, E. (2017). The limits of education privacy law. *New York University Review of Law & Social Change*, 41(3), 27–74.