

Optimalisasi Potensi dan Pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) dalam Mendukung Pembelajaran di Era *Society 5.0*

Nofamataro Zebua

Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Malang, Indonesia

Alamat: Jl. Semarang No. 5 Malang, Indonesia

Korespondensi penulis: zebuanofo99@gmail.com*

Abstract. This article aims to explore the opportunities of optimizing Artificial Intelligence (AI) in supporting adaptive, inclusive, and innovative learning in the Society 5.0 era. With its potential to revolutionize education through content personalization, responsive learning, and administrative efficiency, AI is the key to future education transformation. The research approach is qualitative through literature analysis and case studies, covering the implementation of AI in adaptive learning, educational chatbots, and virtual reality technology. The researcher's review of several studies revealed that AI not only eases the administrative burden on teachers, but also provides individually tailored learning plans and improves students' digital literacy. However, the integration of AI in education faces challenges such as resistance to change and disparities in access to technology. To overcome these challenges, the development of inclusive policies as well as AI-based training for educators is recommended, thus ensuring the ethical and effective application of technology, in line with the humanistic and future-oriented vision of Society 5.0.

Keywords: Artificial Intelligence, AI for Education, Society 5.0

Abstrak. Artikel ini bertujuan untuk mengeksplorasi peluang optimalisasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam mendukung pembelajaran yang adaptif, inklusif, dan inovatif di era *Society 5.0*. Dengan potensinya merevolusi dunia pendidikan melalui personalisasi konten, pembelajaran yang responsif, serta efisiensi administratif, AI menjadi kunci transformasi pendidikan masa depan. Pendekatan penelitian dilakukan secara kualitatif melalui analisis literatur dan studi kasus, meliputi implementasi AI dalam pembelajaran adaptif, chatbot edukatif, serta teknologi realitas virtual. Dari kajian peneliti pada beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa, AI tidak hanya meringankan beban administratif guru, tetapi juga menyediakan rencana pembelajaran yang disesuaikan secara individual dan meningkatkan literasi digital siswa. Namun, integrasi AI dalam pendidikan menghadapi tantangan berupa resistensi terhadap perubahan dan kesenjangan akses teknologi. Untuk mengatasi tantangan tersebut, direkomendasikan pengembangan kebijakan inklusif serta pelatihan berbasis AI bagi para pendidik, sehingga memastikan penerapan teknologi secara etis dan efektif, selaras dengan visi *Society 5.0* yang humanis dan berorientasi masa depan.

Kata kunci: Artificial Intelligence, AI untuk Pendidikan, Era *Society 5.0*

1. PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun terakhir, teknologi *Artificial Intelligence* (AI) telah memberikan dampak yang signifikan dalam berbagai bidang, begitu juga dengan bidang pendidikan (Ahmad et al., 2021). Akibatnya, sektor pendidikan berupaya untuk mengikuti dan mengimbangi kemajuan pesat AI. Kecerdasan berbasis mesin ini banyak dijumpai di sekolah-sekolah dan banyak dimanfaatkan oleh guru dan siswa (Alam, 2021). Guru menggunakan AI untuk membantu mereka membuat konten belajar, pengembangan evaluasi dan asesmen pembelajaran. Sementara siswa, AI adalah alat yang menurut mereka paling solutif dalam mempelajari materi yang sulit atau baru dikenali (Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan, 2024).

Integrasi teknologi dalam pendidikan adalah kunci untuk membangun masyarakat berbasis teknologi, karena pendidikan merupakan fondasi bagi penguasaan keterampilan dan pengetahuan yang relevan dengan tuntutan zaman. Teknologi seperti *Artificial Intelligence (AI)*, *Internet of Things (IoT)*, dan *big data* memungkinkan pembelajaran yang lebih adaptif, interaktif, dan personal (Paramesha et al., 2024). Dengan menggunakan teknologi, pembelajaran di kelas dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih fleksibel dan relevan (Müller & Mildenerger, 2021). Contohnya, platform pembelajaran berbasis AI dapat memenuhi kebutuhan unik setiap siswa dan menyediakan materi serta metode pembelajaran yang sesuai, sehingga meningkatkan efektivitas belajar.

Optimalisasi dan pemanfaatan teknologi AI sangat penting dalam mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan *Society 5.0*, di mana kemampuan menggunakan dan melek terhadap teknologi menjadi kebutuhan utama (Mourtzis et al., 2022). Penggunaan teknologi yang terarah dalam pendidikan turut membantu mengembangkan literasi digital, pemikiran kritis, dan kolaborasi, yang merupakan keterampilan penting di era digital saat ini (Olszewski & Crompton, 2020).

Society 5.0 adalah konsep masyarakat masa depan sebagai strategi pembangunan berbasis teknologi untuk menciptakan keseimbangan antara kemajuan ekonomi dan penyelesaian tantangan social (Tavares et al., 2022). Tujuan utama dari *Society 5.0* adalah mengintegrasikan teknologi digital ke dalam setiap aspek kehidupan manusia, dan meningkatkan kualitas hidup Masyarakat (Rojas et al., 2021). Dalam pendidikan, *Society 5.0* berfokus pada pembelajaran adaptif berbasis AI untuk memenuhi kebutuhan siswa secara mandiri. Lebih luas lagi, *Society 5.0* menempatkan manusia sebagai pusat inovasi teknologi, memastikan bahwa kemajuan teknologi tidak hanya efisien tetapi juga inklusif dan humanis.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi peluang optimalisasi pemanfaatan *Artificial Intelligence (AI)* dalam pembelajaran dan merumuskan solusi strategis bagi implementasi efektif teknologi ini dalam mendukung pendidikan yang adaptif, inklusif, dan inovatif di era *Society 5.0*. Penelitian ini berfokus pada dua aspek utama: eksplorasi potensi AI yang belum dimanfaatkan secara maksimal dalam pembelajaran dan penyusunan langkah konkret untuk mengatasi hambatan implementasi AI dalam sistem pendidikan.

Untuk menggali peluang optimalisasi, penelitian ini akan mengkaji bagaimana AI dapat mendukung pembelajaran adaptif, personalisasi konten, dan pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) melalui teknologi seperti *virtual reality*, dan *chatbot*

edukatif. Analisis ini akan menyoroti potensi integrasi AI dalam berbagai skenario pendidikan, baik di ruang kelas konvensional maupun dalam pembelajaran daring. Harapannya adalah, agar AI dapat diberdayakan dalam kegiatan pembelajaran sesuai etika dan aturan yang telah disepakati.

2. METODE

Pendekatan Penelitian yang digunakan adalah metode kualitatif yang mengintegrasikan analisis literatur dan studi kasus (Somantri, 2005). Pendekatan ini bertujuan untuk mengeksplorasi secara mendalam potensi, tantangan, dan solusi strategis dalam implementasi *Artificial Intelligence* (AI) di sektor pendidikan, khususnya dalam mendukung visi *Society 5.0*.

Sumber data terdiri dari literatur dan studi kasus. Literatur terkini yang mencakup jurnal akademik, artikel ilmiah, dan laporan industri terkait AI, *Society 5.0*, dan pendidikan. Literatur ini akan memberikan landasan teoretis dan pemahaman konteks global mengenai penggunaan AI dalam pendidikan.

Studi kasus implementasi AI di institusi pendidikan diambil dari beberapa artikel ilmiah yang dianggap dapat merepresentasikan pemanfaatan AI dalam berbagai tingkatan pendidikan dan mata pelajaran yang ada. Data ini mencakup contoh nyata penerapan teknologi seperti pembelajaran adaptif, otomatisasi administratif, dan personalisasi pembelajaran untuk menyoroti praktik terbaik serta tantangan di lapangan.

Untuk analisis data, penelitian ini menggunakan triangulasi data/sumber (Sugiyono, 2013). Pendekatan ini memberikan wawasan strategis untuk menyusun rekomendasi yang praktis dan aplikatif. Analisis ini juga akan mengidentifikasi gap antara potensi teknologi AI dan realitas implementasinya dalam konteks pendidikan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Argumentasi Terhadap Kehadiran Artificial Intelligence (AI)

AI secara luas dianggap memiliki potensi besar dalam pemanfaatannya baik lingkup pribadi dan sosial. Namun, Sebagian besar terdapat beberapa penolakan atau tidak menerima kehadiran dari AI, khususnya dalam bidang pendidikan. Banyak pendapat mengatakan bahwa AI dapat menggantikan manusia serta peranan lainnya. Namun, penting untuk diingat bahwa tujuan AI bukanlah untuk menggantikan manusia melainkan untuk membantu dan memberdayakan kita sebagai pengguna (Shneiderman, 2020).

AI bukan lagi sekadar konsep fiksi ilmiah, melainkan teknologi yang dapat memberikan dukungan signifikan bagi guru dan siswa (Felix, 2020). AI tidak akan sepenuhnya menggantikan peran guru manusia, tetapi mampu mengotomatiskan tugas administratif seperti penilaian tes dan analisis respons siswa (Owan et al., 2023; Zebua, 2024). Hal ini memungkinkan guru lebih fokus pada tugas yang lebih produktif. Selain itu, AI dapat membantu menyelesaikan tugas yang lebih kompleks, seperti menilai esai, dengan tingkat akurasi tinggi. Dengan memanfaatkan algoritma pembelajaran mesin, guru juga dapat memahami respons siswa terhadap metode pengajaran tertentu, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih personal dan efisien (Hoernig et al., 2024).

AI memiliki peran penting dalam menjembatani kesenjangan komunikasi antara siswa dan guru. Teknologi ini dapat membantu siswa yang kesulitan atau merasa enggan berinteraksi langsung dengan guru, seperti dengan menyediakan mentor pribadi untuk menyampaikan kebutuhan mereka (Rashid et al., 2024). Dengan kemampuan untuk menciptakan rencana belajar yang disesuaikan, AI dapat meningkatkan kemajuan siswa sambil mengurangi beban kerja guru. Meskipun para profesional pendidikan berhati-hati dalam menerapkan perubahan sistemik, potensi AI dalam meningkatkan produktivitas guru dan memenuhi kebutuhan siswa di masa depan tidak dapat diabaikan (Faresta, 2024).

AI berpotensi besar untuk merevolusi pendidikan dengan mengotomatiskan tugas administratif seperti penilaian dan pemberian umpan balik, sekaligus mendukung pengembangan kurikulum dan konten melalui teknologi seperti realitas virtual dan *platform* berbasis *web* (Karyadi, 2023; Yusuf et al., 2024). Penerapan AI ini tidak hanya meningkatkan efisiensi administratif tetapi juga membantu siswa belajar lebih efektif, menciptakan pengalaman pendidikan yang lebih baik melalui kombinasi teknologi canggih dan guru yang lebih terampil.

Dalam skenario pengajaran, pembelajaran, dan administrasi, fungsi AI dirangkum sebagai berikut. Dalam hal administrasi, AI dapat membantu tugas-tugas berikut (Chen et al., 2020):

- a) Memberikan penilaian ujian dan umpan balik adalah tugas administratif yang menyita waktu instruktur.
- b) Mengidentifikasi gaya belajar dan preferensi siswa untuk membuat rencana pembelajaran individual bagi masing-masing siswa.
- c) Membantu instruktur dengan pekerjaan berbasis data dan dukungan keputusan.
- d) Memberikan umpan balik dan interaksi yang tepat waktu dan langsung kepada siswa.

Berikut ini adalah beberapa contoh apa yang dapat dicapai AI ketika digunakan dalam instruksi (Chen et al., 2020):

- a) Memeriksa kinerja siswa pada proyek dan latihan serta kemungkinan siswa gagal.
- b) Menganalisis silabus dan materi kursus serta mengembangkan ide-ide baru untuk tugas dan kegiatan pembelajaran.
- c) Memungkinkan pendidikan meluas ke luar kelas dan mendukung kolaborasi pada jenjang pendidikan yang lebih tinggi.
- d) Sesuaikan pendekatan pengajaran untuk setiap siswa berdasarkan data individu
- e) Membantu guru dalam membuat rencana pembelajaran khusus siswa.

Dalam hal pembelajaran, AI dapat melakukan hal berikut (Chen et al., 2020):

- a) Mengungkap kekurangan belajar siswa dan melakukan intervensi sejak dini dalam proses pendidikan.
- b) Memungkinkan siswa memilih dari berbagai macam program studi universitas.
- c) Memprediksi jalur karier masa depan setiap siswa berdasarkan data yang dikumpulkan selama studi mereka.
- d) Mengidentifikasi status belajar siswa saat ini dan memberikan intervensi yang cerdas dan adaptif.

Integrasi Artificial Intelligence dalam Pendidikan

Penggunaan AI dalam pendidikan menawarkan peluang besar untuk mereformasi sistem pembelajaran. AI telah mendukung fungsi administratif seperti penilaian, umpan balik, dan deteksi plagiarisme melalui program adaptif berbasis web, seperti *Grammarly* dan *Turnitin*. Selain itu, AI memudahkan guru menyesuaikan penyebaran konten dengan kurikulum yang berlaku, sehingga mereka dapat lebih fokus pada tugas inti seperti pengajaran (Cope et al., 2021; Zhang & Zhang, 2024). Teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi tetapi juga membantu menciptakan pengalaman belajar yang lebih baik bagi siswa.

AI juga berdampak besar pada metode pengajaran. Teknologi ini memungkinkan personalisasi konten dan penggunaan alat seperti *DeepTutor*, *AutoTutor*, dan gamifikasi untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif. AI mendukung pengajaran berkualitas tinggi dengan memanfaatkan model pembelajaran berbasis bukti, seperti realitas virtual dan teknologi 3D. Dengan *platform* berbasis *web*, guru dapat menyediakan materi pendidikan yang lebih relevan dan mudah diakses, sekaligus menjaga integritas akademik melalui pengawasan dan pemeriksaan plagiarisme.

Sistem AI membantu guru mengelola tugas administratif, menilai esai, dan menyediakan rencana pembelajaran individual (Kaswan et al., 2024). Teknologi ini juga mendukung pengembangan kemampuan siswa melalui bimbingan personalisasi dan prediksi jalur karier berdasarkan data akademik mereka. Selain itu, AI menciptakan antarmuka pembelajaran digital yang fleksibel untuk berbagai kebutuhan pendidikan. Dengan menjadi asisten yang dapat disesuaikan untuk berbagai gaya belajar, AI mempermudah guru dan siswa dalam mencapai tujuan pendidikan mereka (Rashid et al., 2024).

Berikut beberapa jenis alat AI yang digunakan dalam pembelajaran (Cope et al., 2021; Faresta, 2024; Gill et al., 2024):

- a) Chatbot dan Asisten Virtual, contohnya ChatGPT, Gemini dan Microsoft Copilot. Penggunaan alat ini memberikan respon interaktif dalam layanan pelanggan, asisten digital, atau sistem otomatisasi percakapan.
- b) Penulisan Konten Otomatis, contohnya Jasper, Writesonic, dan Copy.ai. Biasanya banyak digunakan untuk membuat artikel sederhana, deskripsi produk, skrip video, atau teks pemasaran.
- c) Penerjemah Bahasa, seperti Google Translate, DeepL, Microsoft Translator. Fungsinya adalah menerjemahkan dokumen atau teks instan antarbahasa dengan presisi tinggi.
- d) Pengeditan Teks dan Penyempurnaan, contohnya Grammarly, ProWritingAid, QuillBot. Digunakan untuk menerjemahkan kalimat, memperbaiki tata bahasa, gaya penulisan, dan ejaan.
- e) Pengembangan Edukasi dan Soal Ujian, contohnya, ScribeSense, Quizizz. Dimanfaatkan untuk membuat soal Latihan, bahan ajar, atau konten pembelajaran yang dipersonalia (mandiri).
- f) Pembuatan Cerita atau Konten kreatif, seperti NovelAI dan Sudowrite. Biasanya digunakan untuk menulis cerita pendek, novel, puisi, atau dialog kreatif.
- g) Pembuatan Ringkasan Teks, contohnya SummarizeBot, Resoomer. Berfungsi untuk merangkum artikel, laporan, atau dokumen panjang menjadi informasi yang lebih ringkas.
- h) Pembuatan Dokumentasi dan Panduan, contohnya GotBook dan Notion AI. Berfungsi sebagai alat bantu dalam menyusun dokumentasi teknis, panduan penggunaan, atau dokumen prosedural.

Dengan perannya yang meluas, AI tidak hanya mendukung pengajaran formal tetapi juga pembelajaran sepanjang hayat, memperluas akses pendidikan, dan mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti literasi digital, pemecahan masalah, dan kolaborasi global.

Kelebihan Artificial Intelligence yang Dapat Diberdayakan

- a) Mengurangi beban kerja guru: AI memiliki peran penting dalam meringankan beban kerja guru yang semakin berat. Ketidakpuasan guru terhadap beban kerja berlebih sering kali disebabkan oleh penambahan tugas administratif di luar tanggung jawab utama mereka, sementara jumlah guru baru yang memasuki profesi semakin berkurang. Dengan kemampuan untuk mengotomatisasi berbagai tugas administratif, AI dapat membantu mengurangi tekanan tersebut. Teknologi ini mampu menangani tugas-tugas seperti menilai esai dengan menyoroti kelebihan dan kekurangannya untuk dievaluasi lebih lanjut oleh guru, serta menyusun materi pelajaran melalui klasifikasi konten otomatis, sehingga mempermudah proses pengajaran.
- b) Pembelajaran yang dipersonalisasi: AI dalam pendidikan yang dipersonalisasi dianggap sebagai peluang besar karena mampu mengatasi keterbatasan waktu dan perhatian yang dihadapi guru dalam mengajar setiap siswa secara individual. Dengan bantuan AI, tujuan pendidikan dapat disesuaikan lebih baik dengan preferensi dan kebutuhan masing-masing siswa. Guru juga dapat lebih fokus pada siswa yang membutuhkan perhatian khusus, sementara siswa lainnya belajar sesuai dengan kecepatan dan kemampuan mereka sendiri. Proses otomatisasi dalam pendidikan akan berjalan secara bertahap, dimulai dengan tugas-tugas sederhana seperti memilih dan mempraktikkan materi pelajaran. Algoritma pembelajaran mendalam dalam sistem pembelajaran adaptif dapat mendukung implementasi tugas-tugas ini secara efektif.
- c) Mendukung guru dengan wawasan berbasis data (analisis pembelajaran): AI dapat mendukung guru dengan mengolah dan menganalisis data secara komprehensif, memberikan wawasan yang holistik dan berbasis fakta tentang siswa mereka. Teknologi ini juga mampu membantu mengurangi bias, termasuk bias yang tidak disadari oleh guru, sehingga menciptakan sistem pendidikan yang lebih adil bagi semua siswa, tanpa memandang ras atau jenis kelamin. Karena AI tidak memiliki informasi tentang identitas ras atau gender siswa, rekomendasi yang dihasilkan tetap netral dan objektif, mendukung kesetaraan dalam pendidikan.

- d) Penilaian yang lebih baik: Dalam hal penilaian, AI dapat membantu kita beralih dari penilaian berkala ke penilaian berkelanjutan. Tingkat pengetahuan siswa dapat terus dipantau dengan AI tanpa tes berkala. Tes standar telah menerima banyak kecaman karena indikator pengetahuan siswa tidak dapat diandalkan.
- e) Moderasi Cerdas: Tutor, moderator, dan guru manusia kini dapat menggunakan teknik AI seperti pembelajaran mesin untuk menganalisis data kelompok besar menggunakan Moderasi Cerdas. Pada akhirnya, guru akan lebih efektif di kelas.
- f) Pembelajaran Virtual Reality: Pendekatan pembelajaran yang dibantu realitas virtual ini terinspirasi dari pendidikan penerbangan, yang memungkinkan siswa untuk belajar di lingkungan dunia nyata sambil memperluas wawasan mereka di luar kelas. Ketika siswa tenggelam dalam lingkungan virtual yang realistis, mereka memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran. AI akan memainkan peran yang semakin penting dalam berbagai upaya manusia, mulai dari eksplorasi ruang angkasa dan lautan hingga deteksi penipuan, manajemen pengetahuan, dan bahkan operasi presisi (Astari, 2021).
- g) Meningkatkan Kualitas Pembelajaran: Siswa yang berulang kali menjawab pertanyaan dengan salah dapat diidentifikasi oleh AI. AI dapat membantu guru menjadi lebih efektif dengan memberitahu mereka tentang pola-pola ini (Maulana et al., 2023).
- h) Menerjemahkan Teks dan Gambar: Meskipun terjemahan mesin tidak seakurat terjemahan manusia, terjemahan mesin tetap lebih praktis dan menghemat waktu daripada alternatifnya. Bagi banyak pembelajar bahasa kedua, terjemahan mesin menjanjikan untuk menjembatani kesenjangan antara kedua Bahasa (Untara & Setiawan, 2020).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Artificial Intelligence (AI) memainkan peran strategis dalam mendukung pembelajaran di era Society 5.0 dengan menawarkan solusi adaptif, personalisasi, dan efisiensi administratif yang mendukung peran guru dan kebutuhan siswa. Dengan memanfaatkan teknologi seperti platform pembelajaran berbasis AI, chatbot edukatif, dan realitas virtual, AI memungkinkan pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti literasi digital dan kolaborasi global. Optimalisasi AI dalam pendidikan tidak hanya meningkatkan kualitas pembelajaran tetapi juga mempersiapkan generasi muda

menghadapi tantangan masa depan secara inklusif dan humanis, sejalan dengan visi Society 5.0.

DAFTAR REFERENSI

- Ahmad, S. F., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., Alam, M. M., & Hyder, S. I. (2021). Artificial intelligence and its role in education. *Sustainability*, *13*(22), 12902. <https://doi.org/10.3390/su132212902>
- Alam, A. (2021). Should robots replace teachers? Mobilisation of AI and learning analytics in education. In *2021 International Conference on Advances in Computing, Communication, and Control (ICAC3)* (pp. 1–12). <https://doi.org/10.1109/ICAC353642.2021.9697300>
- Astari, T. (2021). Evaluasi diseminasi virtual reality (VR) sebagai pembelajaran inovatif. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, *13*(2), 113–120. <https://doi.org/10.21137/jpp.2021.13.2.7>
- 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>
- Cope, B., Kalantzis, M., & Searsmith, D. (2021). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, *53*(12), 1229–1245. <https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732>
- Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan. (2024). *Buku panduan penggunaan generative artificial intelligence (GenAI) pada pembelajaran di perguruan tinggi* (1st ed.). Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Faresta, R. A. (2024). AI-powered education: Exploring the potential of personalised learning for students' needs in Indonesia education. *Path of Science*, *10*(5), 3012–3022. <https://doi.org/10.22178/pos.104-19>
- Felix, C. V. (2020). The role of the teacher and AI in education. In *Artificial intelligence in education* (pp. 33–48). <https://doi.org/10.1108/S2055-364120200000033003>
- Gill, S. S., Xu, M., Patros, P., Wu, H., Kaur, R., Kaur, K., Fuller, S., Singh, M., Arora, P., Parlikad, A. K., Stankovski, V., Abraham, A., Ghosh, S. K., Lutfiyya, H., Kanhere, S. S., Bahsoon, R., Rana, O., Dustdar, S., Sakellariou, R., ... Buyya, R. (2024). Transformative effects of ChatGPT on modern education: Emerging era of AI chatbots. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, *4*, 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.06.002>
- Hoernig, S., Ilharco, A., Pereira, P. T., & Pereira, R. (2024). Generative AI and higher education: Challenges and opportunities.

- Karyadi, B. (2023). Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam mendukung pembelajaran mandiri. *Educate: Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(2), 253–258. <https://doi.org/10.32832/educate.v8i02.14843>
- Kaswan, K. S., Dhatthalwal, J. S., & Ojha, R. P. (2024). AI in personalized learning. In *Advances in Technological Innovations in Higher Education* (pp. 103–117). CRC Press.
- Maulana, S. M., Nurmalasari, R. Widiyanto, S., Dewi Ayu Safitri, S., & Maulana, R. (2023). Pelatihan ChatGPT sebagai alat pembelajaran berbasis artificial intelligence di kelas. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat Jotika*, 3(1), 16–19. <https://doi.org/10.56445/jppmj.v3i1.103>
- Mourtzis, D., Angelopoulos, J., & Panopoulos, N. (2022). A literature review of the challenges and opportunities of the transition from Industry 4.0 to Society 5.0. *Energies*, 15(17), 6276. <https://doi.org/10.3390/en15176276>
- Müller, C., & Mildenerger, T. (2021). Facilitating flexible learning by replacing classroom time with an online learning environment: A systematic review of blended learning in higher education. *Educational Research Review*, 34, 100394. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100394>
- Olszewski, B., & Crompton, H. (2020). Educational technology conditions to support the development of digital age skills. *Computers & Education*, 150, 103849. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103849>
- Owan, V. J., Abang, K. B., Idika, D. O., Etta, E. O., & Bassey, B. A. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence tools in educational measurement and assessment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(8), em2307. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13428>
- Paramesha, M., Rane, N. L., & Rane, J. (2024). Big data analytics, artificial intelligence, machine learning, internet of things, and blockchain for enhanced business intelligence. *Partners Universal Multidisciplinary Research Journal*, 1(2), 110–133. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12827323>
- Rashid, F. S., Duong-Trung, N., & Pinkwart, N. (2024). Generative AI in education: Technical foundations, applications, and challenges. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1005402>
- Rojas, N. C., Peñafiel, A. G. A., Buitrago, L. D. F., & Romero, T. C. A. (2021). Society 5.0: A Japanese concept for a superintelligent society. *Sustainability*, 13(12), 6567. <https://doi.org/10.3390/su13126567>
- Shneiderman, B. (2020). Design lessons from AI's two grand goals: Human emulation and useful applications. *IEEE Transactions on Technology and Society*, 1(2), 73–82. <https://doi.org/10.1109/TTS.2020.2992669>
- Somantri, G. R. (2005). Memahami metode kualitatif. *Makara Human Behavior Studies in Asia*, 9(2), 57. <https://doi.org/10.7454/mssh.v9i2.122>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D*. Alfabeta.

- Tavares, M. C., Azevedo, G., & Marques, R. P. (2022). The challenges and opportunities of Era 5.0 for a more humanistic and sustainable society—A literature review. *Societies*, 12(6), 149. <https://doi.org/10.3390/soc12060149>
- Untara, W., & Setiawan, T. (2020). Problema mesin penerjemah berbasis AI dalam proses penerjemahan buku Inggris-Indonesia dan solusinya. *Adabiyāt: Jurnal Bahasa Dan Sastra*, 4(1), 92. <https://doi.org/10.14421/ajbs.2020.04105>
- Yusuf, A., Pervin, N., Román-González, M., & Noor, N. M. (2024). Generative AI in education and research: A systematic mapping review. *Review of Education*, 12(2). <https://doi.org/10.1002/rev3.3489>
- Zebua, N. (2024). Evaluating the impact of GenAI in high school education: A critical review. *Polygon: Jurnal Ilmu Komputer Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(6), 79–85. <https://doi.org/10.62383/polygon.v2i6.296>
- Zhang, J., & Zhang, Z. (2024). AI in teacher education: Unlocking new dimensions in teaching support, inclusive learning, and digital literacy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(4), 1871–1885. <https://doi.org/10.1111/jcal.12988>