

Literature Review of Artificial Intelligence in Learning: Trends and Opportunities

Duwi Purnama Sidik ^{*1}, Abdullah Rozak ², Fatqurhohman ³, Henri Fatkurochman ⁴

^{1,2} Universitas Brawijaya, Indonesia

^{3, 4} Universitas Muhammadiyah Jember, Indonesia

e-mail: duwi763@gmail.com; abdulrozak@ub.ac.id; frohman86@unmuhjember.ac.id;
henri.fatkurochman@unmuhjember.ac.id

Received: 20-07-2025 | Revised: 20-08-2025 | Accepted: 30-09-2025

Abstract

Artificial intelligence (AI) is reshaping education by enabling adaptive, personalized, and efficient learning experiences. This literature review examines the current trends, opportunities, and challenges of AI in education, with a focus on Intelligent Tutoring Systems, automated grading, and personalized learning platforms. Evidence suggests that AI can significantly enhance student engagement, learning outcomes, and instructional efficiency by tailoring content and feedback to individual needs. At the same time, ethical considerations such as data privacy, algorithmic bias, and transparency remain critical challenges. Integrating AI into curriculum design and educator professional development is essential to maximize its benefits while promoting responsible and equitable use. By synthesizing recent research across multiple educational contexts, this review offers insights for researchers, educators, and policymakers to strategically implement AI technologies. The findings underscore that AI, when thoughtfully applied, can complement human intelligence, foster innovative pedagogical practices, and create more engaging, inclusive, and future-ready learning environments.

Keywords: Artificial Intelligence; Personalized Learning; Intelligent Tutoring Systems; Automated Grading; Education Technology.

Corresponding Author: duwi763@gmail.com

Sidik, D.P., Rozak, A., Fatqurhohman, F., & Fatkurochman, H. (2025). Literature Review of Artificial Intelligence in Learning: Trends and Opportunities. *RESET: Review of Education, Science, and Technology*, 1(1), 43-54. <https://doi.org/10.66031/reset.v1i1.19>

Copyright ©2025 to the Author. Published by CV. Ihsan Cahaya Pustaka
This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada abad ke-21 telah menghadirkan transformasi signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia (Fatqurhohman, 2025; Rahayu et al., 2022). Salah satu inovasi paling berpengaruh adalah Artificial Intelligence (AI), yang kini menjadi pilar utama dalam otomatisasi, pengambilan keputusan berbasis data, dan peningkatan efisiensi di berbagai sektor, termasuk industri, kesehatan, transportasi, keuangan, dan pendidikan (Chiu, 2024; Prather et al., 2023). AI bukan sekadar teknologi

masa depan, melainkan telah menjadi realitas yang membentuk lanskap sosial, ekonomi, dan budaya secara global (Apell & Eriksson, 2023; Tahiru, 2021).

Dalam konteks pendidikan, AI menawarkan potensi transformatif melalui penerapan sistem pembelajaran yang dipersonalisasi, asisten komputer cerdas, dan penilaian otomatis, yang memungkinkan proses belajar-mengajar menjadi lebih adaptif dan relevan bagi siswa maupun pendidik (Bates et al., 2020; Kamalov et al., 2023; Rashmi, 2023; Yim & Su, 2025). Kemajuan AI dalam dua dekade terakhir, terutama di bidang machine learning, deep learning, natural language processing, dan computer vision, didorong oleh ketersediaan big data, peningkatan daya komputasi, dan algoritma canggih, sehingga memperluas aplikasinya mulai dari asisten virtual dan sistem rekomendasi hingga kendaraan otonom dan platform pembelajaran adaptif (Bharadiya & Bharadiya, 2023; Messer et al., 2023; Touretzky et al., 2023).

Salah satu keunggulan utama AI dalam pendidikan adalah kemampuannya untuk menganalisis data, mengenali pola, dan mendukung pengambilan keputusan, sehingga memungkinkan personalisasi pembelajaran sesuai dengan minat dan gaya berpikir individu (Bhutoria, 2022; Rehman et al., 2020). Teknologi AI yang telah diterapkan di lingkungan pendidikan, termasuk sistem penilaian otomatis dan program bimbingan belajar cerdas, terbukti meningkatkan kinerja akademik, keterlibatan siswa, dan kualitas pengalaman belajar (Bernacki et al., 2020; Crompton & Burke, 2023; Kamalov et al., 2023).

Meskipun menawarkan manfaat signifikan, penerapan AI dalam pendidikan menghadirkan berbagai tantangan dan isu etika, seperti privasi data, bias algoritmik, transparansi model, serta tanggung jawab sosial dan pedagogis dalam penggunaannya (Huang, 2023; Zarei et al., 2024; L. Zhang & Yu, 2022). Hal ini menegaskan pentingnya evaluasi menyeluruh, tidak hanya dari sisi teknis, tetapi juga dari perspektif etika, kebijakan, dan praktik pendidikan.

AI in Education (AIEd) mencakup sistem bimbingan belajar cerdas, chatbot, robot edukatif, dan penilaian otomatis terhadap artefak digital, yang mendukung pembelajaran personal dan adaptif, meningkatkan pemahaman guru terhadap proses belajar siswa, serta menyediakan umpan balik instan (Chiu, 2024; Chiu et al., 2023; González-Calatayud et al., 2021; Sanusi et al., 2022). AIEd telah menjadi fokus penelitian global, didukung kebijakan strategis di berbagai negara, termasuk modernisasi pendidikan untuk mempersiapkan pelajar menghadapi era AI (Fatqurhohman et al., 2025; Yunlang et al., 2020).

Namun, implementasi AIEd masih menghadapi hambatan substansial, termasuk keterbatasan integrasi ke praktik pengajaran, fokus penelitian yang masih tersebar pada aspek teknis, kesenjangan literasi digital, serta tantangan etika dan akses teknologi yang tidak merata (Bozkurt et al., 2021; Flegler et al., 2023; L. Zhang & Yu, 2022). Hal ini menimbulkan kebutuhan akan tinjauan literatur yang holistik untuk memahami tren, peluang, dan tantangan AIEd di berbagai domain pendidikan.

Artikel ini bertujuan untuk memberikan tinjauan literatur komprehensif mengenai AIEd, dengan fokus pada tren, peluang, dan tantangan implementasinya. Kajian ini akan menganalisis implementasi dan efektivitas teknologi AI, tantangan etika dan teknis, serta rekomendasi strategis untuk integrasi AI dalam praktik pendidikan dan kebijakan. Dengan demikian, artikel ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik yang substansial,

menyediakan panduan bagi peneliti, pendidik, dan pembuat kebijakan, serta membuka peluang inovasi untuk masa depan pendidikan yang lebih adaptif, etis, dan berkelanjutan.

2. METODE

Untuk menjawab pertanyaan penelitian, tinjauan ini melakukan pencarian literatur secara sistematis di berbagai basis data akademik, termasuk Google Scholar, dengan fokus pada integrasi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam pembelajaran. Pencarian menggunakan kata kunci seperti “*artificial intelligence in education*”, “*intelligent tutoring systems*”, “*automated grading*”, “*personalized learning*”, “*AI ethics*”, dan “*educational technology*”, mencakup temuan dan perkembangan terkini. Kriteria inklusi meliputi artikel jurnal peer-reviewed dan makalah konferensi yang menyajikan bukti empiris, diskusi teoretis, atau tinjauan literatur komprehensif dalam bahasa Inggris, sedangkan artikel yang tidak relevan dengan AI dalam pendidikan, kurang substansial, atau tidak tersedia full text dikecualikan.

Data yang diekstraksi dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi tren, wawasan, peluang, dan tantangan dalam literatur, dengan temuan yang dikelompokkan ke dalam tema utama seperti sistem bimbingan belajar cerdas, penilaian otomatis, pembelajaran personalisasi, pertimbangan etika, dan arah pengembangan masa depan. Sintesis naratif digunakan untuk mengintegrasikan temuan dari berbagai studi, sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai implementasi, efektivitas, dan potensi kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan (Fahad Mon et al., 2023).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. AI in Personalized Learning Environments

Artificial Intelligence (AI) menawarkan potensi besar dalam meningkatkan pembelajaran personalisasi dengan menyesuaikan materi, tempo, dan metode pembelajaran sesuai kebutuhan, kemampuan, dan gaya belajar setiap siswa. Pendekatan ini mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan efektivitas pembelajaran melalui pengalaman belajar yang adaptif dan relevan (Bhutoria, 2022; Rožman et al., 2023). Sistem AI seperti bimbingan belajar cerdas, pengujian adaptif, penugasan individual, dan pemantauan kemajuan secara real-time memungkinkan penyesuaian pengalaman belajar secara real-time, mendukung keberhasilan akademik siswa (Huang, 2023; Neji et al., 2023).

Selain itu, AI membantu menciptakan lingkungan pembelajaran yang inklusif dengan menutup kesenjangan belajar bagi siswa yang tertinggal dan menyediakan materi yang menantang bagi siswa yang lebih maju, sehingga mendukung kesetaraan dalam kesempatan belajar (Fletcher et al., 2023; Ober et al., 2023). Personalisasi berbasis AI meningkatkan keterlibatan siswa, menurunkan angka putus sekolah, dan meningkatkan kepuasan belajar, yang berdampak positif pada hasil emosional dan akademik jangka panjang.

AI juga memperluas peran guru tradisional dengan menyediakan wawasan tentang kemajuan dan pola belajar siswa, memungkinkan intervensi yang tepat waktu, serta mengotomatisasi tugas administratif, sehingga guru dapat fokus pada strategi pembelajaran inovatif dan interaksi langsung dengan siswa. Integrasi AI dalam kerangka pembelajaran berbasis capaian (*outcome-based education*) dapat meningkatkan relevansi dan efektivitas

kurikulum, menghasilkan pengalaman belajar yang lebih responsif, terarah, dan berkelanjutan, sekaligus mempersiapkan siswa menghadapi tuntutan dunia pendidikan dan karier di era digital.

3.2. AI Applications in Personalized Learning Environments

Artificial Intelligence (AI) telah merevolusi pembelajaran personalisasi dengan menyediakan pengalaman belajar yang berpusat pada siswa, menyesuaikan materi, tempo, dan metode sesuai kebutuhan, kemampuan, dan gaya belajar masing-masing, memungkinkan adaptasi pembelajaran secara real-time melalui berbagai aplikasi, termasuk platform pembelajaran adaptif, bimbingan belajar cerdas, pengujian adaptif, sistem penugasan individual, dan pemantauan kemajuan siswa (Huang, 2023; Liu et al., 2021).

Platform adaptif menggunakan algoritma AI untuk menganalisis data kinerja siswa dan menyesuaikan konten serta jalur belajar secara individual (Kamalov et al., 2023). Sistem rekomendasi AI membantu menyampaikan materi yang relevan, sementara bimbingan belajar cerdas memberikan umpan balik instan untuk mendukung perkembangan siswa. Integrasi AI meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan efektivitas belajar dengan menghadirkan pengalaman yang adaptif dan relevan.

- (1) Platform Pembelajaran Adaptif: Platform ini memanfaatkan algoritma kecerdasan buatan (AI) untuk menganalisis data kinerja siswa dan menyesuaikan kurikulum serta kecepatan pengajaran sesuai kebutuhan individu (Gligorea et al., 2023). Dengan pendekatan ini, setiap siswa menerima materi yang relevan dengan kemampuan dan kemajuan mereka, sehingga meningkatkan keterlibatan dan efektivitas belajar. Sebagai contoh, DreamBox Learning menyediakan pendidikan matematika personalisasi untuk siswa tingkat K-8 dengan menyesuaikan tingkat kesulitan tugas berdasarkan perkembangan masing-masing siswa.
- (2) Penyampaian Konten Cerdas: Solusi berbasis kecerdasan buatan (AI) memungkinkan penyajian materi pembelajaran dalam berbagai format, termasuk teks, modul interaktif, dan video, disesuaikan dengan preferensi serta tingkat kemampuan siswa (Ercikan & McCaffrey, 2022; Hamal et al., 2022). Pendekatan ini sebagai metode paling efektif, meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa, karena dapat mempersonalisasi pengalaman belajar, dan memastikan siswa memperoleh materi yang relevan, mendukung pembelajaran mandiri, dan mendorong motivasi jangka panjang.
- (3) Asisten Pribadi Virtual: Asisten berbasis AI, seperti chatbot, mampu membantu siswa menavigasi materi pelajaran, menjawab pertanyaan, dan memberikan umpan balik secara real-time (Essel et al., 2022). Pendekatan ini memungkinkan siswa menerima bimbingan personal tanpa terbatas oleh waktu atau lokasi, sehingga memperluas akses pembelajaran yang adaptif dan responsif.

Siswa dalam lingkungan belajar berbasis AI menunjukkan rata-rata waktu belajar lebih lama dan pola interaksi konten yang lebih konsisten. Menurut (Singh et al., 2022) kemampuan AI untuk menyesuaikan jalur belajar dapat meningkatkan fokus dan perhatian siswa. Wawancara kualitatif mengungkapkan bahwa siswa merasa pengalaman belajar lebih

interaktif dan tidak monoton berkat penggunaan alat AI, sementara para pendidik mencatat peningkatan kepatuhan dalam menyelesaikan tugas tepat waktu serta partisipasi aktif dalam diskusi, karena platform AI merekomendasikan sumber belajar sesuai preferensi dan kemampuan individu. Lebih lanjut (Maghsudi et al., 2021; Rane et al., 2023) mengungkapkan bahwa pembelajaran personalisasi berbasis AI menghasilkan pencapaian akademik lebih tinggi dibandingkan kelas tradisional, serta meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa, karena materi disesuaikan dengan kebutuhan individu. Secara keseluruhan, aplikasi AI dalam pembelajaran personalisasi mampu meningkatkan keterlibatan, motivasi, kepuasan belajar, dan hasil akademik, sekaligus mendukung intervensi pedagogis yang lebih tepat. Meski demikian, tantangan seperti bias algoritmik, privasi data, dan kesenjangan digital perlu diatasi untuk memastikan implementasi AI yang etis dan inklusif.

3.3. Intelligent Tutoring Systems in Personalized Learning Environments

Intelligent Tutoring Systems (ITS) merupakan aplikasi kecerdasan buatan (AI) yang menyediakan instruksi dan dukungan personal bagi siswa, menyesuaikan pembelajaran dengan kebutuhan, kemampuan, dan preferensi masing-masing individu (Douali et al., 2022; Rizvi, 2023). ITS memanfaatkan pemrosesan bahasa alami, pemodelan kognitif, dan algoritma machine learning untuk berkomunikasi dengan siswa, menilai pemahaman, serta memberikan umpan balik real-time (Alfaro et al., 2020). Sistem ini dapat menggantikan sebagian peran guru dengan memberikan panduan, penjelasan, saran, serta melacak kemajuan dan mengidentifikasi area keunggulan atau kesulitan siswa (Alam, 2022; Kochmar et al., 2022; Nassoura, 2022).

Manfaat ITS termasuk peningkatan pemahaman konsep, keterampilan pemecahan masalah, keterlibatan siswa, dan retensi pengetahuan (Crompton & Burke, 2023; Singh et al., 2022). ITS juga memungkinkan akses pembelajaran berkualitas tinggi di daerah terpencil melalui platform online, serta mendukung pembelajaran yang adaptif dan efisien (Daghestani et al., 2020; X. Zhang & Cao, 2021).

Meski demikian, ITS menghadapi tantangan signifikan, termasuk biaya tinggi, keterbatasan meniru interaksi manusia, serta kebutuhan akan pemeliharaan, pembaruan, dan penelitian berkelanjutan untuk memastikan efektivitas dan adaptabilitasnya (Alfaro et al., 2020; Guan et al., 2020; Yong et al., 2022). Isu etika dan privasi data juga harus diperhatikan dalam desain dan implementasi (Airaj, 2024). Masa depan ITS diperkirakan akan dipengaruhi oleh inovasi AI, machine learning, dan analitik data, termasuk pemrosesan bahasa alami untuk interaksi lebih natural, serta pemanfaatan realitas virtual dan augmented reality untuk pengalaman belajar imersif yang meniru lingkungan dunia nyata (Alfaro et al., 2020; Kochmar et al., 2022; Mousavinasab et al., 2021; Singh et al., 2022). ITS, dengan demikian, menawarkan potensi besar untuk memperkuat pembelajaran personalisasi dan menciptakan pengalaman pendidikan yang adaptif, efektif, dan inklusif.

3.4. Automated Grading in AI-Enhanced Learning Environments

Penilaian otomatis, atau computer-aided assessment, memanfaatkan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) untuk mengevaluasi pekerjaan siswa secara efisien, termasuk kuis, jawaban singkat, esai, dan tugas digital (Gao et al., 2024; Ifenthaler et al.,

2023). Sistem ini menyediakan umpan balik instan yang mendukung pembelajaran berkelanjutan sekaligus mengurangi beban kerja guru. Dengan memanfaatkan pemrosesan bahasa alami, machine learning, dan analitik data, sistem ini mampu membandingkan jawaban siswa dengan jawaban model, mengidentifikasi pola jawaban benar dan salah, serta memberikan skor berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan (Shaik, 2023).

Salah satu manfaat utama penilaian otomatis adalah efisiensi. Sistem AI dapat menilai tugas lebih cepat dibandingkan penilai manusia, memungkinkan guru fokus pada kegiatan instruksional (González-Calatayud et al., 2021; Nayak et al., 2022). Selain itu, penilaian otomatis meningkatkan konsistensi dan keandalan, meminimalkan bias, kelelahan, dan subjektivitas yang sering terjadi pada penilaian manual. Umpan balik instan memungkinkan siswa segera memperbaiki kesalahan, meningkatkan hasil belajar dan performa pada evaluasi berikutnya (Messer et al., 2024; Xu et al., 2024).

Meski demikian, sistem ini memiliki keterbatasan, terutama dalam menilai pertanyaan terbuka yang memerlukan berpikir kritis, kreativitas, atau pemahaman mendalam (Ifenthaler et al., 2023; Mousavinasab et al., 2021). Kemajuan AI, termasuk algoritma deep learning, diharapkan meningkatkan akurasi untuk pertanyaan kompleks, dengan pendekatan hibrid yang menggabungkan penilaian AI dengan pengawasan manusia dapat menjaga keadilan, akurasi, dan efisiensi (Ercikan & McCaffrey, 2022), menjadikan penilaian otomatis sebagai alat transformatif untuk pendidikan personal dan berkualitas tinggi.

3.5. Challenges and Ethical Considerations

Meskipun kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) memiliki potensi transformatif dalam pembelajaran personalisasi, penerapannya di bidang pendidikan menghadirkan berbagai tantangan dan pertimbangan etis, diantaranya adalah

(1) Privasi dan Keamanan Data

Salah satu tantangan utama dalam penerapan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) di bidang pendidikan adalah memastikan privasi dan keamanan data siswa. Sistem AI secara kontinu mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah besar, termasuk informasi sensitif seperti prestasi akademik, perilaku, serta data pribadi siswa (Sarfaraz et al., 2023). Perlindungan data ini sangat penting untuk mencegah akses tidak sah, penyalahgunaan, atau kebocoran informasi.

(2) Bias dan Keadilan dalam Algoritma AI

Algoritma kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) memiliki potensi untuk menghasilkan bias yang dapat memicu keputusan tidak adil atau diskriminatif, terutama dalam konteks penilaian dan evaluasi siswa (Mohd Faishal et al., 2023). Bias ini biasanya bersumber dari data pelatihan yang mencerminkan ketidaksetaraan dan bias sosial yang telah ada. Akibatnya, sistem AI berisiko memperkuat kesenjangan sosial dan pendidikan jika tidak diatur dengan cermat. Oleh karena itu, diperlukan strategi yang mencakup pemilihan data pelatihan secara hati-hati, pemantauan terus-menerus, serta evaluasi rutin terhadap hasil keluaran sistem.

(3) Menjamin Transparansi dan Akuntabilitas

Sistem kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam pendidikan sering beroperasi sebagai “*black box*”, sehingga proses pengambilan keputusan sulit dipahami oleh pengguna, baik guru maupun siswa (Jiang, 2022). Kurangnya

transparansi ini menimbulkan tantangan serius dalam memastikan akuntabilitas, karena pihak terkait kesulitan menilai bagaimana keputusan dibuat dan bertanggung jawab atas hasilnya. Untuk membangun kepercayaan serta mendorong penggunaan AI secara etis dan bertanggung jawab, desain sistem AI harus mengutamakan transparansi. Hal ini memungkinkan guru, siswa, dan pemangku kepentingan lainnya untuk memahami logika di balik rekomendasi dan penilaian yang diberikan oleh AI, sekaligus menuntut pertanggungjawaban atas keputusan yang dihasilkan.

(4) Mengatasi Tantangan dan Pertimbangan Etika

Penanganan tantangan dan isu etika dalam penggunaan AI di pendidikan memerlukan pendekatan multidisiplin yang melibatkan kolaborasi antara pendidik, pembuat kebijakan, dan teknolog. Kerja sama ini penting untuk merumuskan pedoman, standar, dan kerangka etis yang jelas, sehingga implementasi AI dapat berlangsung secara aman, adil, dan bertanggung jawab. Selain itu, pelatihan profesional bagi guru menjadi kunci agar mereka mampu menginterpretasikan dan memanfaatkan wawasan yang dihasilkan AI secara tepat, sambil tetap mempertahankan peran penilaian dan bimbingan manusia (Ismawati & Ramadhanti, 2022).

3.6. Future Directions and Recommendations

Integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan memiliki potensi besar untuk meningkatkan pengalaman belajar, keterlibatan, dan hasil akademik siswa melalui pembelajaran personalisasi, pengujian adaptif, dan platform pembelajaran berbasis data (Michaeli et al., 2023; Wang & Lester, 2023). AI memungkinkan pendidik menyesuaikan materi, kecepatan, dan metode pengajaran sesuai kebutuhan individu siswa, serta memberikan umpan balik real-time yang mendukung perbaikan berkelanjutan. Namun, tantangan terkait privasi data, bias algoritmik, transparansi, dan etika tetap perlu menjadi perhatian (Nguyen et al., 2023; Saputra et al., 2023).

Future Directions and Recommendations menekankan strategi berkelanjutan untuk memaksimalkan manfaat AI, diantaranya institusi pendidikan harus mengadopsi pendekatan hybrid yang menggabungkan interaksi manusia dan teknologi, memastikan keseimbangan antara efisiensi AI dan pengembangan keterampilan kognitif siswa, pengembangan profesional pendidik harus menjadi prioritas, mencakup pelatihan penggunaan AI, interpretasi data, serta pemahaman etika dan tanggung jawab teknologi (Mambu et al., 2023; Saputra et al., 2023). Selain itu, kolaborasi multi-stakeholder antara pendidik, pembuat kebijakan, peneliti, dan industri penting untuk merumuskan standar, pedoman, dan praktik terbaik dalam implementasi AI secara adil dan inklusif (Abbas et al., 2023; Zarei et al., 2024), serta pemanfaatan inovasi teknologi, seperti analitik prediktif, pemrosesan bahasa alami, dan pembelajaran adaptif berbasis data besar, harus diarahkan untuk menciptakan pengalaman belajar yang imersif, responsif, dan relevan dengan tuntutan dunia pendidikan serta karier di era digital.

4. KESIMPULAN

Integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam pendidikan berpotensi merevolusi proses belajar-mengajar dengan menciptakan pengalaman yang personal, adaptif, dan efisien.

Teknologi ini mampu menganalisis data secara real-time, menyesuaikan jalur pembelajaran, serta mendukung pendidik dalam pengambilan keputusan yang cepat dan tepat. Dampaknya, keterlibatan siswa meningkat, hasil belajar membaik, dan tugas administratif guru menjadi lebih ringan. Agar optimal, penerapan AI memerlukan kolaborasi lintas pihak melalui pedoman etis yang jelas, pengembangan profesional pendidik, serta integrasi konsep AI dalam kurikulum. Dengan langkah strategis ini, AI dapat menjadi katalis pembentukan generasi adaptif, kritis, dan siap menghadapi masa depan.

Penerapan AI dalam pendidikan menawarkan peluang besar, namun menuntut kewaspadaan terhadap isu etika seperti privasi data, kesenjangan akses, dan bias algoritmik. Oleh karena itu, implementasi AI harus dirancang secara transparan, inklusif, dan berlandaskan nilai kemanusiaan. Guru tetap berperan sentral sebagai pendamping dan penafsir agar interaksi manusiawi tetap terjaga. Keberhasilan penerapan AI bergantung pada kolaborasi seluruh pemangku kepentingan melalui penguatan kapasitas guru, penataan kurikulum, dan penciptaan ekosistem pembelajaran yang etis dan berkelanjutan. Dengan strategi tepat, AI dapat dioptimalkan untuk membentuk generasi adaptif, kritis, dan siap menghadapi masa depan.

UCAPAN TERIMAKASH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada rekan sejawat serta pihak-pihak yang telah memberikan dukungan melalui ide, inspirasi, dan diskusi akademik.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, N., Ali, I., Manzoor, R., Hussain, T., & Hussain, M. H. A. i. (2023). Role of Artificial Intelligence Tools in Enhancing Students' Educational Performance at Higher Levels. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Neural Network*, 35. <https://doi.org/10.55529/jaimlenn.35.36.49>
- Alam, A. (2022). Social Robots in Education for Long-Term Human-Robot Interaction : Socially Supportive Behaviour of Robotic Tutor for Creating Robo-Tangible Learning Environment in a Guided Discovery Learning Interaction. *ECS Transactions*, 107(1). <https://doi.org/10.1149/10701.12389ecst>
- Alfaro, L., Rivera, C., Castañeda, E., Zūniga-Cueva, J., Rivera-Chavez, M., & Fialho, F. (2020). A review of intelligent tutorial systems in computer and web based education. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 2. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2020.0110295>
- Apell, P., & Eriksson, H. (2023). Artificial intelligence (AI) healthcare technology innovations: the current state and challenges from a life science industry perspective. *Technology Analysis and Strategic Management*, 35(2). <https://doi.org/10.1080/09537325.2021.1971188>
- Bates, T., Cobo, C., Mariño, O., & Wheeler, S. (2020). Can artificial intelligence transform higher education? In *International Journal of Educational Technology in Higher Education* (Vol. 17, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00218-x>
- Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. In *Contemporary Educational Psychology* (Vol. 60). <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101827>
- Bharadiya, J., & Bharadiya, J. P. (2023). Machine Learning and AI in Business Intelligence: Trends and Opportunities. *International Journal of Computer (IJC)*, 48(1).

- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and Artificial Intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a Human-In-The-Loop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100068>
- Bozkurt, A., Karadeniz, A., Baneres, D., Guerrero-Roldán, A. E., & Rodríguez, M. E. (2021). Artificial intelligence and reflections from educational landscape: A review of AI studies in half a century. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/su13020800>
- Chiu, T. K. F. (2024). Future research recommendations for transforming higher education with generative AI. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100197>
- Chiu, T. K. F., Xia, Q., Zhou, X., Chai, C. S., & Cheng, M. (2023). Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. In *Computers and Education: Artificial Intelligence* (Vol. 4). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>
- Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: the state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8>
- Daghestani, L. F., Ibrahim, L. F., Al-Towirgi, R. S., & Salman, H. A. (2020). Adapting gamified learning systems using educational data mining techniques. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(3). <https://doi.org/10.1002/cae.22227>
- Douali, L., Selmaoui, S., & Bouab, W. (2022). Artificial Intelligence in Education: Fears and Faiths. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(7). <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.7.1666>
- Ercikan, K., & McCaffrey, D. F. (2022). Optimizing Implementation of Artificial-Intelligence-Based Automated Scoring: An Evidence Centered Design Approach for Designing Assessments for AI-based Scoring. *Journal of Educational Measurement*, 59(3). <https://doi.org/10.1111/jedm.12332>
- Essel, H. B., Vlachopoulos, D., Tachie-Menson, A., Johnson, E. E., & Baah, P. K. (2022). The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00362-6>
- Fahad Mon, B., Wasfi, A., Hayajneh, M., Slim, A., & Abu Ali, N. (2023). Reinforcement Learning in Education: A Literature Review. *Informatics*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/informatics10030074>
- Fatqurhohman, F. (2025). *Transformasi Kepemimpinan Pendidikan Era VUCA: Strategi Menuju Institusi Unggul dan Adaptif*. CV. Ihsan Cahaya Pustaka. ihsancahayapustaka.id
- Fatqurhohman, F., Damayanti, N. W., & Chen, X. (2025). Innovation Digital and Virtual Reality Based Instructional Design for High School Students. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 1(2), 63–74. <https://jurnal.ihsancahayapustaka.id/index.php/jinea>
- Fleger, C. B., Amanuel, Y., & Krugel, J. (2023). Learning Tools Using Block-based Programming for AI Education. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2023-May*. <https://doi.org/10.1109/EDUCON54358.2023.10125154>
- Fletcher, J., Everatt, J., Subramaniam, Y. D. B., & Ma, T. (2023). Perceptions About Innovative and Traditional Learning Spaces: Teachers and Students in New Zealand Primary Schools. *New Zealand Journal of Educational Studies*, 58(1). <https://doi.org/10.1007/s40841-023-00280-9>
- Gao, R., Merzdorf, H. E., Anwar, S., Hipwell, M. C., & Srinivasa, A. R. (2024). Automatic assessment of text-based responses in post-secondary education: A systematic review.

- In *Computers and Education: Artificial Intelligence* (Vol. 6). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100206>
- Gligorea, I., Cioca, M., Oancea, R., Gorski, A. T., Gorski, H., & Tudorache, P. (2023). Adaptive Learning Using Artificial Intelligence in e-Learning: A Literature Review. In *Education Sciences* (Vol. 13, Issue 12). <https://doi.org/10.3390/educsci13121216>
- González-Calatayud, V., Prendes-Espinosa, P., Roig-Vila, R., & Carpanzano, E. (2021). applied sciences Review Artificial Intelligence for Student Assessment: A Systematic Review. *Appl. Sci*, 2021, 5467. <https://doi.org/10.3390/app>
- Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4). <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>
- Hamal, O., El Faddouli, N. E., Alaoui Harouni, M. H., & Lu, J. (2022). Artificial Intelligent in Education. *Sustainability (Switzerland)*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/su14052862>
- Huang, L. (2023). Ethics of Artificial Intelligence in Education: Student Privacy and Data Protection. *Science Insights Education Frontiers*, 16(2). <https://doi.org/10.15354/sief.23.re202>
- Ifenthaler, D., Schumacher, C., & Kuzilek, J. (2023). Investigating students' use of self-assessments in higher education using learning analytics. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(1). <https://doi.org/10.1111/jcal.12744>
- Ismawati, N. A., & Ramadhanti, S. (2022). Penerapan Artifical Intelligence dalam Mendukung Pembelajaran di Era Digital. *Prosiding Seminar Nasional Batch I: Nasib Pendidikan Karakter Di Masa Pembelajaran Daring Dalam Bingkai Merdeka Belajar*.
- Jiang, R. (2022). How does artificial intelligence empower EFL teaching and learning nowadays? A review on artificial intelligence in the EFL context. In *Frontiers in Psychology* (Vol. 13). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1049401>
- Kamalov, F., Santandreu Calonge, D., & Gurrib, I. (2023). New Era of Artificial Intelligence in Education: Towards a Sustainable Multifaceted Revolution. *Sustainability (Switzerland)*, 15(16). <https://doi.org/10.3390/su151612451>
- Kochmar, E., Vu, D. Do, Belfer, R., Gupta, V., Serban, I. V., & Pineau, J. (2022). Automated Data-Driven Generation of Personalized Pedagogical Interventions in Intelligent Tutoring Systems. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(2). <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00267-x>
- Liu, Y., Saleh, S., & Huang, J. (2021). Artificial Intelligence in Promoting Teaching and Learning Transformation in Schools. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*. <https://doi.org/10.53333/ijicc2013/15369>
- Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J., & Van Der Schaar, M. (2021). Personalized Education in the Artificial Intelligence Era: What to Expect Next. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38(3). <https://doi.org/10.1109/MSP.2021.3055032>
- Mambu, J. G. Z., Pitra, D. H., Rizki, A., Ilmi, M., Nugroho, W., Leuwol, N. V, Muh, A., & Saputra, A. (2023). Pemanfaatan Teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam Menghadapi Tantangan Mengajar Guru di Era Digital. *Journal on Education*, 06(01).
- Messer, M., Brown, N. C. C., Kölling, M., & Shi, M. (2023). Machine Learning-Based Automated Grading and Feedback Tools for Programming: A Meta-Analysis. *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE*, 1. <https://doi.org/10.1145/3587102.3588822>
- Messer, M., Brown, N. C. C., Kölling, M., & Shi, M. (2024). Automated Grading and Feedback Tools for Programming Education: A Systematic Review. *ACM Transactions on Computing Education*, 24(1). <https://doi.org/10.1145/3636515>
- Michaeli, T., Romeike, R., & Seegerer, S. (2023). What Students Can Learn About Artificial Intelligence – Recommendations for K-12 Computing Education. *IFIP Advances in*

- Information and Communication Technology*, 685 AICT. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43393-1_19
- Mohd Faishal, Saju Mathew, Kelengol Neikha, Khriemenuo Pusa, & Tonoli Zhimomi. (2023). The future of work: AI, automation, and the changing dynamics of developed economies. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 18(3). <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.18.3.1086>
- Mousavinasab, E., Zarifsanaiey, N., R. Niakan Kalhori, S., Rakhshan, M., Keikha, L., & Ghazi Saeedi, M. (2021). Intelligent tutoring systems: a systematic review of characteristics, applications, and evaluation methods. In *Interactive Learning Environments* (Vol. 29, Issue 1). <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1558257>
- Nassoura, A. B. (2022). Applied Artificial Intelligence Applications In Higher Education Institutions: A Systematic Review. *Webology*, 19(3).
- Nayak, S., Agarwal, R., & Khatri, S. K. (2022). Automated Assessment Tools for grading of programming Assignments: A review. *2022 International Conference on Computer Communication and Informatics, ICCCI 2022*. <https://doi.org/10.1109/ICCCI54379.2022.9740769>
- Neji, W., Boughattas, N., & Ziadi, F. (2023). Exploring New AI-Based Technologies to Enhance Students' Motivation. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 20. <https://doi.org/10.28945/5149>
- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B. P. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 28(4). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- Ober, T. M., Lehman, B. A., Gooch, R., Oluwalana, O., Solyst, J., Phelps, G., & Hamilton, L. S. (2023). Culturally Responsive Personalized Learning: Recommendations for a Working Definition and Framework. *ETS Research Report Series*, 2023(1). <https://doi.org/10.1002/ets2.12372>
- Prather, J., Denny, P., Leinonen, J., Becker, B. A., Albluwi, I., Craig, M., Keuning, H., Kiesler, N., Kohn, T., Luxton-Reilly, A., MacNeil, S., Petersen, A., Pettit, R., Reeves, B. N., & Savelka, J. (2023). The Robots are Here: Navigating the Generative AI Revolution in Computing Education. *ITiCSE-WGR 2023 - Proceedings of the 2023 Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education*. <https://doi.org/10.1145/3623762.3633499>
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2). <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2082>
- Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2023). Education 4.0 and 5.0: Integrating Artificial Intelligence (AI) for Personalized and Adaptive Learning. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4638365>
- Rashmi, R. (2023). Unlocking the Potential of AI in Education: Challenges and Opportunities. *International Journal For Multidisciplinary Research*, 5(4), 1–11. <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i04.5955>
- Rehman, A. U., Bhuttah, T. M., & You, X. (2020). Linking burnout to psychological well-being: The mediating role of social support and learning motivation. *Psychology Research and Behavior Management*, 13. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S250961>
- Rizvi, M. (2023). Investigating AI-Powered Tutoring Systems that Adapt to Individual Student Needs, Providing Personalized Guidance and Assessments. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 31, 67–77. <https://doi.org/10.55549/epess.1381518>
- Rožman, M., Tominc, P., & Vrečko, I. (2023). Building skills for the future of work: Students' perspectives on emerging jobs in the Data and AI Cluster through artificial

- intelligence in education. *Environment and Social Psychology*, 8(2). <https://doi.org/10.54517/esp.v8i2.1670>
- Sanusi, I. T., Olaleye, S. A., Agbo, F. J., & Chiu, T. K. F. (2022). The role of learners' competencies in artificial intelligence education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100098>
- Saputra, I., Astuti, M., Sayuti, M., & Kusumastuti, D. (2023). Integration of Artificial Intelligence in Education: Opportunities, Challenges, Threats and Obstacles. A Literature Review. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 12(4). <https://doi.org/10.33022/ijcs.v12i4.3266>
- Sarfaraz, S., Khurshid, Z., & Zafar, M. S. (2023). Use of artificial intelligence in medical education: A strength or an infirmity. In *Journal of Taibah University Medical Sciences* (Vol. 18, Issue 6). <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2023.06.008>
- Shaik, N. (2023). Transforming Teaching and Learning in Early Childhood Care and Education During COVID-19 in a Poor Community of the Cape Flats, South Africa. *Early Childhood Education Journal*, 51(5). <https://doi.org/10.1007/s10643-022-01329-y>
- Singh, N., Gunjan, V. K., Mishra, A. K., Mishra, R. K., & Nawaz, N. (2022). SeisTutor: A Custom-Tailored Intelligent Tutoring System and Sustainable Education. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/su14074167>
- Tahiru, F. (2021). AI in education: A systematic literature review. In *Journal of Cases on Information Technology* (Vol. 23, Issue 1). <https://doi.org/10.4018/JCIT.2021010101>
- Touretzky, D., Gardner-McCune, C., & Seehorn, D. (2023). Machine Learning and the Five Big Ideas in AI. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 33(2). <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00314-1>
- Wang, N., & Lester, J. (2023). K-12 Education in the Age of AI: A Call to Action for K-12 AI Literacy. In *International Journal of Artificial Intelligence in Education* (Vol. 33, Issue 2). <https://doi.org/10.1007/s40593-023-00358-x>
- Xu, X., Chen, Y., & Miao, J. (2024). Opportunities, challenges, and future directions of large language models, including ChatGPT in medical education: a systematic scoping review. In *Journal of Educational Evaluation for Health Professions* (Vol. 21). <https://doi.org/10.3352/jeehp.2024.21.6>
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025). Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review. *Journal of Computers in Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>
- Yong, B., Jiang, X., Lin, J., Sun, G., & Zhou, Q. (2022). Online Practical Deep Learning Education: Using Collective Intelligence from a Resource Sharing Perspective. *Educational Technology and Society*, 25(1).
- Yunlang, X., Zhile, Y., Xiaoping, L., Huazhou, K., & Xiaofeng, Y. (2020). Dynamic Opposite Learning Enhanced Teaching and Learning Based Optimization. *Knowledge-Based Systems*, 188. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2019.104966>
- Zarei, M., Eftekhari Mamaghani, H., Abbasi, A., & Hosseini, M. S. (2024). Application of artificial intelligence in medical education: A review of benefits, challenges, and solutions. *Medicina Clinica Practica*, 7(2). <https://doi.org/10.1016/j.mcpsp.2023.100422>
- Zhang, L., & Yu, X. (2022). Intelligent retrieval method of mobile learning resources in the intelligent higher education system. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 13(6). <https://doi.org/10.1007/s13198-021-01455-7>
- Zhang, X., & Cao, Z. (2021). A Framework of an Intelligent Education System for Higher Education Based on Deep Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(7). <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i07.22123>