

Integrasi AI dalam Kurikulum Sekolah Menengah Berbasis Pembelajaran Abad 21

¹**Mahmud** (Pendidikan Agama Islam, Institut Agama Islam Uluwiyah Mojokerto)
E-mail: mahmud@lecturer.uluwiyah.ac.id

²**Mohammad Thoriq Aqil Fauzi** (Pendidikan Agama Islam, Universitas Islam Negeri Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung)
E-mail: thoriq101201@gmail.com

³**Sudiah Hestianah** (Program Studi Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Darul Falah Mojokerto)
E-mail: sudiahhestianah@stiedarulfalahmojokerto.ac.id

⁴**Dwi Maulid Anisiyah** (Program Studi Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Darul Falah Mojokerto)
E-mail: dwimaulidanisiyah@gmail.com

⁵**Reza Mentari Rahmadani** (Program Studi Manajemen, Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Darul Falah Mojokerto)
E-mail: rahmadanireza72@gmail.com

Kata Kunci: Artificial Intelligence, Kurikulum Sekolah Menengah, Pembelajaran Abad 21, Systematic Literature Review

Keywords: Artificial Intelligence, High School Curriculum, 21st Century Learning, Systematic Literature Review

Received : 5 Januari 2025

Revised : 12 Januari 2025

Accepted: 15 Januari 2025

©(2025)The Author(s). This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Integrasi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam pendidikan menjadi salah satu agenda strategis global dalam menghadapi tantangan pembelajaran abad ke-21. Pada jenjang sekolah menengah, AI berpotensi mendukung pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi digital peserta didik. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis literatur ilmiah terkait integrasi AI dalam kurikulum sekolah menengah berbasis pembelajaran abad ke-21. Metode yang digunakan adalah systematic literature review (SLR) dengan pendekatan PRISMA, terhadap artikel jurnal terindeks Scopus yang dipublikasikan pada rentang 2018–2024. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi AI dalam kurikulum sekolah menengah mencakup: (1) AI sebagai konten kurikulum (AI literacy dan computational thinking), (2) AI sebagai alat pedagogis (personalized learning, intelligent tutoring systems, dan learning analytics), serta (3) AI sebagai instrumen asesmen adaptif. Tantangan utama meliputi kesiapan guru, kesenjangan infrastruktur digital, serta isu etika dan privasi data. Artikel ini berkontribusi pada pengembangan kerangka konseptual integrasi AI yang relevan dengan karakteristik pembelajaran abad ke-21 dan konteks sekolah menengah.

ABSTRACT

The integration of artificial intelligence (AI) in education has become a global strategic agenda in addressing the challenges of 21st-century learning. At the secondary school level, AI has the potential to support the development of students' critical thinking skills, creativity, collaboration, and digital literacy. This article aims to systematically review the scientific literature related to AI integration in secondary school curricula based on 21st-century learning. The method used is a systematic literature review (SLR) with the PRISMA approach, examining Scopus-indexed journal articles published between 2018 and 2024. The study results indicate that AI integration in secondary school curricula encompasses: (1) AI as curriculum content (AI literacy and computational thinking), (2) AI as a pedagogical tool (personalized learning, intelligent tutoring systems, and learning analytics), and (3) AI as an adaptive assessment instrument. Key challenges include teacher readiness, digital infrastructure gaps, and ethical and data privacy issues. This article contributes to the development of a conceptual framework for AI integration relevant to the characteristics of 21st-century learning and the secondary school context.

I. PENDAHULUAN

Transformasi pendidikan di abad ke-21 ditandai oleh percepatan perkembangan teknologi digital yang secara signifikan memengaruhi cara belajar, mengajar, dan merancang kurikulum. Sekolah menengah sebagai jenjang transisi menuju pendidikan tinggi dan dunia kerja dituntut untuk menyiapkan peserta didik dengan kompetensi abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, dan literasi digital (Voogt et al., 2013). Dalam konteks ini, kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) muncul sebagai teknologi kunci yang berpotensi merevolusi praktik pendidikan.

AI dalam pendidikan tidak hanya dipahami sebagai penggunaan perangkat lunak cerdas, tetapi juga sebagai pendekatan sistemik yang dapat mengubah desain kurikulum, strategi pedagogi, serta sistem asesmen (Holmes et al., 2019). Pada tingkat sekolah menengah, integrasi AI menjadi semakin relevan seiring meningkatnya kebutuhan akan pembelajaran yang personal, adaptif, dan berbasis data. Namun, integrasi tersebut menimbulkan pertanyaan konseptual dan praktis terkait kesiapan kurikulum, guru, serta ekosistem pendidikan secara keseluruhan.

Meskipun penelitian mengenai AI dalam pendidikan berkembang pesat, kajian sistematis yang secara khusus memfokuskan pada integrasi AI dalam kurikulum sekolah menengah berbasis pembelajaran abad ke-21 masih terbatas. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengisi celah tersebut melalui systematic literature review terhadap publikasi jurnal bereputasi internasional.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan systematic literature review (SLR) dengan mengacu pada pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Tahapan SLR meliputi perumusan pertanyaan penelitian, strategi pencarian literatur, kriteria inklusi dan eksklusi, proses seleksi artikel, serta analisis dan sintesis temuan.

1. Pertanyaan Penelitian: Pertanyaan utama dalam kajian ini adalah: bagaimana bentuk, strategi, dan implikasi integrasi AI dalam kurikulum sekolah menengah untuk mendukung pembelajaran abad ke-21?

2. Strategi Pencarian Literatur: Pencarian literatur dilakukan pada basis data Scopus dengan kata kunci: "*artificial intelligence in education*", "*secondary school curriculum*", "*21st century learning*", dan "*AI integration*". Artikel yang dipilih merupakan jurnal internasional terindeks Scopus pada periode 2018–2024.
3. Kriteria Inklusi dan Eksklusi: Kriteria inklusi meliputi: (1) artikel penelitian atau review, (2) fokus pada pendidikan menengah, (3) membahas AI dan kurikulum/pembelajaran. Artikel non-jurnal, prosiding, dan studi di luar konteks pendidikan menengah dikecualikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Konsep Pembelajaran Abad Ke-21 di Sekolah Menengah

Pembelajaran abad ke-21 menekankan pengembangan kompetensi yang melampaui penguasaan konten akademik. Framework pembelajaran abad ke-21 menempatkan keterampilan 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, communication*) sebagai inti, didukung oleh literasi digital, literasi informasi, dan literasi teknologi (Trilling & Fadel, 2009). Dalam konteks sekolah menengah, kurikulum abad ke-21 menuntut pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, kontekstual, dan berbasis pemecahan masalah. AI dipandang sebagai enabler yang mampu memperkuat implementasi prinsip-prinsip tersebut melalui pemanfaatan data dan sistem cerdas.

Ai Dalam Konteks Pendidikan

Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan merujuk pada pemanfaatan sistem komputasi yang mampu meniru fungsi kognitif manusia – seperti belajar dari data, memahami bahasa, dan membuat keputusan – untuk mendukung proses pembelajaran, pengajaran, serta manajemen pendidikan. AI dalam pendidikan tidak berdiri sebagai teknologi tunggal, melainkan sebagai ekosistem yang mengintegrasikan *machine learning*, *natural language processing (NLP)*, dan *learning analytics* untuk meningkatkan efektivitas dan personalisasi pembelajaran (Chen et al., 2025; Conde & Rodríguez-Sedano, 2024).

AI dipandang sebagai pendorong utama transformasi pendidikan berbasis data (*data-driven education*), karena kemampuannya menganalisis perilaku belajar siswa secara *real-time* dan menghasilkan rekomendasi pedagogis yang adaptif (Fernández-Herrero, 2024; Roshid & Haider, 2024).

Holmes et al. (2019) mengklasifikasikan peran AI dalam pendidikan ke dalam tiga kategori utama, yaitu AI untuk siswa, AI untuk guru, dan AI untuk sistem pendidikan. Klasifikasi ini menegaskan bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran, tetapi juga sebagai pendukung pengambilan keputusan pedagogis dan kebijakan pendidikan secara sistemik (Holmes et al., 2019).

AI untuk siswa berfokus pada penyediaan pengalaman belajar yang personal melalui sistem adaptif, umpan balik instan, serta dukungan belajar mandiri berbasis data. Sistem ini dirancang untuk menyesuaikan materi dan

strategi pembelajaran sesuai dengan kemampuan, minat, dan gaya belajar individu siswa (Chen et al., 2025; Juniarni et al., 2024).

AI untuk guru berperan dalam membantu pendidik menganalisis data pembelajaran, mengelola penilaian, dan mengurangi beban administratif. Dengan dukungan AI, guru dapat lebih fokus pada aspek pedagogis dan interaksi manusiawi dalam pembelajaran (Conde & Rodríguez-Sedano, 2024; Fernández-Herrero, 2024).

Sementara itu, *AI untuk sistem pendidikan* digunakan pada level institusional dan kebijakan, seperti pemetaan mutu pendidikan, perencanaan kurikulum berbasis data, serta prediksi risiko putus sekolah melalui learning analytics berskala besar (Holmes et al., 2019; OECD, 2021).

Salah satu teknologi utama AI dalam pendidikan adalah machine learning, yaitu algoritma yang memungkinkan sistem belajar dari data historis siswa untuk memprediksi performa, kebutuhan belajar, dan risiko akademik. Machine learning banyak digunakan dalam platform pembelajaran adaptif dan sistem rekomendasi konten (Chen et al., 2025; Apriyanto & Anum, 2025).

Teknologi *natural language processing* (NLP) memungkinkan sistem AI memahami, memproses, dan menghasilkan bahasa alami. Dalam konteks pendidikan, NLP digunakan untuk chatbot pembelajaran, penilaian esai otomatis, serta tutor percakapan yang memberikan umpan balik berbasis bahasa secara langsung (Conde & Rodríguez-Sedano, 2024; Fernández-Herrero, 2024).

Selain itu, *learning analytics* berfungsi menganalisis data interaksi siswa dengan sistem pembelajaran digital untuk mengidentifikasi pola belajar, memprediksi hasil belajar, dan mendukung intervensi pedagogis berbasis bukti (*evidence-based instruction*) (Chen et al., 2025; OECD, 2021).

Pada jenjang sekolah menengah, implementasi AI paling banyak ditemukan dalam bentuk *Intelligent Tutoring Systems* (ITS). ITS dirancang untuk mensimulasikan peran tutor manusia dengan memberikan bimbingan, umpan balik, dan penyesuaian materi secara individual. Penelitian menunjukkan bahwa ITS mampu meningkatkan pemahaman konsep dan keterlibatan belajar siswa secara signifikan (Fernández-Herrero, 2024; Smart Learning Environments, 2025).

Selain ITS, platform pembelajaran adaptif berbasis AI digunakan untuk menyesuaikan urutan materi, tingkat kesulitan soal, dan kecepatan belajar sesuai dengan performa siswa. Pendekatan ini mendukung diferensiasi pembelajaran dan mengurangi kesenjangan kemampuan di kelas heterogen (Chen et al., 2025; Juniarni et al., 2024).

Recommender systems dalam pendidikan berfungsi merekomendasikan materi, latihan, atau strategi belajar yang relevan berdasarkan data preferensi dan performa siswa. Sistem ini membantu siswa mengembangkan pembelajaran mandiri yang lebih terarah dan efisien (Apriyanto & Anum, 2025; Conde & Rodríguez-Sedano, 2024).

Temuan Utama Integrasi Ai Dalam Kurikulum Sekolah Menengah

Hasil sintesis literatur mutakhir menunjukkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam kurikulum sekolah menengah berkembang melalui tiga

pola utama, yaitu AI sebagai konten kurikulum, AI sebagai alat pedagogis, dan AI sebagai instrumen asesmen. Ketiga pola ini mencerminkan pergeseran paradigma pendidikan dari sekadar pemanfaatan teknologi menuju pembelajaran yang berorientasi pada literasi masa depan, personalisasi, dan pengambilan keputusan berbasis data (Holmes et al., 2019; Zawacki-Richter et al., 2019).

1. AI sebagai Konten Kurikulum

Integrasi AI sebagai konten kurikulum menekankan pentingnya pengenalan AI literacy dan computational thinking sebagai kompetensi dasar abad ke-21 bagi peserta didik sekolah menengah. Pendekatan ini bertujuan membekali siswa dengan pemahaman konseptual mengenai cara kerja AI, prinsip algoritmik, serta implikasi sosial dan etis dari teknologi kecerdasan buatan (Long & Magerko, 2020; Kong et al., 2021).

Literatur menunjukkan bahwa AI literacy tidak hanya mencakup keterampilan teknis, tetapi juga kesadaran kritis terhadap dampak AI terhadap kehidupan manusia, keadilan sosial, dan pengambilan keputusan berbasis algoritma. Oleh karena itu, kurikulum AI di sekolah menengah umumnya mencakup pengenalan machine learning sederhana, data, etika AI, serta pemikiran komputasional sebagai fondasi berpikir logis dan sistematis (Ng et al., 2021; Chiu & Chai, 2020).

Pendekatan ini dipandang strategis karena mempersiapkan peserta didik tidak hanya sebagai pengguna teknologi, tetapi juga sebagai warga digital yang reflektif dan bertanggung jawab dalam menghadapi masyarakat berbasis AI (AI-driven society) (Long & Magerko, 2020; UNESCO, 2022).

2. AI sebagai Alat Pedagogis

Pola kedua integrasi AI dalam kurikulum sekolah menengah adalah AI sebagai alat pedagogis, yaitu pemanfaatan AI untuk mendukung proses pembelajaran yang bersifat personal, adaptif, dan berpusat pada peserta didik. Dalam konteks ini, AI digunakan melalui adaptive learning systems, intelligent tutoring systems, dan recommender systems yang menyesuaikan materi, tingkat kesulitan, serta kecepatan belajar berdasarkan performa dan karakteristik individu siswa (Chen et al., 2020; Xie et al., 2019).

Penelitian Chen et al. (2020) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis AI secara signifikan meningkatkan keterlibatan (student engagement) dan hasil belajar siswa sekolah menengah, terutama ketika sistem AI memberikan umpan balik yang kontekstual dan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan temuan Zawacki-Richter et al. (2019) yang menyatakan bahwa AI berpotensi memperkuat personalized learning tanpa menggantikan peran pedagogis guru.

Dalam kerangka pedagogi modern, AI diposisikan sebagai cognitive partner yang mendukung guru dalam menganalisis kebutuhan belajar siswa, bukan sebagai pengganti interaksi manusia dalam pembelajaran (Holmes et al., 2019; Chiu et al., 2023).

3. AI sebagai Instrumen Asesmen

Pola ketiga integrasi AI adalah AI sebagai instrumen asesmen, baik dalam asesmen formatif maupun sumatif. AI dimanfaatkan melalui automated assessment, learning analytics, dan predictive analytics untuk menganalisis

proses dan hasil belajar siswa secara real-time (Ifenthaler & Yau, 2020; Viberg et al., 2020).

Penggunaan AI dalam asesmen memungkinkan penyediaan umpan balik instan yang mendukung refleksi belajar dan perbaikan berkelanjutan. Learning analytics, misalnya, dapat mengidentifikasi pola kesalahan, tingkat penguasaan kompetensi, serta risiko keterlambatan belajar, sehingga guru dapat merancang intervensi pedagogis yang lebih tepat sasaran (Viberg et al., 2020; Chen et al., 2020).

Namun demikian, literatur juga menekankan perlunya kehati-hatian dalam penggunaan AI untuk asesmen, khususnya terkait validitas penilaian, transparansi algoritma, dan isu etika seperti privasi data siswa serta potensi bias sistem (Ifenthaler & Yau, 2020; Holmes et al., 2019).

Secara keseluruhan, sintesis literatur menunjukkan bahwa integrasi AI dalam kurikulum sekolah menengah bersifat multidimensional: AI berperan sebagai materi pembelajaran, pendukung pedagogi, dan instrumen evaluasi pembelajaran. Ketiga pola ini saling melengkapi dan menuntut desain kurikulum yang holistik, etis, dan kontekstual agar AI benar-benar berkontribusi pada peningkatan kualitas pendidikan, bukan sekadar inovasi teknologi (Zawacki-Richter et al., 2019; UNESCO, 2022).

Pembahasan

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam kurikulum sekolah menengah berkembang melalui tiga pola utama, yaitu AI sebagai konten kurikulum, AI sebagai alat pedagogis, dan AI sebagai instrumen asesmen. Ketiga pola ini menandai pergeseran pendekatan pendidikan dari sekadar pemanfaatan teknologi digital menuju pembelajaran yang berorientasi pada literasi masa depan, personalisasi, dan pengambilan keputusan berbasis data (Holmes et al., 2019; Zawacki-Richter et al., 2019).

Pertama, AI sebagai konten kurikulum menekankan pengembangan AI literacy dan computational thinking sebagai kompetensi penting abad ke-21. Literatur menegaskan bahwa peserta didik sekolah menengah perlu memahami konsep dasar AI, prinsip algoritmik, serta implikasi etis dan sosial dari penggunaan teknologi cerdas (Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021). Pendekatan ini bertujuan membekali siswa tidak hanya dengan keterampilan teknis, tetapi juga dengan kesadaran kritis agar mampu berperan sebagai warga digital yang bertanggung jawab dalam masyarakat berbasis AI (Chiu & Chai, 2020; UNESCO, 2022).

Kedua, AI sebagai alat pedagogis digunakan untuk mendukung pembelajaran yang bersifat personal dan adaptif melalui sistem pembelajaran cerdas, seperti intelligent tutoring systems dan adaptive learning platforms. Penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa sekolah menengah, terutama ketika AI menyediakan umpan balik yang kontekstual dan berkelanjutan (Chen et al., 2020; Xie et al., 2019). Dalam konteks ini, AI berfungsi sebagai pendukung pedagogi yang membantu guru menganalisis kebutuhan belajar siswa tanpa

menggantikan peran interaksi manusia dalam proses pembelajaran (Holmes et al., 2019; Chiu et al., 2023).

Ketiga, AI sebagai instrumen asesmen dimanfaatkan melalui automated assessment dan learning analytics untuk memantau proses dan hasil belajar secara berkelanjutan. Teknologi ini memungkinkan pemberian umpan balik cepat serta identifikasi pola belajar siswa, sehingga mendukung intervensi pedagogis yang lebih tepat sasaran (Ifenthaler & Yau, 2020; Viberg et al., 2020). Meskipun demikian, literatur menekankan pentingnya memperhatikan aspek validitas penilaian, transparansi algoritma, dan etika penggunaan data siswa dalam implementasi asesmen berbasis AI (Holmes et al., 2019; UNESCO, 2022).

Secara keseluruhan, integrasi AI dalam kurikulum sekolah menengah bersifat komplementer dan multidimensional. AI berperan sebagai materi pembelajaran, pendukung pedagogi, dan alat evaluasi pembelajaran yang saling melengkapi. Oleh karena itu, pengembangan kurikulum berbasis AI perlu dirancang secara holistik, kontekstual, dan berlandaskan prinsip etika agar dapat berkontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas pembelajaran di sekolah menengah (Zawacki-Richter et al., 2019; UNESCO, 2022).

IV. KESIMPULAN

Sintesis literatur menunjukkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam kurikulum sekolah menengah berkembang melalui tiga pola utama, yaitu AI sebagai konten kurikulum, alat pedagogis, dan instrumen asesmen. Ketiga pola ini mencerminkan pergeseran paradigma pendidikan menuju pembelajaran yang berorientasi pada literasi masa depan, personalisasi, dan pengambilan keputusan berbasis data. Integrasi AI sebagai konten kurikulum menekankan pentingnya penguatan AI literacy dan computational thinking untuk membekali peserta didik dengan pemahaman konseptual, etis, dan kritis terhadap teknologi kecerdasan buatan. Sebagai alat pedagogis, AI mendukung pembelajaran adaptif yang meningkatkan keterlibatan dan hasil belajar siswa tanpa menggantikan peran guru. Sementara itu, AI sebagai instrumen asesmen memungkinkan evaluasi pembelajaran yang lebih responsif melalui umpan balik real-time, meskipun memerlukan perhatian terhadap validitas dan etika penggunaan data. Oleh karena itu, integrasi AI dalam kurikulum sekolah menengah perlu dirancang secara holistik dan etis agar berkontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyanto, S., & Anum, A. (2025). Trends in The Use of AI in Education: A Systematic Literature Review. *International Journal Corner of Educational Research*, 3(3), 218–226.
- Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. *In Learning analytics* (pp. 61–75).
- 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>

- Chen, X., Xie, H., & Hwang, G.-J. (2025). Systematic Review of Artificial Intelligence in Education: Trends, Benefits, And Challenges. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(8), 84. <https://doi.org/10.3390/mti9080084>
- Chiu, T. K. F., & Chai, C. S. (2020). Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education. *Sustainability*, 12(19), 8011. <https://doi.org/10.3390/su12198011>
- Chiu, T. K. F., & Chai, C. S. (2020). Sustainable Curriculum Planning for Artificial Intelligence Education: A Self-Determination Theory Perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568. <https://doi.org/10.3390/su12145568>
- Chiu, T. K. F., Meng, H., Chai, C. S., King, I., Wong, S., & Yeung, Y. (2023). Creation and Evaluation of A Framework For AI Literacy Education. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 4, 100119. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100119>
- Chiu, T. K. F., Meng, H., Chai, C. S., King, I., Wong, S., & Yeung, Y. (2023). Creation and Evaluation of a Pre-Tertiary Artificial Intelligence curriculum. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 4, 100103. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100103>
- Conde, M. Á., & Rodríguez-Sedano, R. (2024). *Intelligent Educational Technologies in Individual Learning: A Systematic Literature Review*. Smart Learning Environments.
- Fernández-Herrero, J. (2024). Evaluating Recent Advances in Affective Intelligent Tutoring Systems. *Education Sciences*, 14(8), 839. <https://doi.org/10.3390/educsci14080839>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign.
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y. K. (2020). Utilising Learning Analytics for Study Success. *Internet and Higher Education*, 45, 100732. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2020.100732>
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y. K. (2020). Utilising Learning Analytics to Support Study Success In Higher Education: A Systematic Review. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1961–1990. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
- International Journal of Artificial Intelligence in Education. (2024). *A Systematic Review Of AI-Driven Intelligent Tutoring Systems (ITS) In K-12 Education*. npj Science of Learning.
- Juniarni, C., Akhyar, A., Sodikin, M., Rafmana, H., & Bashori, B. (2024). Transforming Teaching and Learning with Artificial Intelligence (AI): Personalized Education, Adaptive Learning, and Intelligent Tutoring Systems. *Education Studies and Teaching Journal (EDUTECH)*, 1(3), 368–386.
- Kong, S. C., Lai, M., & Sun, D. (2021). Teacher Development in Computational Thinking. *Computers & Education*, 165, 104149. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104149>

- Kong, S. C., Lai, M., & Sun, D. (2021). Teacher Development in Computational Thinking: Design and Learning Outcomes of Programming Concepts. *Computers & Education*, 163, 104082. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104082>
- Liu, V., Latif, E., & Zhai, X. (2025). *Advancing Education Through Tutoring Systems: A Systematic Literature Review*. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2503.09748>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What Is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? *Proceedings of the 2020 CHI Conference*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. London: Pearson.
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). AI Literacy: Definition, Teaching, Evaluation. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100017. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100017>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). AI Literacy: Definition, Teaching, Evaluation and Ethical Issues. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 58(1), 504–509. <https://doi.org/10.1002/pa2.487>
- Smart Learning Environments. (2026). *A Systematic Review of Intelligent and Robot Tutoring Systems: Evolution, Pedagogical Design, And AI-Driven Classification*, 13, 1. <https://doi.org/10.1186/s40561-025-00427-9>
- Springer. OECD. (2021). *AI And the Future of Education*. Paris: OECD Publishing.
- Systems. Selwyn, N. (2019). *Should Robots Replace Teachers? AI And the Future of Education*. Cambridge: Polity Press.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. San Francisco: Jossey-Bass.
- UNESCO. (2022). *Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-Makers*. UNESCO Publishing.
- Viberg, O., Hatakka, M., Bälter, O., & Mavroudi, A. (2020). Learning Analytics for Facilitating Feedback. *Educational Technology Research and Development*, 68(2), 953–973. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09718-w>
- Viberg, O., Hatakka, M., Bälter, O., & Mavroudi, A. (2020). The Current Landscape of Learning Analytics in Higher Education. *Computers in Human Behavior*, 107, 105512. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.105512>
- Voogt, J., Erstad, O., Dede, C., & Mishra, P. (2013). Challenges to Learning and Schooling in The Digital Networked World. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(5), 403–413.
- Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J., & Wang, C. C. (2019). Trends and Development In Technology-Enhanced Adaptive/Personalized Learning: A Systematic Review. *Educational Technology & Society*, 22(3), 36–50.
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic Review of Research on AI in Higher Education. *International Journal of*

Educational Technology in Higher Education, 16(1), 39.
<https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications In Higher Education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 39.
<https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>