JINEA

Journal of Innovation in Education and Learning
Volume 2, No. 2, June 2026: 93-106
e-ISSN: 3110-4770
https://doi.org/10.66031/jinea.v2i2.374

Peran Artificial Intelligence dalam Pembelajaran Adaptif untuk Meningkatkan Keterlibatan Siswa SMP

The Role of Artificial Intelligence in Adaptive Learning for Enhancing Student Engagement in Junior High Schools

Duwi Purnama Sidik [1]

[1] Universitas Brawijaya, Indonesia
Email: duwi763@gmail.com

Received: 22-05-2026 *Accepted: 31-05-2026* *Published: 01-06-2026*

Abstrak

Peran Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan berpotensi merevolusi pembelajaran adaptif, namun bukti empiris pada konteks pendidikan menengah masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peran AI dalam pembelajaran adaptif serta dampaknya terhadap keterlibatan siswa SMP melalui sintesis tematik dari berbagai studi ilmiah. Metode yang digunakan adalah literature review dengan pendekatan tematik terhadap 10 artikel terpilih yang dipublikasikan pada periode 2021–2026, mencakup studi review, konseptual, dan empiris dari berbagai konteks negara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AI berkontribusi signifikan dalam pembelajaran adaptif melalui personalisasi materi, umpan balik real-time, dan analitik pembelajaran yang meningkatkan keterlibatan, motivasi, serta penguatan kompetensi abad ke-21 seperti literasi digital, pemecahan masalah, dan berpikir kritis. Namun, efektivitas implementasi dipengaruhi oleh kesiapan literasi digital siswa, kompetensi pedagogis guru, infrastruktur, serta isu etika. Dengan demikian, AI memiliki potensi kuat dalam pembelajaran adaptif, tetapi memerlukan penguatan desain pedagogis dan penelitian empiris lanjutan pada jenjang SMP

Kata Kunci: *Kecerdasan Buatan; Pembelajaran Adaptif; Keterlibatan Siswa; Pendidikan Menengah; Teknologi Pendidikan*

The role of Artificial Intelligence (AI) in education has the potential to transform adaptive learning, yet empirical evidence in secondary education contexts remains limited. This study aims to analyze the role of AI in adaptive learning and its impact on student engagement at the junior high school level through a thematic synthesis of existing scholarly literature. A literature review method with a thematic approach was employed, analyzing 10 selected articles published between 2021 and 2026, including review, conceptual, and empirical studies from various international contexts. The findings indicate that AI significantly contributes to adaptive learning through content personalization, real-time feedback, and learning analytics, which enhance student engagement, motivation, and the development of 21st-century skills such as digital literacy, problem-solving, and critical thinking. However, its effectiveness is influenced by students' digital literacy readiness, teachers' pedagogical competence, technological infrastructure, and ethical considerations. In conclusion, AI holds strong potential for adaptive learning but requires strengthened pedagogical design and further empirical research at the junior secondary level.

Keywords: *Artificial Intelligence; Adaptive Learning; Student Engagement; Secondary Education; Educational Technology*

Sidik, D.P. (2026). Peran Artificial Intelligence dalam Pembelajaran Adaptif untuk Meningkatkan Keterlibatan Siswa SMP. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, 2(2), 93-106. https://doi.org/10.66031/jinea.v2i2.374

Copyright ©2026 to the Author (s). Published by CV. Ihsan Cahaya Pustaka
This is an open access article under the CC BY-SA license

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah mendorong transformasi signifikan dalam sistem pendidikan abad ke-21. Integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak lagi hanya berfungsi sebagai media pendukung, tetapi telah berkembang menjadi bagian strategis dalam menciptakan pembelajaran yang fleksibel, personal, dan berpusat pada siswa (Guan et al., 2020; Hamal et al., 2022; Liu et al., 2021). Transformasi tersebut semakin kuat seiring berkembangnya Artificial Intelligence (AI) yang mampu mengolah data pembelajaran secara cepat dan akurat untuk mendukung pengambilan keputusan pedagogis berbasis kebutuhan individu siswa (Doroudi, 2023; Crompton & Burke, 2023). Dalam konteks pendidikan, AI dimanfaatkan melalui berbagai sistem seperti adaptive learning, intelligent tutoring systems, learning analytics, dan automated feedback yang memungkinkan proses pembelajaran berlangsung lebih responsif terhadap karakteristik siswa (Jameel & Imran, 2024; Kim et al., 2022). Kehadiran teknologi ini menunjukkan bahwa pendidikan modern bergerak menuju pendekatan yang lebih adaptif dan berbasis data guna meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa sekaligus memperkuat kompetensi abad ke-21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan literasi digital (Su et al., 2023; Sidik et al., 2025).

Perubahan paradigma tersebut menjadi semakin penting pada jenjang sekolah menengah pertama (SMP), karena fase ini merupakan periode transisi akademik dan psikologis yang menentukan perkembangan kemampuan kognitif, sosial, dan emosional siswa. Pada tahap ini, siswa memiliki karakteristik belajar yang beragam, baik dari aspek kemampuan, kecepatan belajar, maupun motivasi akademik. Namun, praktik pembelajaran di sekolah masih didominasi pendekatan konvensional yang cenderung seragam dan berpusat pada guru sehingga kurang mampu mengakomodasi kebutuhan individual siswa (Santosa & Sudirman, 2023; Sholeh et al., 2026). Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, seperti kurang aktif berdiskusi, rendahnya motivasi belajar, serta terbatasnya partisipasi dalam aktivitas akademik. Padahal, keterlibatan siswa merupakan faktor penting yang berpengaruh langsung terhadap keberhasilan belajar, penguasaan konsep, dan keberlanjutan motivasi akademik (Saifi et al., 2024; Yim & Su, 2025).

Rendahnya keterlibatan siswa tidak hanya dipengaruhi oleh strategi pembelajaran yang kurang variatif, tetapi juga oleh terbatasnya kemampuan guru dalam memetakan kebutuhan belajar siswa secara individual. Sistem pembelajaran tradisional umumnya menggunakan materi, metode, dan evaluasi yang sama untuk seluruh siswa tanpa mempertimbangkan perbedaan kemampuan dan gaya belajar. Akibatnya, siswa yang memiliki kemampuan belajar lebih cepat cenderung merasa kurang tertantang, sedangkan siswa yang mengalami kesulitan belajar sering kali tertinggal dalam memahami materi. Situasi ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang bersifat seragam tidak lagi sepenuhnya relevan dengan kebutuhan pendidikan pada era digital. Selain itu, perkembangan teknologi dan tuntutan kompetensi abad ke-21 menuntut sekolah untuk menghadirkan pembelajaran yang mampu mengembangkan kreativitas, pemecahan masalah, kolaborasi, serta kemampuan berpikir kritis siswa secara lebih optimal (Sholeh et al., 2026).

Salah satu pendekatan yang dinilai mampu menjawab tantangan tersebut adalah pembelajaran adaptif berbasis Artificial Intelligence. Pembelajaran adaptif merupakan sistem pembelajaran yang dirancang untuk menyesuaikan materi, tingkat kesulitan, umpan balik, dan aktivitas belajar berdasarkan kemampuan serta kebutuhan individu siswa (Aggarwal, 2023; Tian, 2024). Melalui analisis data pembelajaran secara real-time, AI dapat mengidentifikasi pola belajar siswa, mendeteksi kesulitan akademik, serta merekomendasikan strategi pembelajaran yang lebih sesuai dan personal (Jameel & Imran, 2024; Soori et al., 2024). Teknologi ini memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih fleksibel dan interaktif sehingga dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan kepercayaan diri siswa dalam belajar (Liu et al., 2021; Yim & Su, 2025). Dalam konteks pendidikan menengah, pembelajaran adaptif berbasis AI juga berpotensi membantu guru dalam melakukan diferensiasi pembelajaran secara lebih efektif dan efisien serta mendukung terciptanya *smart learning ecosystem* yang kolaboratif dan adaptif (Daga et al., 2026).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam pendidikan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran dan keterlibatan siswa melalui pembelajaran yang lebih personal dan adaptif, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan, kemampuan, serta perkembangan belajar siswa. Menurut Liu et al. (2021), AI mendukung transformasi pembelajaran berbasis kebutuhan siswa, sedangkan kolaborasi antara guru dan sistem AI mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih aktif dan interaktif (Kim et al., 2022). Oleh karena itu, penggunaan AI berdampak pada peningkatan kemampuan akademik dan kompetensi siswa, seperti peningkatan kemampuan berpikir matematis siswa sekolah menengah (Haguchi et al., 2026), penguatan literasi digital dan literasi data siswa (Sidik et al., 2025), serta peningkatan motivasi, partisipasi, dan pengalaman belajar siswa secara lebih interaktif pada pendidikan K–12 melalui AI learning tools (Yim & Su, 2025). Selain itu, personalisasi pembelajaran berbasis AI juga terbukti meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui penyesuaian materi dan umpan balik sesuai kebutuhan individu siswa (Aggarwal, 2023; Jameel & Imran, 2024). Dengan demikian, AI tidak hanya berfungsi sebagai inovasi teknologi, tetapi juga sebagai instrumen pedagogis yang mampu menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif, interaktif, dan bermakna sehingga berkontribusi terhadap peningkatan keterlibatan dan kualitas belajar siswa.

Meskipun demikian, implementasi Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran masih menghadapi berbagai tantangan konseptual dan praktis, terutama pada jenjang sekolah menengah. Sebagian besar penelitian masih lebih banyak menyoroti penggunaan AI pada pendidikan tinggi dibandingkan pendidikan dasar dan menengah (Crompton & Burke, 2023; Irfan & Ali, 2023). Padahal, karakteristik siswa SMP memiliki kompleksitas tersendiri yang dipengaruhi oleh perkembangan psikologis, kesiapan digital, dan kemampuan belajar yang masih berkembang. Selain itu, penggunaan AI yang tidak dirancang secara pedagogis berpotensi menimbulkan ketergantungan belajar, menurunkan interaksi sosial, dan mengurangi keterlibatan kognitif siswa (Huang, 2023; Su et al., 2023). Tantangan implementasi AI juga berkaitan dengan kesiapan guru, literasi AI, infrastruktur digital, serta perlindungan data dan privasi siswa (Hamal et al., 2022; Huang, 2023). Lebih lanjut,

penelitian AI dalam pendidikan masih menunjukkan kesenjangan pada aspek keterlibatan siswa SMP. Penelitian terdahulu umumnya berfokus pada efektivitas AI terhadap hasil belajar, literasi digital, dan efisiensi pembelajaran (Irfan & Ali, 2023; Rochmad et al., 2025; Sidik et al., 2025), sedangkan kajian mengenai peran pembelajaran adaptif berbasis AI dalam meningkatkan keterlibatan siswa SMP masih terbatas. Selain lebih banyak dilakukan pada konteks pendidikan tinggi, penelitian yang ada juga cenderung menekankan aspek teknologi tanpa mengaitkannya secara mendalam dengan keterlibatan siswa sebagai indikator keberhasilan pembelajaran (Crompton & Burke, 2023; Yim & Su, 2025). Padahal, keterlibatan siswa mencakup dimensi perilaku, emosional, dan kognitif yang menentukan efektivitas proses belajar. Kondisi tersebut menunjukkan adanya research gap yang memerlukan kajian lebih kontekstual mengenai peran AI dalam pembelajaran adaptif untuk meningkatkan keterlibatan siswa SMP.

Selain itu, perkembangan konsep *smart learning ecosystem* menegaskan pentingnya integrasi teknologi, analitik data, dan kolaborasi pembelajaran dalam menciptakan pengalaman belajar yang adaptif dan berkelanjutan (Daga et al., 2026). Dalam ekosistem tersebut, AI tidak hanya digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran, tetapi juga untuk memantau perkembangan siswa, memberikan umpan balik otomatis, dan membantu guru merancang strategi pembelajaran yang lebih tepat sasaran. Namun, implementasi sistem tersebut di sekolah menengah masih memerlukan kajian empiris dan konseptual yang lebih mendalam agar teknologi yang digunakan benar-benar mampu meningkatkan kualitas keterlibatan siswa, bukan sekadar menghadirkan digitalisasi pembelajaran.

Urgensi penelitian ini semakin kuat di tengah percepatan transformasi pendidikan pada era digital dan berkembangnya kebutuhan pembelajaran yang lebih personal. Sekolah dituntut tidak hanya mampu memanfaatkan teknologi, tetapi juga memastikan bahwa teknologi tersebut memberikan dampak nyata terhadap kualitas pembelajaran siswa. Pembelajaran adaptif berbasis AI menjadi relevan karena menawarkan pendekatan yang mampu menyesuaikan proses belajar dengan kebutuhan individual siswa sekaligus mendukung pembelajaran yang lebih aktif, interaktif, dan bermakna. Selain itu, penelitian ini penting untuk memberikan landasan konseptual dan praktis bagi guru serta sekolah dalam mengembangkan strategi pembelajaran berbasis AI yang efektif, etis, dan sesuai dengan karakteristik siswa SMP. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis peran Artificial Intelligence dalam pembelajaran adaptif untuk meningkatkan keterlibatan siswa SMP.

Penelitian ini difokuskan pada bagaimana AI dapat mendukung personalisasi pembelajaran, meningkatkan partisipasi dan motivasi belajar siswa, serta membantu guru menciptakan pengalaman belajar yang lebih responsif terhadap kebutuhan siswa. Kebaruan penelitian ini terletak pada fokus kajian yang mengintegrasikan pembelajaran adaptif berbasis AI dengan aspek keterlibatan siswa SMP dalam konteks pembelajaran abad ke-21. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan kajian AI di bidang pendidikan serta menjadi rekomendasi praktis bagi implementasi pembelajaran adaptif berbasis teknologi di sekolah menengah.

METODE

Pendekatan dan Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain literature review berbasis analisis kritis. Pendekatan ini dipilih karena bertujuan mensintesis, mengevaluasi, dan menginterpretasikan temuan ilmiah terkait peran Artificial Intelligence (AI) dalam pembelajaran adaptif secara sistematis dan komprehensif. Desain ini efektif untuk mengidentifikasi pola umum, inkonsistensi temuan, serta kesenjangan penelitian dalam kajian implementasi AI di jenjang pendidikan menengah (Oliveira et al., 2023; Zainuddin et al., 2020).

Sumber Data dan Strategi Pencarian

Populasi penelitian mencakup seluruh publikasi ilmiah yang membahas implementasi AI dalam pembelajaran adaptif pada konteks pendidikan menengah. Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data akademik bereputasi, yaitu Scopus, ERIC, Google Scholar, dan DOAJ, rentang publikasi artikel antara 2020–2026 untuk memastikan relevansi dan kemutakhiran kajian dengan menggunakan kombinasi kata kunci terstruktur berikut:

Tabel 1. Kata Kunci Pencarian

Konsep	Kata Kunci
Teknologi AI	*"Artificial Intelligence in Education"*, "*AI-based learning"*
Pembelajaran Adaptif	*"Adaptive Learning"*, "P*ersonalized Learning"*
Keterlibatan Siswa	*"Student Engagement"*, "L*earning Engagement"*
Jenjang Pendidikan	*"Secondary Education"*, "*Junior High School"*

Kriteria Seleksi Artikel

Teknik pengambilan sampel menggunakan purposive sampling dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan secara eksplisit sebelum proses seleksi dilakukan. Penetapan kriteria ini bertujuan menjamin kualitas, relevansi, dan konsistensi sumber data yang dianalisis.

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi Seleksi Artikel

Aspek	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Jenis publikasi	Artikel ilmiah dari jurnal bereputasi internasional atau nasional (Scopus/SINTA)	Prosiding, tesis, disertasi, buku, atau laporan teknis
Proses review	Telah melalui proses *peer review*	Tidak melalui proses *peer review*
Rentang waktu	Diterbitkan pada tahun 2020–2026	Diterbitkan sebelum tahun 2020
Fokus kajian	Membahas implementasi AI dalam pembelajaran adaptif	Hanya membahas aspek teknis AI tanpa keterkaitan dengan pembelajaran
Variabel penelitian	Mengkaji keterlibatan siswa sebagai variabel utama atau pendukung	Tidak membahas keterlibatan siswa secara eksplisit
Jenjang pendidikan	Relevan dengan jenjang pendidikan menengah (SMP/setara)	Berfokus pada pendidikan dasar (SD) atau pendidikan tinggi
Metodologi	Menyajikan metodologi penelitian yang jelas dan dapat dipertanggungjawabkan	Metodologi tidak jelas atau tidak dapat diverifikasi
Ketersediaan	Tersedia dalam versi teks lengkap (*full text*)	Tidak tersedia dalam versi teks lengkap

Berdasarkan penerapan kriteria tersebut secara bertahap, diperoleh 10 artikel ilmiah sebagai unit analisis final yang selanjutnya menjadi sumber data utama dalam penelitian ini.

Fokus dan Operasionalisasi Penelitian

Analisis diarahkan pada lima dimensi utama terkait peran AI dalam pembelajaran adaptif untuk meningkatkan keterlibatan siswa SMP, sebagaimana diuraikan dalam tabel berikut:

Tabel 3. Operasionalisasi Fokus Penelitian

Fokus	Definisi Operasional	Indikator	Analisis
Bentuk Implementasi AI	Jenis dan cara penerapan AI dalam pembelajaran adaptif	Platform, algoritma, sistem rekomendasi	Analisis komparatif
Keterlibatan Siswa	Tingkat partisipasi siswa SMP dalam pembelajaran berbasis AI	Interaksi, partisipasi aktif, keberlanjutan belajar	Kategorisasi tematik
Personalisasi Pembelajaran	Kemampuan AI menyesuaikan konten dengan kebutuhan siswa	Adaptasi materi, umpan balik otomatis, diferensiasi	Koding tematik
Dampak Pedagogis	Hasil yang diperoleh dari penerapan AI adaptif	Hasil belajar, motivasi, pengalaman belajar	Sintesis temuan
Tantangan Implementasi	Hambatan dalam penerapan AI di jenjang SMP	Infrastruktur, literasi digital, bias algoritma	Analisis kritis

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian berupa lembar analisis literatur (*literature review matrix*) yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengorganisasi, dan membandingkan temuan dari setiap sumber secara sistematis. Instrumen mencakup komponen: identitas artikel, jenis penelitian, subjek/sampel, jenis intervensi AI, temuan utama, dan keterbatasan penelitian. Validitas instrumen dijaga melalui kesesuaian indikator analisis dengan tujuan penelitian serta penggunaan kerangka konseptual yang konsisten. Reliabilitas dilakukan melalui proses coding yang sistematis, pembacaan berulang, serta cross-check antartema untuk memastikan konsistensi interpretasi (Oliveira et al., 2023).

Prosedur Pengumpulan Data

Seluruh proses pengumpulan data dilakukan secara transparan dan terdokumentasi untuk menjamin akuntabilitas penelitian (Zainuddin et al., 2020), meliputi:

(1) Identifikasi: penelusuran literatur melalui basis data akademik dengan kata kunci yang telah ditetapkan
(2) Penyaringan (Screening): seleksi artikel berdasarkan judul, abstrak, dan kesesuaian dengan kriteria inklusi (penetapan artikel final yang memenuhi seluruh kriteria untuk dianalisis)
(3) Penilaian Kelayakan (Eligibility): kajian teks lengkap berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi
(4) Ekstraksi data: pengambilan informasi relevan menggunakan lembar analisis literatur
(5) Kategorisasi: pengelompokan data ke dalam dimensi tematik sesuai fokus penelitian

Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan analisis tematik yang dikombinasikan dengan sintesis literatur. Tahapan analisis meliputi reduksi data untuk mengidentifikasi temuan utama, pengelompokan ke dalam tema utama, interpretasi hubungan antar temuan, serta penarikan kesimpulan secara kritis. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pola, kecenderungan, serta variasi hasil penelitian tanpa melakukan generalisasi berlebihan (Sailer & Homner, 2020).

Upaya mitigasi bias dilakukan melalui strategi metodologis yang terintegrasi, meliputi seleksi sumber bereputasi (Scopus dan SINTA) untuk mengurangi selection bias dan menjamin kualitas data, perbandingan lintas studi untuk menghindari generalisasi berlebihan, triangulasi konseptual melalui integrasi berbagai perspektif dalam kajian AI dan pembelajaran adaptif, pembacaan berulang untuk menjaga objektivitas dan menghindari interpretation bias. Strategi ini bertujuan meningkatkan kredibilitas dan validitas hasil penelitian (Oliveira et al., 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis literatur dilakukan secara sistematis terhadap sepuluh artikel ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi. Setiap artikel diekstraksi menggunakan lembar analisis literatur yang mencakup enam komponen: identitas artikel, jenis penelitian, subjek atau sampel, bentuk intervensi AI, temuan utama, dan keterbatasan penelitian. Artikel yang dianalisis dipublikasikan pada rentang tahun 2021–2026, bersumber dari jurnal nasional dan internasional bereputasi, serta menunjukkan keragaman metodologi yang mencakup kajian konseptual, systematic literature review, scoping review, penelitian kuantitatif eksperimental, dan kualitatif. Dari sisi intervensi, teknologi AI yang dikaji meliputi *Intelligent Tutoring Systems* (ITS), platform pembelajaran adaptif, *AI learning tools*, serta teknologi berbasis *machine learning* dan *AI generatif*. Keragaman metodologi dan intervensi tersebut menghasilkan perspektif yang komprehensif mengenai peran AI dalam pembelajaran adaptif, khususnya dalam meningkatkan keterlibatan, personalisasi, dan efektivitas belajar siswa. Ringkasan hasil ekstraksi seluruh artikel disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. Tabel Analisis Artikel

No	Artikel	Jenis	Intervensi AI	Temuan Utama	Keterbatasan
1	Aggarwal (2024)	Kajian konseptual (*conceptual review*)	Pembelajaran adaptif dan personalisasi berbasis AI, termasuk *Intelligent Tutoring Systems* (ITS)	▪ AI meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui personalisasi materi, penyesuaian ritme belajar, dan umpan balik adaptif. ▪ ITS mendukung pencapaian hasil belajar dan pembelajaran berkelanjutan	Kajian masih dominan teoritis, bukti empiris terbatas, implementasi dunia nyata belum luas, konteks negara berkembang minim, dan generalisasi masih rendah

2	Crompton & Burke (2023)	*Systematic review* (PRISMA)	AI untuk asesmen otomatis; analitik pembelajaran, dan prediksi hasil belajar	▪ AI digunakan untuk menilai tugas secara otomatis ▪ Menganalisis data belajar siswa, serta memprediksi capaian belajar ▪ Penggunaan ini meningkat terutama di pendidikan tinggi pada periode 2021–2022.	▪ Masih dominan di pendidikan tinggi, sementara K–12 terbatas. ▪ Studi implementasi nyata dan penelitian longitudinal masih minim. ▪ Representasi wilayah penelitian juga belum merata
3	Haguchi et al. (2026)	Kuantitatif eksperimental	ChatGPT dan pembelajaran matematika adaptif berbasis AI	▪ AI meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan berpikir tingkat tinggi ▪ AI memberikan respons lebih cepat, akurat, dan konsisten dalam pembelajaran matematika	Intervensi singkat, sampel kecil, konteks terbatas, dan dampak jangka panjang belum teruji
4	Hamal et al. (2022)	Kajian literatur	AIED, EDM, LA, platform adaptif berbasis AI	AI mendukung pembelajaran adaptif, personalisasi, efisiensi, serta perluasan akses pendidikan melalui integrasi data dan analitik	▪ Kajian masih bersifat umum dan teoritis ▪ Belum banyak menggunakan data empiris langsung, ▪ Belum menguji dampak implementasi secara spesifik
5	Jameel & Imran (2024)	Kajian konseptual	Machine learning untuk analisis pembelajaran, Intelligent Tutoring Systems (ITS), dan umpan balik adaptif	▪ AI digunakan untuk menganalisis kinerja siswa, mengidentifikasi pola belajar ▪ AI memberikan umpan balik dan materi yang lebih sesuai kebutuhan siswa. ▪ Meningkatkan keterlibatan dan efisiensi belajar	▪ Bukti empiris masih terbatas ▪ Validitas lintas konteks belum kuat ▪ Studi masih berbasis konferensi sehingga generalisasi temuan rendah
6	Kim et al., (2022)	Kualitatif	Kolaborasi siswa–AI dan desain pembelajaran interdisipliner berbasis AI	▪ Kolaborasi siswa–AI berkembang melalui tugas autentik dan kreatif ▪ Tiga tahap interaksi: learn about, learn from, learn together. ▪ Guru berperan sebagai fasilitator	▪ Sampel kecil, konteks spesifik, data berbasis persepsi guru, tidak melibatkan siswa langsung ▪ Belum ada evaluasi jangka panjang
7	Liu et al. (2021)	Kajian literatur	Platform pembelajaran adaptif (mis. Knewton), robot	▪ Teknologi ini digunakan untuk mendukung personalisasi dan pembelajaran mandiri	▪ Studi bersifat deskriptif (banyak dari konteks China) ▪ Bukti empiris terbatas

			edukasi, dan asisten virtual	▪ Membantu guru dalam pengelolaan aktivitas belajar dan evaluasi	▪ Kajian di negara berkembang masih minim ▪ Isu etika belum banyak dibahas secara mendalam
8	Sidik et al. (2025)	*Systematic Literature Review* (SLR)	Platform AI untuk literasi digital dan data	AI meningkatkan literasi digital dan data siswa, terutama di sekolah menengah, dengan dukungan kurikulum, pelatihan guru, dan infrastruktur	Definisi literasi tidak konsisten, potensi bias publikasi, data terbatas, dan studi longitudinal masih minim
9	Su et al. (2023)	*Scoping review*	Literasi AI anak usia dini (kurikulum AI, robot edukasi, alat interaktif)	Literasi AI dapat diperkenalkan sejak dini melalui kurikulum sesuai tahap perkembangan dengan dukungan alat interaktif dan kesiapan guru	Studi terbatas, bukti empiris minim, generalisasi rendah, serta isu etika, keamanan data, dan kesiapan guru masih dominan.
10	Yim & Su (2025)	*Scoping review*	Tools AI untuk K–12 (Teachable Machine, Scratch, Python, dll.)	Tools AI mendukung literasi AI dan berpikir komputasional pada K–12 secara praktis dan interaktif.	Efektivitas belum konsisten, metodologi beragam, belum ada standar evaluasi, dan studi implementatif jangka panjang masih terbatas

Berdasarkan analisis terhadap 10 artikel ilmiah terpilih, kajian peran AI dalam pembelajaran adaptif menunjukkan perkembangan yang bersifat global namun belum merata, dengan sebaran publikasi di Asia, Eropa, dan Amerika Utara pada periode 2021–2026. Secara metodologis, korpus didominasi studi non-empiris seperti systematic review (Crompton & Burke, 2023; Sidik et al., 2025), scoping review (Su et al., 2023; Yim & Su, 2025), dan kajian konseptual (Aggarwal, 2024; Jameel & Imran, 2024; Hamal et al., 2022; Liu et al., 2021), disertai sedikit studi eksperimen (Haguchi et al., 2026) dan kualitatif (Kim et al., 2022). Dominasi ini menunjukkan bahwa kajian masih berada pada tahap konseptualisasi, dengan bukti empiris yang terbatas, khususnya pada jenjang pendidikan menengah, sehingga banyak temuan masih berfokus pada potensi AI dibanding validasi implementasi di konteks nyata.

Secara tematik, AI terbukti berperan dalam membentuk pembelajaran yang adaptif melalui personalisasi materi, ritme, dan umpan balik sesuai kebutuhan siswa (Aggarwal, 2023; Jameel & Imran, 2024), meningkatkan keterlibatan belajar berupa motivasi, partisipasi, dan interaksi pada konteks K–12 (Yim & Su, 2025), serta memperkuat kolaborasi siswa–guru–AI (Kim et al., 2022). Dampak tersebut berlanjut pada peningkatan capaian belajar, termasuk kemampuan berpikir matematis (Haguchi et al., 2026), literasi digital dan literasi data (Sidik et al., 2025). Namun efektivitasnya masih dipengaruhi oleh kesiapan infrastruktur, kompetensi guru, dan literasi AI siswa, serta tantangan etika seperti privasi, keamanan data, dan transparansi sistem yang belum terselesaikan (Hamal et al., 2022; Su et al., 2023). Temuan ini mengarahkan pembahasan pada empat fokus utama, yaitu implementasi AI dalam pembelajaran adaptif, dampaknya terhadap keterlibatan siswa SMP, manfaat pedagogis yang dihasilkan, serta tantangan implementasi di jenjang pendidikan

menengah yang masih memerlukan penguatan empiris dan pengembangan model evaluasi yang lebih komprehensif.

Implementasi AI dalam Pembelajaran Adaptif

Hasil analisis menunjukkan bahwa implementasi AI dalam pembelajaran adaptif terwujud dalam tiga bentuk utama yang saling melengkapi, yaitu sistem tutor cerdas dan platform adaptif, alat AI berbasis konten interaktif, serta model kolaborasi siswa–AI.

(1) Intelligent Tutoring Systems (ITS) dan platform adaptif seperti Knewton berfungsi melalui analisis data belajar secara real-time untuk memprediksi kebutuhan siswa dan menyesuaikan konten pembelajaran secara otomatis (Aggarwal, 2023; Hamal et al., 2022; Jameel & Imran, 2024). Mekanisme ini mencerminkan integrasi machine learning dalam desain pembelajaran yang berorientasi pada personalisasi.

(2) Alat berbasis AI seperti ChatGPT, Google Teachable Machine, Scratch, dan Python digunakan sebagai media pembelajaran aktif yang mendukung pengembangan literasi digital dan berpikir komputasional siswa (Haguchi et al., 2026; Yim & Su, 2025; Abdillah et al., 2026).

(3) Pendekatan kolaboratif siswa–AI menempatkan AI sebagai mitra belajar dalam desain pembelajaran interdisipliner dan pemecahan masalah autentik (Kim et al., 2022).

Temuan menunjukkan bahwa AI tidak lagi berfungsi sebagai teknologi pendukung pasif, melainkan telah menjadi komponen struktural dalam ekosistem pembelajaran adaptif. Pergeseran ini menandai transisi dari penggunaan AI sebagai alat menuju integrasi dalam desain pedagogis yang lebih sistemik. AI mentransformasi enam dimensi pendidikan, yaitu sumber belajar, lingkungan, metode, manajemen pengajaran, evaluasi, dan kurikulum (Liu et al., 2021). Transformasi tersebut tidak dapat dipisahkan dari evolusi historis AI dalam pendidikan yang mengarah pada integrasi teknologi dalam praktik pedagogis (Doroudi, 2023). Pada saat yang sama, kajian menunjukkan bahwa AI dalam pendidikan masih berada pada fase transisi dari inovasi teknologi menuju implementasi pedagogis yang lebih terstruktur (Crompton & Burke, 2023; Guan et al., 2020). Kondisi ini menegaskan bahwa pembelajaran adaptif berbasis AI bukan sekadar adopsi teknologi, melainkan rekonstruksi sistem pembelajaran secara menyeluruh dalam kerangka ekosistem digital yang integratif, di mana interaksi antara sistem, guru, dan siswa menjadi unit analisis utama.

Lebih lanjut, implementasi AI dalam pembelajaran adaptif menuntut desain pedagogis yang lebih fleksibel dan kontekstual, khususnya dalam mengintegrasikan Intelligent Tutoring Systems (ITS), alat AI interaktif, dan model kolaborasi siswa–AI secara seimbang sesuai karakteristik peserta didik. Sistem ITS dan platform adaptif memungkinkan personalisasi pembelajaran melalui penyesuaian konten dan umpan balik secara real-time sesuai kebutuhan individu siswa (Aggarwal, 2023; Hamal et al., 2022; Jameel & Imran, 2024). Di sisi lain, alat AI interaktif mendukung penguatan literasi digital dan berpikir komputasional melalui pengalaman belajar berbasis praktik (Haguchi et al., 2026; Yim & Su, 2025). Sementara itu, pendekatan kolaboratif siswa–AI menempatkan teknologi sebagai mitra belajar dalam proses konstruksi pengetahuan melalui desain pembelajaran interdisipliner dan tugas autentik (Kim et al., 2022). Namun demikian, efektivitas

implementasi tersebut sangat bergantung pada kesiapan infrastruktur, kompetensi pedagogis guru, dan literasi AI siswa (Hamal et al., 2022), serta harus mempertimbangkan aspek etika seperti privasi data, keamanan informasi, dan transparansi sistem agar pemanfaatan AI tetap bertanggung jawab dan berkelanjutan (Huang, 2023).

Dampak AI terhadap Keterlibatan Siswa SMP

Temuan lintas studi menunjukkan bahwa AI berkontribusi signifikan terhadap peningkatan keterlibatan siswa melalui mekanisme personalisasi, interaktivitas, dan adaptasi pembelajaran. Sistem AI memungkinkan penyesuaian konten dan umpan balik secara real-time sesuai kebutuhan individu, sehingga meningkatkan motivasi dan partisipasi siswa dalam proses belajar (Jameel & Imran, 2024; Aggarwal, 2023). Dalam konteks ini, AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai sistem yang membentuk pengalaman belajar yang lebih responsif dan adaptif, sejalan dengan transformasi pedagogis yang menempatkan teknologi sebagai bagian dari ekosistem pembelajaran (Liu et al., 2021; Doroudi, 2023). Namun, sebagaimana dicatat dalam kajian implementatif, efektivitas keterlibatan tersebut sangat dipengaruhi oleh kesiapan infrastruktur digital dan kompetensi pedagogis guru (Hamal et al., 2022), serta dipengaruhi oleh dimensi etika seperti privasi dan keamanan data yang perlu dijaga dalam lingkungan pembelajaran berbasis AI (Huang, 2023).

Lebih lanjut, peningkatan keterlibatan siswa juga berdampak pada kualitas proses kognitif dan hasil belajar. Haguchi et al. (2026) menemukan bahwa pembelajaran berbasis AI meningkatkan akurasi, konsistensi, dan kecepatan pemecahan masalah matematis, dengan literasi digital sebagai faktor mediasi yang menentukan tingkat keberhasilan interaksi siswa dengan sistem AI. Temuan ini diperkuat oleh Sidik et al. (2025) yang menunjukkan bahwa AI berkontribusi pada penguatan literasi digital dan literasi data sebagai kompetensi kunci abad ke-21. Dengan demikian, keterlibatan siswa tidak hanya bersifat perilaku, tetapi juga kognitif dan berbasis kompetensi. Dalam konteks pedagogis, Yim & Su (2025) menegaskan bahwa penggunaan AI learning tools pada pendidikan K–12 meningkatkan motivasi, partisipasi, dan interaksi siswa secara signifikan, yang menunjukkan relevansi langsung pada jenjang SMP.

Selain itu, keterlibatan siswa dalam pembelajaran berbasis AI bersifat progresif dan bertahap. Kim et al. (2022) mengidentifikasi tiga fase perkembangan interaksi siswa dengan AI, yaitu *learn about AI, learn from AI,* dan *learn together*, yang menggambarkan evolusi dari pemahaman dasar menuju kolaborasi aktif dalam pemecahan masalah. Model ini sejalan dengan pandangan Irfan & Ali (2023) yang menekankan bahwa integrasi AI dalam pembelajaran harus diarahkan pada penguatan praktik pedagogis kritis dan kolaboratif, bukan sekadar adopsi teknologi. Dengan demikian, kerangka bertahap tersebut memberikan dasar konseptual yang kuat untuk merancang pembelajaran berbasis AI di tingkat SMP secara sistematis, adaptif, dan terukur.

Manfaat Pedagogis Pembelajaran Berbasis AI

Temuan lintas studi menunjukkan bahwa implementasi AI dalam pembelajaran adaptif menghasilkan tiga manfaat pedagogis utama yang saling berkelanjutan, yaitu:

(1) Personalisasi pembelajaran berbasis data siswa

AI memungkinkan pembelajaran disesuaikan dengan kebutuhan individual melalui adaptasi konten, kecepatan, dan umpan balik berdasarkan data perilaku belajar siswa. Hal ini membuat proses pembelajaran lebih responsif terhadap perbedaan kemampuan dan gaya belajar, sekaligus mengatasi keterbatasan pembelajaran konvensional yang cenderung seragam (Aggarwal, 2023; Jameel & Imran, 2024). Secara konseptual, kondisi ini mencerminkan pergeseran menuju ekosistem pembelajaran adaptif yang lebih sistemik dan berbasis data (Liu et al., 2021; Doroudi, 2023).

(2) Penguatan kompetensi abad ke-21

Integrasi AI dalam pembelajaran berkontribusi pada pengembangan literasi digital, literasi data, dan pemikiran komputasional sebagai kompetensi inti abad ke-21. Interaksi siswa dengan sistem berbasis AI mendorong mereka untuk tidak hanya mengonsumsi informasi, tetapi juga memahami, mengolah, dan mengevaluasi data secara lebih kritis (Sidik et al., 2025; Yim & Su, 2025). Dalam konteks siswa SMP, penguatan kompetensi ini menjadi fondasi penting bagi kesiapan akademik dan adaptasi terhadap perkembangan teknologi di masa depan (Crompton & Burke, 2023; Irfan & Ali, 2023).

(3) Transformasi peran guru dalam ekosistem pembelajaran

AI tidak menggantikan peran guru, tetapi merekonstruksi fungsinya dalam proses pembelajaran. Guru bertransformasi dari penyampai informasi menjadi perancang pengalaman belajar, fasilitator interaksi kritis, serta pengelola kolaborasi antara siswa dan sistem AI (Liu et al., 2021; Crompton & Burke, 2023). Perubahan ini menuntut peningkatan kompetensi pedagogis berbasis teknologi agar guru mampu mengintegrasikan AI secara efektif dalam pembelajaran (Kim et al., 2022; Hamal et al., 2022), sekaligus memastikan proses belajar tetap bermakna dan terarah.

Tantangan Implementasi AI di Jenjang Pendidikan Menengah

Di samping berbagai manfaat pedagogis yang telah diidentifikasi, implementasi AI dalam pembelajaran adaptif pada jenjang pendidikan menengah juga menghadirkan sejumlah tantangan struktural dan pedagogis yang signifikan. Tantangan-tantangan tersebut bersifat multidimensional dan saling terkait, mencakup aspek kompetensi pendidik, kesiapan peserta didik, infrastruktur teknologi, serta keterbatasan bukti empiris yang tersedia dalam literatur. Dengan demikian, analisis lintas studi menunjukkan beberapa isu kunci yang perlu diperhatikan dalam implementasi AI di tingkat SMP sebagai berikut:

(1) Keterbatasan kompetensi AI guru

Salah satu tantangan utama implementasi AI adalah rendahnya kesiapan guru dalam aspek pengetahuan, keterampilan, dan kepercayaan diri dalam memanfaatkan teknologi AI dalam pembelajaran. Su et al. (2023) menegaskan bahwa tanpa kompetensi pedagogis berbasis AI yang memadai, integrasi teknologi tidak akan berjalan efektif dan berpotensi tidak memberikan dampak signifikan terhadap keterlibatan maupun hasil belajar siswa. Kondisi ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi AI sangat bergantung pada kesiapan sumber daya manusia, bukan hanya ketersediaan teknologi.

(2) Kesenjangan literasi digital siswa
Literasi digital siswa menjadi faktor penentu dalam keberhasilan pembelajaran berbasis AI. Haguchi et al. (2026) membuktikan bahwa manfaat AI dalam pembelajaran sangat dipengaruhi oleh tingkat literasi digital siswa, sehingga perbedaan kemampuan digital antarindividu dapat memperlebar kesenjangan hasil belajar. Dalam konteks ini, AI berpotensi tidak hanya menjadi alat pemerataan pendidikan, tetapi juga sumber baru ketimpangan jika tidak diimbangi dengan penguatan literasi digital secara sistematis.

(3) Keterbatasan infrastruktur dan generalisasi temuan
Sebagian besar studi yang dianalisis masih berasal dari konteks negara dengan infrastruktur digital yang relatif maju, sehingga penerapannya pada konteks SMP di negara berkembang, termasuk Indonesia, belum dapat digeneralisasi secara langsung. Variasi akses teknologi, kualitas jaringan, serta dukungan institusional menjadi faktor yang memengaruhi efektivitas implementasi AI di lapangan, sehingga diperlukan kajian kontekstual yang lebih spesifik.

(4) Dominasi studi teoritis dan minimnya bukti empiris pada SMP
Analisis menunjukkan bahwa mayoritas penelitian masih bersifat konseptual atau berbasis kajian literatur, dengan hanya sedikit studi empiris dan sangat terbatas yang secara khusus melibatkan siswa SMP sebagai subjek penelitian. Kesenjangan ini menegaskan bahwa bukti efektivitas AI dalam konteks pendidikan menengah pertama masih belum cukup kuat, sehingga diperlukan penelitian eksperimental dan longitudinal untuk memastikan validitas temuan dalam konteks pembelajaran nyata.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis tematik terhadap 10 artikel, Artificial Intelligence (AI) berperan signifikan dalam pembelajaran adaptif melalui personalisasi materi, penyesuaian evaluasi, dan umpan balik berbasis data yang berdampak pada peningkatan keterlibatan belajar, motivasi, serta penguatan kompetensi abad ke-21, khususnya literasi digital, pemecahan masalah, dan berpikir kritis. Temuan juga menunjukkan bahwa AI berfungsi sebagai sistem pembelajaran adaptif yang terintegrasi dalam ekosistem pendidikan, bukan sekadar alat bantu, dengan efektivitas yang dipengaruhi oleh kesiapan literasi digital siswa, kompetensi pedagogis guru, dan infrastruktur teknologi, serta dipengaruhi isu etika seperti privasi dan transparansi sistem.

Implementasi AI memerlukan penguatan desain pedagogis yang adaptif dan kontekstual agar integrasi teknologi tidak bersifat teknis semata, tetapi benar-benar mendukung pembelajaran bermakna. Selain itu, diperlukan pengembangan kompetensi guru dan literasi digital siswa secara simultan untuk mengoptimalkan manfaat AI dalam pembelajaran. Oleh karena itu, perlu diperluas melalui studi empiris lintas jenjang dan konteks, khususnya pada pendidikan menengah, guna memperkuat validitas temuan serta memberikan dasar yang lebih kuat bagi pengembangan kebijakan dan praktik pembelajaran berbasis AI.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, L. A., Talakua, P., Maipauw, M. M., Wachidah, N. C., Sn, N., Natasari, P. S., Nasution, M. B. K., & Sidik, D. P. (2026). *Algoritma dan Pemrograman: Teori dan Praktik Modern*. CV Ihsan Cahaya Pustaka.

Aggarwal, D. (2023). Exploring the scope of artificial intelligence (AI) for lifelong education through personalised & adaptive learning. *Journal of Artificial Intelligence, Machine Learning and Neural Network, 41*, 21–26. https://doi.org/10.55529/jaimlnn.41.21.26

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

Daga, A. T., Darma, V. P., Istiarsyah, Prabowo, J., Palupi, T. N., Husaein, A., Panjaitan, M. M. J., Desfita, V., Fatqurhohman, & Susetyo, A. M. (2026). *Smart learning ecosystem: Inovasi pembelajaran kolaboratif dan adaptif*. CV. Ihsan Cahaya Pustaka.

Doroudi, S. (2023). The intertwined histories of artificial intelligence and education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 33*(4). https://doi.org/10.1007/s40593-022-00313-2

Jameel, F. I., & Imran, R. S. (2024). The Role of Artificial Intelligence in Personalized and Adaptive Learning Environments. *Proceeding of the International Conference on Global Education and Learning, 1*(2), 253–258. https://doi.org/10.62951/icgel.v1i2.115

Fatqurhohman, F., & Huda, H. (2025). Implementation of Articulate Storyline learning media in cultivating students' character in the digital era. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam, 12*(1), 11–22. https://doi.org/10.24252/auladuna.v12i1a2.2025

Fatqurhohman, F., Sujiwo, D., Indarsih, A., & Hidayati, H. (2026). Validasi instrumen asesmen literasi matematis untuk siswa sekolah menengah pertama. *SMARTH: Journal of Mathematics Education and Learning, 2*(1), 11–22. https://doi.org/10.66031/smarth.v2i1.301

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

Haguchi, M., Wachidah, N. C., Adi, G. S., Irawijayanti, F., & Fatqurhohman, F. (2026). The effect of artificial intelligence–based learning on students' mathematical thinking in secondary education. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning, 2*(1), 13–26. https://doi.org/10.66031/jinea.v2i1.160

Hamal, O., El Faddouli, N. E., Alaoui Harouni, M. H., & Lu, J. (2022). Artificial intelligent in education. *Sustainability, 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

Irfan, M., & Ali, S. (2023). Integration of artificial intelligence in academia: A case study of critical teaching and learning in higher education. *Global Social Sciences Review, 8*(1), 352–364. https://doi.org/10.31703/gssr.2023(VIII-I).32

Kim, J., Lee, H., & Cho, Y. H. (2022). Learning design to support student-AI collaboration: Perspectives of leading teachers for AI in education. *Education and Information Technologies*, *27*(5). https://doi.org/10.1007/s10639-021-10831-6

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

Manoppo, C. J., Shalaki, T. M., & Raoda, F. (2025). Penerapan scaffolded direct instruction untuk meningkatkan pemahaman konseptual matematika siswa. *SMARTH: Journal of Mathematics Education and Learning*, *1*(2), 107–120. https://doi.org/10.66031/smarth.v1i2.172

Rochmad, C. S., Nasar, I., & Mujiono, M. (2025). The impact of artificial intelligence utilization on work efficiency and productivity of secondary school teachers. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, *1*(3), 163–172. https://doi.org/10.66031/jinea.v1i3.37

Saifi, A. G., Khlaif, Z. N., & Affouneh, S. (2024). The effect of using community-based learning program in science students' achievement according to Kolb's learning styles. Social Sciences and Humanities Open, 10(July), 101125. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101125

Santosa, W. H., & Sudirman, A. (2023). Factors influencing the implementation of cooperative learning: Elementary school teacher education department students' perspectives. *Edunesia: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, *4*(3), 1031–1048. https://doi.org/10.51276/edu.v4i3.501

Sholeh, R. N., Hermanto, Fatqurhohman, Susilawati, S., Surur, A. M., Sidik, D. P., Efendi, R., Adi, G. S., Damayanti, N. W., & Suryowati, E. (2026). *Pembelajaran matematika: Konsep, teori, dan aplikasinya*. CV. Ihsan Cahaya Pustaka.

Sidik, D. P., Irawijayanti, F., & Fatqurhohman, F. (2025). The role of artificial intelligence in enhancing digital and data literacy among secondary school students: A systematic literature review. *JINEA: Journal of Innovation in Education and Learning*, *1*(3), 173–188. https://doi.org/10.66031/jinea.v1i3.38

Soori, M., Jough, F. K. G., Dastres, R., & Arezoo, B. (2024). AI-Based Decision Support Systems in Industry 4.0, A Review. Journal of Economy and Technology. https://doi.org/10.1016/j.ject.2024.08.005

Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial intelligence literacy in early childhood education: The challenges and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 4*. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100124

Syam, H., Murniasih, T. R., Farman, F., & Fatqurhohman, F. (2025). Articulate Storyline as an interactive learning medium: A critical literature review. *RESET: Review of Education, Science, and Technology*, *1*(2), 101–112. https://doi.org/10.66031/reset.v1i2.46

Tian, X. (2024). Personalized translator training in the era of digital intelligence: Opportunities, challenges, and prospects. Heliyon, 10(20), e39354. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39354

Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025). Artificial intelligence 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