



Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar Berbasis *Artificial Intelligence* pada Fase B Kurikulum Merdeka

Irmawati M¹, Muflihah Baktiar², Evy Segarawati Ampry³, Hasbahuddin⁴,
Asmirinda Resa⁵, Evi Syarah⁶, Iqbal⁷, Intan Fandini⁸, Muh. Irham Nugraha⁹,
Putri Indriani¹⁰, Husnul khatimah¹¹

Universitas Sulawesi Barat

Email: irmawati.m@unsulbar.ac.id

Received: 9 Agustus 2025

Revised: 14 September 2025

Accepted: 7 Desember 2025

ABSTRACT

Advances in digital technology have driven transformation in the world of education, one of which is through the integration of Artificial Intelligence (AI) as an innovative learning tool. In the implementation of the Independent Curriculum in Phase B (grade 3 elementary school), the availability of teaching materials that are relevant and in accordance with the characteristics of students is a necessity. The purpose of this study is to evaluate the extent to which AI-based teaching materials are able to have a positive impact on student learning outcomes. The research method used is Research and Development (R&D) with a 4D model approach, which includes the stages of Define, Design, Develop, and Disseminate. The teaching materials developed were tested on 23 students using a learning outcome test with a minimum completeness standard of 70 and a minimum of 70% classically completed students as an indicator of effectiveness. Based on the results of data analysis, all students achieved scores above KKM with scores between 75 to 95 and an average score of 86.35 with a standard deviation of 5.21. These results indicate that AI-based teaching materials are effective in helping students understand the material and encouraging the achievement of optimal learning outcomes according to the demands of the Independent Curriculum.

Keywords: Teaching materials, artificial intelligence, phase B, independent curriculum.

ABSTRAK

Kemajuan teknologi digital telah mendorong transformasi dalam dunia pendidikan, salah satunya melalui integrasi *Artificial Intelligence* (AI) sebagai sarana pembelajaran inovatif. Dalam pelaksanaan Kurikulum Merdeka pada Fase B (kelas 3 SD), ketersediaan bahan ajar yang relevan dan sesuai dengan karakteristik siswa menjadi sebuah kebutuhan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sejauh mana bahan ajar berbasis AI mampu memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan model 4D, yang meliputi tahapan *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Bahan ajar hasil pengembangan diuji coba pada 23 siswa dengan menggunakan tes hasil belajar dengan standar ketuntasan minimal sebesar 70 dan minimal siswa tuntas secara klasikal 70% sebagai indikator efektivitas. Berdasarkan hasil analisis data, seluruh siswa mencapai nilai di atas KKM dengan skor antara 75 hingga 95 dan rata-rata nilai sebesar 86,35 dengan standar deviasi sebesar 5,21. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa bahan ajar berbasis AI efektif dalam membantu siswa memahami materi dan mendorong tercapainya hasil belajar yang optimal sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka.

Kata kunci: Bahan ajar, *artificial intelligence*, fase B, kurikulum merdeka.

©2025 by Irmawati M, Muflihah Baktiar, Evy Segarawati Ampry, Hasbahuddin, Asmirinda Resa,
Evi Syarah, Iqbal, Intan Fandini, Muh. Irham Nugraha, Putri Indriani, Husnul khatimah
Under the license CC BY-SA 4.0

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi digital, khususnya dalam bidang kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), telah membawa dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. AI dimanfaatkan untuk memperkaya bahan ajar dengan fitur interaktif, adaptif, serta responsif terhadap kebutuhan belajar siswa, sehingga menciptakan pengalaman belajar yang lebih personal dan efektif. Penerapan teknologi mampu menjawab tantangan pembelajaran tradisional yang cenderung bersifat satu arah dan kurang fleksibel terhadap kebutuhan siswa (Woolf et al., 2021; Sajja et al., 2023; Owoc et al., 2021). Dengan menggunakan AI, penyajian materi dapat dikemas secara lebih menarik dan kontekstual, memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi siswa sekolah dasar.

Pada Fase B dalam Kurikulum Merdeka, yang mencakup kelas 3 dan 4 SD, siswa berada pada tahap perkembangan operasional konkret. Tahapan ini menuntut bahan ajar yang tidak hanya menyampaikan pengetahuan, tetapi juga mampu memfasilitasi keterlibatan aktif siswa melalui visualisasi, simulasi, dan latihan yang sesuai dengan tingkat berpikir mereka. Penelitian Kusnadi dan Lestari (2023) mengungkap bahwa penggunaan bahan ajar berbasis AI mendorong keterlibatan kognitif yang lebih baik pada siswa SD. Sementara itu, Rahardian et al. (2025) menyatakan bahwa integrasi AI dalam bahan ajar meningkatkan atensi dan retensi siswa. Ahmad et al. (2024) juga menunjukkan adanya peningkatan minat belajar siswa ketika bahan ajar dirancang secara interaktif dan adaptif dengan teknologi AI.

Secara global, penelitian-penelitian seperti yang dilakukan oleh Ma et al. (2014) dan VanLehn (2011) menunjukkan bahwa penggunaan sistem berbasis AI, seperti *Intelligent Tutoring System*, mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Sistem ini memanfaatkan pendekatan pembelajaran adaptif yang merespons perkembangan dan kebutuhan individual siswa secara *real-time* (Sampson et al., 2020; Woolf et al., 2021). Di lingkungan pendidikan dasar, sistem semacam ini dapat sangat efektif karena mampu memberikan pendampingan belajar secara personal, yang biasanya sulit dijangkau dalam model

pembelajaran konvensional.

Konteks pendidikan di Indonesia juga menunjukkan potensi yang serupa. Studi Nurhaliza et al. (2023) menyatakan bahwa siswa sekolah dasar menunjukkan antusiasme lebih tinggi saat menggunakan bahan ajar berbasis AI yang dikembangkan dalam platform digital. Saputra dan Hidayat (2024) menyebut bahwa guru yang memanfaatkan AI dalam proses pembelajaran merasa lebih terbantu dalam menyusun bahan ajar yang sesuai dengan capaian pembelajaran Kurikulum Merdeka. Putri dan Santoso (2022) menambahkan bahwa integrasi teknologi AI dalam bahan ajar dapat menjadi strategi inovatif untuk menjawab tantangan pelaksanaan kurikulum yang lebih kontekstual dan fleksibel.

Namun demikian, penerapan bahan ajar berbasis AI tidak lepas dari berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur sekolah, literasi digital guru, dan kesiapan siswa. Oleh karena itu, diperlukan kajian empiris yang mendalam untuk mengetahui efektivitas penerapan bahan ajar berbasis *Artificial Intelligence* pada fase B Kurikulum Merdeka. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penggunaan bahan ajar berbasis *Artificial Intelligence* terhadap hasil belajar siswa kelas 3 SD.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas bahan ajar berbasis *Artificial Intelligence* (AI) yang dikembangkan khusus untuk siswa Fase B (kelas 3 SD) Kurikulum Merdeka. Model pengembangan yang diterapkan adalah model 4D yang mencakup empat tahapan utama, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebarluasan). Model ini memberikan pendekatan sistematis dalam menghasilkan produk pembelajaran yang valid, praktis, dan efektif untuk digunakan di kelas.

Tahapan pertama adalah *Define*, yang dilakukan untuk menggali kebutuhan belajar siswa dengan menganalisis kurikulum, karakteristik siswa, serta kompetensi dasar yang ingin dicapai. Analisis ini menjadi dasar dalam perancangan bahan ajar yang kontekstual dan sesuai dengan perkembangan

teknologi pembelajaran berbasis AI. Selanjutnya, pada tahap *Design*, peneliti mulai merancang struktur bahan ajar, mencakup konten, fitur interaktif, dan integrasi teknologi kecerdasan buatan yang mampu menyesuaikan dengan tingkat kemampuan siswa. Rancangan ini juga mencakup penyusunan perangkat evaluasi untuk mengukur efektivitas bahan ajar yang dikembangkan.

Pada tahap ketiga, yaitu *Develop*, desain awal bahan ajar dikembangkan menjadi produk yang utuh dan diuji validitasnya oleh para ahli. Setelah itu, dilakukan uji coba terbatas di kelas 3 SD untuk mengetahui dampak penggunaannya. Tahap terakhir adalah *Disseminate* yaitu proses penyebarluasan produk melalui publikasi pada jurnal nasional terakreditasi.

Subjek dalam penelitian ini yaitu siswa kelas 3 SDN No.35 Inpres Panggalo yang terdiri atas 23 dan data dikumpulkan dengan menggunakan tes hasil belajar. Bahan ajar dikatakan efektif jika siswa mencapai nilai minimal ketuntasan 70 dan minimal 70% siswa tuntas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan utama untuk mengevaluasi efektivitas pemanfaatan bahan ajar yang berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dalam mendukung kegiatan pembelajaran pada Fase B Kurikulum Merdeka, yang mencakup siswa kelas 3 SD. Penggunaan teknologi AI dalam pengembangan bahan ajar didasari oleh kebutuhan akan inovasi yang dapat menjawab tantangan pembelajaran yang beragam dan kompleks di tingkat dasar, sekaligus memfasilitasi pembelajaran yang adaptif terhadap perbedaan kebutuhan belajar setiap individu. Dalam kerangka Kurikulum Merdeka, pendekatan diferensiasi dan penekanan pada penguasaan kompetensi esensial menjadi prinsip yang krusial. Oleh karena itu, pengembangan bahan ajar yang dilengkapi teknologi cerdas diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih personal, interaktif, dan kontekstual. Dalam studi ini, model pengembangan yang digunakan adalah 4D, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*, yang secara sistematis membantu peneliti merancang serta menguji efektivitas bahan ajar berbasis AI.

Setelah proses pengembangan selesai, produk pembelajaran yang telah dilengkapi fitur kecerdasan buatan diterapkan dalam proses belajar mengajar. Tahap implementasi dilakukan melalui uji coba yang melibatkan 23 siswa sebagai peserta penelitian. Untuk mengetahui sejauh mana bahan ajar tersebut mampu meningkatkan pemahaman dan capaian akademik siswa, diberikan tes hasil belajar setelah penggunaan bahan ajar tersebut. Instrumen tes disusun berdasarkan indikator kompetensi yang relevan dan dianalisis secara kuantitatif menggunakan pendekatan statistik deskriptif. Kriteria keberhasilan siswa ditentukan berdasarkan ambang batas minimal ketuntasan (KKM) yaitu 70 dan minimal 70% siswa tuntas secara klasikal. Berikut data hasil belajar siswa dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Belajar Siswa Setelah Menggunakan Bahan Ajar

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Hasil Belajar	23	75	95	86.35	5.210
Valid N (listwise)	23				

Dari hasil analisis yang dilakukan, diperoleh data bahwa seluruh siswa berhasil mencapai nilai di atas KKM. Nilai siswa berada dalam rentang 75 hingga 95, mencerminkan capaian hasil belajar siswa sangat baik secara keseluruhan. Temuan ini menunjukkan bahwa seluruh siswa (100%) berhasil mencapai ketuntasan belajar, yang menjadi indikator kuat bahwa bahan ajar berbasis AI yang dikembangkan memberikan kontribusi signifikan dalam mendukung proses pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran. Rata-rata nilai siswa adalah 86,35, menunjukkan hasil belajar yang tinggi.

Selain itu, penyebaran nilai siswa juga menunjukkan kecenderungan yang stabil. Nilai standar deviasi sebesar 5,21 menggambarkan bahwa distribusi nilai siswa tidak terlalu menyebar jauh dari rata-rata, yang berarti pemahaman siswa terhadap materi cukup merata. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa mampu memahami materi yang diajarkan dengan baik, dan tidak terdapat perbedaan mencolok antar siswa dalam hal penguasaan materi. Kondisi ini memperlihatkan bahwa bahan ajar berbasis AI yang digunakan dalam penelitian

ini berhasil menciptakan lingkungan belajar yang inklusif, di mana hampir semua siswa dapat mengikuti proses pembelajaran secara optimal.

Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa integrasi bahan ajar berbasis AI dalam pembelajaran memberikan dampak positif yang signifikan terhadap capaian hasil belajar siswa. Bahan ajar ini tidak hanya memperkuat pemahaman terhadap konsep-konsep penting, tetapi juga berkontribusi terhadap percepatan pencapaian kompetensi siswa. Efektivitas penggunaan teknologi AI dalam konteks pembelajaran dasar ini menunjukkan bahwa, dengan perancangan yang tepat dan relevan secara pedagogis, inovasi digital dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Oleh karena itu, pengembangan bahan ajar berbasis AI patut dipertimbangkan sebagai bagian dari strategi jangka panjang dalam menghadirkan pendidikan dasar yang adaptif, responsif, dan bermakna.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis *Artificial Intelligence* (AI) secara signifikan efektif terhadap hasil belajar siswa Fase B (kelas 3 SD). Seluruh siswa yang diuji memperoleh nilai di atas KKM, dengan rata-rata tinggi dan penyebaran nilai yang stabil. Temuan ini menguatkan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan AI dalam bahan ajar mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih personal dan adaptif terhadap kemampuan siswa (Popenici & Kerr, 2017; Hamid et al., 2023; Dwiyo, 2020). AI dalam pembelajaran diferensiasi otomatis melalui penyesuaian konten berdasarkan respon siswa, mempercepat pemahaman konsep dan meningkatkan retensi informasi (Zawacki-Richter et al., 2019; Adi & Prasetyo, 2022; Irawan & Mustaji, 2021).

Efektivitas bahan ajar berbasis AI juga dapat dilihat dari aspek keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran. Pendekatan yang bersifat interaktif dan berbasis teknologi memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik, sehingga meningkatkan motivasi intrinsik siswa untuk belajar. Hal ini sesuai dengan temuan Oktavia et al. (2021) bahwa media pembelajaran berbasis digital mampu

meningkatkan atensi dan partisipasi siswa dalam kelas. Penelitian internasional oleh Holmes et al. (2021) juga menegaskan bahwa keterlibatan siswa dalam *AI-based learning environment* berkorelasi positif terhadap peningkatan hasil belajar. Selain itu, studi dari Chen et al. (2020) menunjukkan bahwa AI mendukung pembelajaran berbasis pengalaman melalui simulasi dan interaktivitas yang memfasilitasi pemahaman konsep-konsep abstrak secara konkret.

Stabilitas hasil belajar yang diperoleh dari penyebaran nilai siswa yang relatif seragam mengindikasikan bahwa bahan ajar berbasis AI berhasil menciptakan kesetaraan dalam pencapaian akademik. Variasi yang rendah dalam nilai menunjukkan bahwa hampir seluruh siswa memperoleh manfaat yang relatif sama dari penggunaan bahan ajar tersebut. Ini sejalan dengan pendapat dari Hwang & Tu (2021) yang menyatakan bahwa AI dalam pendidikan dasar berpotensi menutup kesenjangan belajar melalui otomatisasi umpan balik dan penguatan adaptif. Penelitian oleh Aslan & Reigeluth (2020) dan Sari et al. (2023) juga mengonfirmasi bahwa AI berperan sebagai pendukung diferensiasi pembelajaran yang efektif dan inklusif dalam konteks pendidikan dasar.

Lebih jauh, penggunaan AI dalam bahan ajar juga memperkaya dimensi pembelajaran kognitif, afektif, dan psikomotor siswa. Melalui penggunaan fitur interaktif, visualisasi canggih, serta kemampuan adaptif dalam menyajikan materi, AI terbukti mendorong eksplorasi pengetahuan dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Menurut Alimuddin et al. (2021), bahan ajar berbasis AI mampu membangkitkan rasa ingin tahu siswa dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Temuan serupa juga diungkapkan oleh Luckin et al. (2016) yang menyebutkan bahwa AI mendorong keterlibatan metakognitif siswa dalam memahami materi pelajaran. Hal ini diperkuat oleh studi Surani et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pendekatan berbasis teknologi dapat memperkuat pemahaman konsep secara komprehensif.

Secara keseluruhan, efektivitas bahan ajar berbasis AI yang ditemukan dalam penelitian ini mendukung implementasi teknologi inovatif dalam Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa, serta pemanfaatan teknologi digital untuk mendukung

fleksibilitas dan kebermaknaan pembelajaran. Penelitian oleh Mulyasa (2022), Saputra et al. (2021), dan OECD (2020) menunjukkan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran dasar dapat menjadi strategi potensial untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan menghadirkan pengalaman belajar yang lebih bermakna. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan praktik pembelajaran inovatif di tingkat sekolah dasar.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar yang mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) memiliki efektivitas tinggi terhadap hasil belajar siswa Fase B Kurikulum Merdeka (kelas 3 SD). Seluruh siswa yang terlibat dalam uji coba berhasil melampaui ambang batas Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM), dengan rata-rata pencapaian nilai sebesar 86,35. Temuan ini mengindikasikan bahwa bahan ajar berbasis AI mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa. Dengan demikian, pemanfaatan AI dalam pengembangan bahan ajar dapat dipertimbangkan sebagai solusi inovatif untuk memperkuat implementasi Kurikulum Merdeka secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S., & Prasetyo, Z. K. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis AI untuk SD. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia (JPDI)*, 7(2), 123–134.
- Ahmad, Y., et al. (2024). *Pengaruh Penggunaan AI terhadap Motivasi Belajar Siswa Sekolah Dasar. Jurnal Teknologi Pendidikan Indonesia.*
- Alimuddin, M., Rahayu, D. S., & Fitriani, N. (2021). AI-Based Learning untuk Peningkatan Kompetensi Kognitif. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(1), 55–66.
- Aslan, S., & Reigeluth, C. M. (2020). Toward a framework for personalized learning: Integrating AI with instructional design. *Educational Technology Research and Development*, 68, 2931–2952. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09845-9>
- Azizah, N., et al. (2023). Kesiapan Guru Sekolah Dasar dalam Menggunakan AI untuk Pembelajaran. *Jurnal Teknologi dan Pembelajaran.*

- Chen, X., Xie, H., & Hwang, G. J. (2020). A review of artificial intelligence in education. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40561-019-0119-z>
- Dwiyogo, W. D. (2020). Pengembangan Pembelajaran Inovatif. Malang: Universitas Negeri Malang Press.
- Hamid, M. H. A., Iqbal, M., & Bano, S. (2023). The effectiveness of AI-based materials in primary education. *International Journal of Educational Technology*, 11(2), 88–104.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2021). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. *Center for Curriculum Redesign*.
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of AI in smart learning environments. *Interactive Learning Environments*, 29(4), 641–650. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1681552>
- Irawan, A., & Mustaji. (2021). Implementasi Media Pembelajaran Berbasis Kecerdasan Buatan. *Jurnal Inovasi Pendidikan Dasar*, 6(1), 45–53.
- Kusnadi, A., & Lestari, W. (2023). Integrasi AI dalam Perencanaan Pembelajaran Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*. 8(2).
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. *Pearson Education*.
- Ma, W., et al. (2014). Intelligent Tutoring Systems and Learning Outcomes. *Journal of Educational Psychology*. 106(4), 901–918. <https://doi.org/10.1037/a0037123>
- Mulyasa, E. (2022). Kurikulum Merdeka: Konsep dan Implementasi. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 14(1), 1–10.
- Nurhaliza, R., et al. (2023). Penggunaan Video AI dalam Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pembelajaran*.
- OECD. (2020). Back to the Future of Education: Four OECD Scenarios for Schooling. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/57e5c12c-en>
- Oktavia, D., Suryani, N., & Firman, H. (2021). Media pembelajaran digital dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Pembelajaran*, 11(2), 66–77.

- Owoc, M. L., et al. (2021). *Artificial Intelligence in Higher Education: Benefits and Challenges*.
- Popenici, S. A. D., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 12(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0052-9>
- Putri, S., & Santoso, D. (2022). Pelatihan Guru dalam Implementasi Teknologi AI. *Jurnal Profesi Pendidikan*.
- Rahardian, R. L., Kurniawati, I., & Maulida, D. (2025). Efektivitas Pemanfaatan Kecerdasan Buatan dalam Pembelajaran di Sekolah Dasar. *Jurnal Edukasi dan Teknologi*. 12(1).
- Sajja, P. S., et al. (2023). *AI-powered Assistive Systems for Learning*.
- Sampson, D. G., et al. (2020). *Personalised Learning in the AI Era*. Computers & Education.
- Saputra, A., Pramono, R., & Hidayat, T. (2021). Transformasi Digital dalam Kurikulum Merdeka. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 10(1), 24–35.
- Saputra, R., & Hidayat, T. (2024). Persepsi Guru terhadap Penggunaan ChatGPT dalam Penyusunan RPP. *Jurnal Pendidikan Dasar*.
- Sari, M. Y., Wulandari, F., & Yulia, E. (2023). Pembelajaran Inklusif dengan Dukungan AI. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 25(2), 97–110.
- Surani, L. A., Pratama, Y., & Andini, M. (2023). Kecerdasan Buatan dalam Pembelajaran Matematika Dasar. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 45–58.
- VanLehn, K. (2011). *The relative effectiveness of human tutoring, ITS, and other tutoring systems*. *Educational Psychologist*. 46(4), 197–221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- Woolf, B. P., et al. (2021). *Affect-aware tutors: Recognizing and responding to student affect*. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 31(1), 66–92. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00219-5>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on AI applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1–27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>.