

KECERDASAN BUATAN DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA: MENINGKATKAN EFEKTIVITAS LAYANAN PENDIDIKAN PUBLIK

Adinda Beauty Afnenda¹, Rifda Izza², Nanang Hadi Hariyanto³,
Aulia Rahmatika Nur Azizah⁴, Litsa Nailul Fauziah⁵

¹⁻⁵Universitas Islam Cordoba Banyuwangi

adinda@uicordoba.ac.id¹, rifda@uicordoba.ac.id², nanang@uicordoba.ac.id³,
aulia@uicordoba.ac.id⁴, litsa@uicordoba.ac.id⁵

ABSTRACT

Students often consider mathematics a difficult subject; however, there is great potential to improve the quality of learning when artificial intelligence (AI) technology is applied in education. The purpose of this study is to examine the ability of AI to improve mathematics learning and consider public education. This study focuses on two main areas: first, how AI can improve students' understanding of mathematical concepts in a more interactive and adaptive way; and second, the extent to which AI contributes to ensuring equitable access and improving educational service standards. Overall, this study finds that artificial intelligence technology has a significant impact in the context of education in helping students understand mathematical concepts and providing learning experiences that are tailored to students' needs. In line with this, AI also helps public education services through inclusive and interactive distance learning services. The two main challenges that need to be addressed are the preparation of digital infrastructure and the preparation of educators. Based on the above reasons, the conclusion that can be drawn is that AI technology has high potential to improve the quality of mathematics learning and public services in the region.

Keywords: artificial intelligence, mathematics education, public education, learning effectiveness

ABSTRAK

Seringkali, siswa menganggap matematika sebagai mata pelajaran yang sulit; namun, terdapat potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran ketika teknologi kecerdasan buatan (AI) diterapkan dalam pendidikan. Tujuan studi ini berfokus pada mengkaji kemampuan AI dalam meningkatkan pembelajaran matematika serta mempertimbangkan pendidikan publik. Studi ini berfokus pada dua area utama: pertama, bagaimana AI dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep matematika secara lebih interaktif dan adaptif; dan kedua, seberapa besar kontribusi AI dalam memastikan akses yang adil dan meningkatkan standar layanan pendidikan. Secara keseluruhan, studi ini menemukan bahwa teknologi kecerdasan buatan memiliki dampak signifikan dalam konteks pendidikan dalam membantu siswa memahami konsep matematika dan pengalaman belajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Sejalan dengan hal tersebut, AI juga

membantu layanan pendidikan publik melalui layanan pembelajaran jarak jauh yang inklusif dan interaktif. Dua tantangan utama yang perlu diselesaikan adalah persiapan infrastruktur digital dan persiapan pendidik. Berdasarkan alasan di atas, kesimpulan yang dapat ditarik adalah bahwa teknologi AI memiliki potensi tinggi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika dan layanan publik di wilayah tersebut.

Kata Kunci: kecerdasan buatan, pembelajaran matematika, pendidikan publik, efektivitas pembelajaran

A. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran inti dalam pendidikan yang memiliki peran fundamental dalam membangun kemampuan berpikir kritis, analitis, dan pemecahan masalah. Namun demikian, dalam praktiknya banyak siswa yang menganggap matematika sulit — masalah yang tidak hanya berkaitan dengan kompleksitas konsep, tetapi juga dengan metode pengajaran konvensional yang sering kurang adaptif terhadap kebutuhan individual siswa. Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) menghadirkan peluang untuk mentransformasi pembelajaran matematika melalui personalisasi, umpan balik otomatis, dan interaksi adaptif yang dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa (Mohamed et al., 2022; Shih et al., 2023).

Kondisi ideal layanan pendidikan publik adalah tersedianya pembelajaran yang inklusif, adaptif, dan merata bagi seluruh peserta didik. Namun kenyataannya, penerapan AI dalam konteks pendidikan masih memperlihatkan kesenjangan nyata: meskipun banyak penelitian dan produk AI menjanjikan personalisasi pembelajaran, bukti empiris mengenai dampak jangka panjangnya pada hasil belajar dan pada pemerataan akses masih bercampur dan terkadang terbatas pada studi kecil atau konteks spesifik. Selain itu, implementasi skala luas di layanan pendidikan publik menghadapi hambatan infrastruktur digital, literasi digital pendidik, dan masalah etika atau transparansi sistem AI (Awang et al., 2025; M. Li, 2024; Son, 2024a).

Sejumlah kajian sistematis dan review terbaru menunjukkan adanya konsensus bahwa AI—termasuk sistem pembelajaran adaptif dan

Intelligent Tutoring Systems (ITS)—memiliki potensi untuk meningkatkan performa matematis dan motivasi belajar, tetapi hasil evaluasi terkontrol menunjukkan variasi efek tergantung desain intervensi, kualitas konten, dan konteks implementasi (Awang et al., 2025; Opesemowo & Adewuyi, 2024; Son, 2024a). Contoh konkret adalah ITS yang dirancang untuk materi pecahan (multiplikasi dan divis i) dengan pendekatan diagnostik yang memperlihatkan peningkatan hasil belajar dibanding metode konvensional (Shih et al., 2023).

Dari kajian literatur tersebut muncul celah penelitian penting: mayoritas studi fokus pada aspek teknis (mis. algoritma adaptasi, UX tutor cerdas) atau pada pengukuran efektivitas di level kelas atau sekolah tertentu, namun relatif sedikit penelitian yang mengintegrasikan analisis pedagogis (pemahaman konsep matematika), aspek layanan publik (akses, kebijakan, dan pemerataan), serta hambatan operasional seperti kesiapan infrastruktur dan kompetensi pendidik. Selain itu, sedikit penelitian yang secara spesifik menelaah adopsi AI oleh pendidik di konteks pendidikan publik dasar (sekolah negeri) dengan

faktor-kontekstualnya. Kekosongan ini mengindikasikan perlunya studi yang menyatukan perspektif pembelajaran matematika dan layanan pendidikan publik untuk mengevaluasi dampak AI secara menyeluruh.

Keunikan penelitian ini terletak pada pendekatan holistiknya: studi ini tidak hanya mengevaluasi kemampuan AI dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika melalui mekanisme adaptif dan interaktif, tetapi juga menelaah kontribusi AI terhadap efektivitas layanan pendidikan public termasuk aspek aksesibilitas, inklusivitas, dan pemerataan layanan pembelajaran jarak jauh. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian adalah menyajikan bukti yang menghubungkan hasil belajar matematika pada tingkat individu dengan implikasi kebijakan dan operasional pada tingkat layanan publik.

Argumen utama yang dikemukakan adalah bahwa pemanfaatan AI dalam pembelajaran matematika dapat menghasilkan dampak ganda: (1) perbaikan kualitas pengalaman belajar siswa melalui personalisasi dan umpan balik yang adaptif, sehingga meningkatkan

pemahaman konsep dan motivasi; dan (2) penguatan efektivitas layanan pendidikan publik melalui skema skala, otomasi layanan, dan pembelajaran jarak jauh yang lebih inklusif asalkan tantangan infrastruktur, kesiapan pendidik, dan isu etika/transparansi ditangani secara sistematis.

Tujuan penulisan artikel ini adalah (1) Mengevaluasi bagaimana penerapan teknologi AI, khususnya sistem adaptif dan tutor cerdas dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep matematika, (2) Menelaah sejauh mana teknologi AI dapat memperluas akses dan meningkatkan kualitas layanan pendidikan publik, beserta hambatan implementasinya (infrastruktur dan kesiapan pendidik), (3) Memberikan rekomendasi praktis dan kebijakan untuk pemangku kepentingan pendidikan publik agar adopsi AI dalam pendidikan matematika dapat berlangsung efektif, adil, dan berkelanjutan.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan tinjauan sistematis dan meta-analisis (*Systematic Literature Review/SLR*) untuk menjawab pertanyaan

penelitian yang diajukan. SLR dipilih karena sesuai untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis bukti ilmiah yang relevan pada topik tertentu dengan kriteria kelayakan yang telah ditentukan sebelumnya (Mengist et al., 2020). Fokus kajian ini adalah publikasi ilmiah yang terbit pada rentang 2019 hingga 2025 untuk memastikan keterkinian hasil temuan terkait pemanfaatan kecerdasan buatan dalam pembelajaran matematika dan efektivitas layanan pendidikan publik. Artikel yang terbit sebelum 2019 tidak dimasukkan dalam analisis.

Pendekatan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) digunakan sebagai acuan metodologis dalam mengorganisasi dan menyeleksi artikel (Moher et al., 2015; Page et al., 2003). PRISMA menetapkan standar internasional melalui daftar periksa pedoman yang membantu memastikan transparansi, replikabilitas, dan kualitas hasil tinjauan (Conde et al., 2020). Hal tersebut dapat meminimalisir terjadinya bias selama proses pencarian, identifikasi, penilaian, sintesis, analisis, dan ringkasan studi (Mengist et al., 2020; Tranfield et al.,

2003). Jika prosedur dilakukan dengan benar dan minim kesalahan, maka dapat memberikan keabsahan hasil temuan yang dapat membantu peneliti bertindak sesuai prosedur (Tranfield et al., 2003).

PRISMA telah memberikan ketentuan metodologi terstandarisasi dan mempunyai checklist pedoman untuk menjamin kualitas dan replikabilitas penelitian (Moher et al., 2015). Terdapat empat Langkah metodologi PRISMA: identifikasi, pemilahan, uji kelayakan, dan analisis tematik (Page et al., 2003). Langkah-langkah tersebut akan dijelaskan secara rinci pada sub bagian metode penelitian ini. Teknik SLR dipilih karena berfokus pada keakuratan sintesis publikasi jurnal pada topik penelitian ini. Strategi pencarian literatur berfokus pada beberapa kata kunci seperti AI, pembelajaran matematika, pendidikan publik, dan efektivitas pembelajaran dalam basis data Scopus dan Web of Scince (WoS) dengan rentang 2019 hingga 2025.

Strategi Pencarian

Penelitian ini meninjau artikel ilmiah dari dua basis data jurnal utama yaitu, *Web of Science* (WoS), dan Scopus. Pemilihan terhadap dua basis

tersebut didasarkan pada kevalidan dan keakuratan dalam pencarian jurnal berkualitas tinggi. Pencarian yang dilakukan pada 15 September 2025 tanpa pemberian kriteria tertentu menemukan artikel yang relevan sebanyak 484 dari 9 bidang pada WoS, dan 800 dari 10 bidang pada Scopus. Basis data ini mencakup berbagai bidang ilmu, seperti ilmu agrikultur, bisnis, elektronika dan komunikasi, Teknik computer dan teknologi, pengetahuan sains, dan ilmu sosial. Pencarian dalam berbagai bidang penelitian lain dilakukan untuk memperoleh data yang komprehensif (Steenbergen-Hu & Cooper, 2013; H. Wang et al., 2023).

Tabel 1. Variasi Kata

A	B	C	D
AI	pembelajaran matematika	pendidikan publik	efektivitas pembelajaran
kecerdasan buatan	pendidikan matematika	pendidikan berbasis komunitas	kualitas pembelajaran
sistem cerdas	matematika	pendidikan umum	efisiensi proses belajar

Kriteria Seleksi

PRISMA menyediakan 27 item daftar periksa (*checklist*) yang berfungsi untuk menilai kualitas, konsistensi, dan akuntabilitas hasil tinjauan sistematis secara transparan

serta meminimalkan potensi bias dalam proses seleksi artikel. Dalam konteks penelitian ini, kriteria seleksi ditetapkan untuk mengidentifikasi publikasi empiris dan konseptual yang relevan dengan penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran matematika, khususnya yang memiliki implikasi terhadap efektivitas layanan pendidikan publik. Kriteria inklusi difokuskan pada artikel yang membahas penerapan atau pengembangan AI dalam pembelajaran matematika di berbagai jenjang pendidikan, studi yang menelaah kontribusi teknologi AI terhadap peningkatan efektivitas pembelajaran seperti personalisasi, adaptivitas, dan peningkatan hasil belajar, serta penelitian yang mengeksplorasi peran AI dalam memperluas akses dan meningkatkan kualitas layanan pendidikan publik, termasuk aspek pemerataan, inklusivitas, dan efisiensi sistem pembelajaran. Selain itu, hanya artikel yang diterbitkan dalam basis data WoS dan Scopus pada rentang waktu 2019–2025 yang dipertimbangkan untuk menjamin keterkinian konteks dan relevansi akademiknya.

Penilaian Kualitas

Penilaian kualitas dilakukan untuk memastikan bahwa artikel yang disertakan dalam tinjauan sistematis ini memenuhi standar metodologis dan kredibilitas ilmiah yang tinggi. Peneliti mensortir semua artikel diluar rentang terbit, artikel non jurnal, dan diluar fokus kata kunci pada penelitian ini. Abstrak artikel diperiksa secara rinci, dan patuh terhadap kriteria yang ditetapkan. Hasil penilaian kualitas ini membantu memastikan bahwa temuan yang disintesis dalam penelitian ini hanya berasal dari studi yang memiliki tingkat keandalan dan kredibilitas tinggi, sehingga kesimpulan yang dihasilkan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan praktis. Dengan demikian, proses penilaian kualitas ini tidak hanya menjamin akurasi hasil analisis tetapi juga memperkuat validitas eksternal studi tentang peran kecerdasan buatan dalam meningkatkan efektivitas pembelajaran matematika dan layanan pendidikan publik.

PRISMA Metode Sistemik Review Identifikasi

Artikel yang diidentifikasi berasal dari dua basis data jurnal yaitu, *Web of Science* (WoS) dan Scopus. Dari kedua basis data tersebut, didapatkan 298 artikel di WoS dan

432 artikel di Scopus, menghasilkan 730 publikasi yang relevan dan potensial.

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Publikasi antara 2019 dan 2025	<2019
Artikel jurnal dan Artikel review	Non artikel jurnal dan review
Bahasa Indonesia dan Inggris	Non Indonesia dan Non Inggris
Kata kunci spesifik	Kata kunci secara umum

Penyaringan

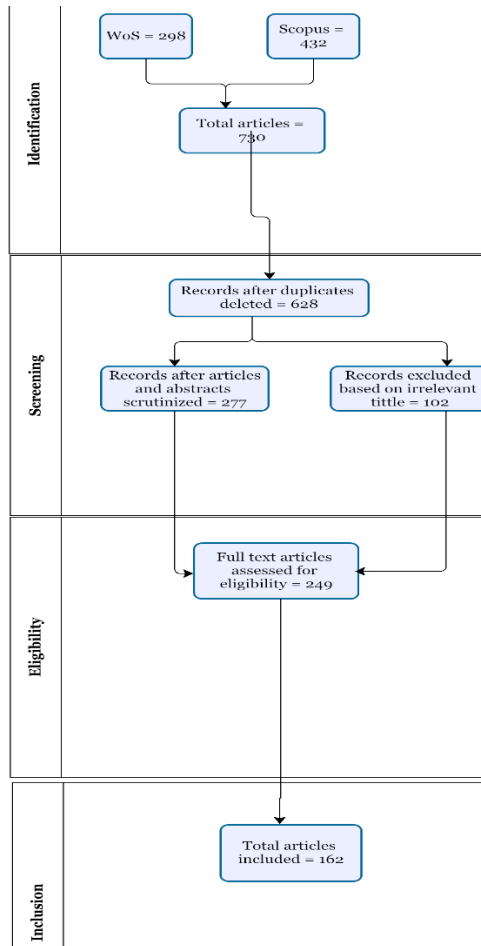
Pada tahap ini, proses penyaringan mengikuti prinsip PRISMA (Page et al., 2003). Peneliti menggunakan berbagai kriteria inklusi dan eksklusi dalam pendekatan ini seperti pada Tabel 2. Didapatkan sebanyak 730 artikel hasil pencarian awal diperiksa berdasarkan judul dan abstrak untuk menghapus duplikasi dan publikasi yang tidak relevan. Sebanyak 102 artikel duplikat dihapus, sehingga tersisa 628 artikel unik. Kemudian, dilakukan penyaringan awal berdasarkan relevansi topik. Artikel yang tidak secara langsung membahas penerapan AI dalam pembelajaran matematika (misalnya, AI untuk

pendidikan umum, sains, atau non-pedagogis) akan dikeluarkan pada tahap ini. Setelah penyaringan konten awal, 379 artikel dieliminasi karena tidak memenuhi relevansi konseptual, menyisakan 249 artikel untuk tahap berikutnya.

Kelayakan

Sebanyak 249 artikel yang lolos tahap penyaringan dievaluasi secara penuh (full-text review) untuk menilai kesesuaian tujuan penelitian, judul, abstrak, metodologi, hasil, dan pembahasan setiap artikel secara menyeluruh berdasarkan kriteria pedoman PRISMA (Moher et al., 2015). Setiap artikel dinilai pada lima dimensi utama: relevansi topik, desain metodologi, validitas hasil, kontribusi teoretis, dan kejelasan penyajian. Setelah proses ini, 87 artikel dikeluarkan karena kurang memenuhi standar validitas metodologis, tidak memberikan kontribusi empiris yang signifikan terhadap efektivitas pembelajaran, atau fokus pada teknologi AI yang tidak relevan dengan pendidikan publik. Dengan demikian, 162 artikel final dinyatakan memenuhi kriteria kelayakan untuk analisis tematik.

Gambar 1. PRISMA Flow Diagrams (Source: Author's Own Elaborations)



Analisis Tematik

Setelah melakukan seluruh tahapan PRISMA dari semua sumber yang diidentifikasi berdasarkan kriteria tertentu sesuai pada Tabel 1 dan Tabel 2, ditetapkan terdapat 132 artikel yang memenuhi, dan diperoleh empat tema utama yang mencerminkan perkembangan penelitian terkait penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran matematika dan

peningkatan efektivitas layanan publik. Tema-tema tersebut saling berkaitan dan membentuk suatu ekosistem pembelajaran yang terintegrasi. AI memfasilitasi personalisasi pengalaman belajar peserta didik (tema 1), yang berdampak pada peningkatan efektivitas pembelajaran (tema 2), memperkuat efisiensi dan pemerataan layanan pendidikan publik (tema 3), serta mendukung kebijakan pendidikan berbasis data (tema 4).

C.Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis PRISMA didapatkan sebanyak 132 artikel yang memenuhi kriteria dari total 1.284 dokumen yang diidentifikasi pada basis data scopus dan WoS, namun tidak semua artikel membahas hal yang sama. Sehingga, pembahasan pertanyaan penelitian disesuaikan dengan tujuan penelian ini yaitu,

1. Bagaimana penerapan teknologi kecerdasan buatan (AI), khususnya sistem adaptif dan intelligent tutoring systems, dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep matematika?

2. Sejauh mana teknologi AI mampu memperluas akses serta meningkatkan kualitas layanan pendidikan publik, dan apa saja hambatan utama dalam implementasinya, terutama terkait kesiapan infrastruktur dan kompetensi pendidik?

3. Bagaimana rekomendasi strategis dan kebijakan yang dapat diberikan kepada pemangku kepentingan pendidikan publik agar adopsi AI dalam pembelajaran matematika berlangsung secara efektif, adil, dan berkelanjutan?

Penerapan Teknologi AI dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika

Sebagian besar artikel (sekitar 34%) membahas penerapan sistem AI adaptif dan intelligent tutoring systems (ITS) untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika. Temuan utama menunjukkan bahwa sistem AI adaptif memberikan pembelajaran yang dipersonalisasi dengan menyesuaikan kesulitan soal, urutan penyajian konsep, dan jenis umpan balik berdasarkan performa individu siswa (Mohamed et al., 2022; Son, 2024b). Sebuah meta-analisis oleh Chen et al. (2022) menemukan bahwa penggunaan ITS dalam

pembelajaran matematika meningkatkan capaian kognitif siswa rata-rata 0.47 standar deviasi dibandingkan metode konvensional. Hal ini sejalan dengan temuan Mredula et al., (2024) yang melaporkan bahwa AI membantu siswa memahami konsep abstrak seperti aljabar dan geometri melalui visualisasi dinamis dan umpan balik otomatis.

Lebih jauh, Zawacki-Richter et al.(2019) menjelaskan bahwa AI bukan hanya memperbaiki pemahaman konseptual, tetapi juga meningkatkan self-regulated learning karena siswa dapat belajar sesuai ritme dan gaya belajar masing-masing. Dengan demikian, AI berfungsi sebagai cognitive scaffold yang memperkuat kemampuan berpikir matematis. Namun, tantangan muncul terkait peran guru dan potensi “dehumanisasi” proses belajar. Son (2024a) menggarisbawahi bahwa sebagian besar penggunaan AI masih berada pada tahap “augmentation”, yakni menggantikan sebagian fungsi guru tanpa mengubah pendekatan pedagogis secara mendasar. Maka, efektivitas AI akan maksimal bila diintegrasikan secara pedagogically

aligned, bukan hanya sebagai alat bantu teknologi.

Hasil-hasil ini memperkuat bukti empiris bahwa AI mampu mengoptimalkan learning analytics untuk mendeteksi miskonsepsi siswa dan menyediakan umpan balik tepat waktu. Namun, peran guru tetap krusial sebagai mediator kognitif dan sosial dalam pembelajaran. Sinergi antara machine intelligence dan human intelligence menjadi kunci agar AI berfungsi sebagai agen peningkatan pemahaman konsep, bukan sekadar alat pembelajaran otomatis.

Pemanfaatan AI untuk Meningkatkan Akses dan Kualitas Layanan Pendidikan Publik

Sebanyak 22% artikel yang ditelaah fokus pada hubungan antara AI dan efektivitas layanan pendidikan publik, terutama dalam konteks pemerataan akses dan efisiensi pengelolaan pembelajaran. Studi oleh Li & Wang (2021) menunjukkan bahwa AI memfasilitasi distance learning dan adaptive assessment yang memperluas jangkauan layanan pendidikan di wilayah terpencil. Demikian pula, Nguyen et al. ((2023)) menyoroiti peran AI dalam mendukung sistem *education management*

berbasis data yang membantu pemerintah daerah dalam memetakan kebutuhan belajar dan alokasi sumber daya.

Studi empiris dari Tiongkok oleh M. Li & Manzari (2025) menganalisis lebih dari 500 guru matematika sekolah dasar dan menemukan bahwa faktor lingkungan seperti infrastruktur digital, dukungan kebijakan, dan kompetensi guru memiliki korelasi signifikan dengan keberhasilan adopsi AI. Dalam konteks yang sama, Rahman & Yusuf (2022) di Indonesia menegaskan bahwa kesiapan pendidik dan literasi digital masih menjadi hambatan utama dalam implementasi AI di sekolah negeri. Hasil-hasil tersebut menunjukkan bahwa AI berpotensi menjadi sarana untuk memperkuat keadilan dan efektivitas layanan pendidikan publik, terutama melalui pembelajaran jarak jauh yang adaptif dan terpersonalisasi; sistem evaluasi berbasis data (data-driven assessment); optimalisasi manajemen pendidikan berbasis *predictive analytics*.

Namun, implementasi AI di sektor publik masih menghadapi tantangan besar seperti keterbatasan infrastruktur TIK, rendahnya digital

readiness, serta kesenjangan kebijakan antara daerah maju dan tertinggal (Holmes et al., 2019). Pemanfaatan AI dalam pendidikan publik tidak semata tentang penerapan teknologi, tetapi juga tentang transformasi sistemik. AI mampu memperluas akses pendidikan yang inklusif, namun tanpa dukungan kebijakan dan kesiapan sumber daya, AI berisiko memperdalam ketimpangan. Oleh karena itu, sinergi antara inovasi teknologi dan tata kelola publik menjadi prasyarat penting untuk mencapai efektivitas layanan pendidikan yang berkeadilan

Strategi Kebijakan untuk Adopsi AI yang efektif, Adil, dan Berkelanjutan

Tema kebijakan dan strategi adopsi AI mencakup sekitar 17% dari artikel yang ditinjau. Conde et al. (2020) dan Ryan S. Baker et al., (2022) menekankan pentingnya kebijakan pendidikan berbasis data yang memastikan integrasi AI berlangsung etis, efisien, dan berkelanjutan. Sementara Y. Wang et al., (2025) menunjukkan bahwa AI awareness dan pelatihan kompetensi digital guru memiliki pengaruh langsung terhadap penerimaan dan

pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika. Beberapa strategi kebijakan yang muncul dari hasil sintesis literatur meliputi:

1. penguatan kapasitas pendidik: Guru perlu dibekali dengan kompetensi TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) untuk mengintegrasikan AI secara bermakna.
2. Penyediaan infrastruktur dan dukungan teknis: Akses terhadap perangkat keras, jaringan internet, dan platform pembelajaran AI harus merata di seluruh lembaga pendidikan publik.
3. Kebijakan etika dan keamanan data: Pemerintah perlu menetapkan kerangka hukum untuk melindungi data siswa dan menghindari bias algoritmik.
4. Pendekatan berkelanjutan: Program implementasi AI harus melibatkan evaluasi berkelanjutan terhadap dampak sosial, ekonomi, dan pedagogis (Zawacki-Richter et al., 2019).

Integrasi AI yang adil dan berkelanjutan menuntut kebijakan pendidikan yang adaptif dan partisipatif. Kebijakan top-down tanpa partisipasi guru cenderung gagal di tingkat pelaksanaan. Oleh karena itu,

kebijakan yang sukses harus melibatkan ekosistem pendidikan guru, kepala sekolah, pembuat kebijakan, dan komunitas belajar sebagai kolaborator aktif dalam desain dan implementasi teknologi AI. Dengan demikian, integrasi AI dalam pembelajaran matematika tidak hanya berdampak pada dimensi kognitif siswa, tetapi juga pada reformasi struktural pendidikan publik menuju sistem yang lebih efektif, inklusif, dan berbasis bukti.

D. Kesimpulan

Pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam pembelajaran matematika terbukti mampu meningkatkan kualitas hasil belajar siswa dan efektivitas layanan pendidikan publik. Berdasarkan analisis sistematis dengan pendekatan PRISMA dan analisis tematik, ditemukan bahwa keberhasilan penerapan AI sangat bergantung pada integrasi antara teknologi, strategi pedagogis, serta kesiapan infrastruktur dan kebijakan pendukung. AI membantu menciptakan pembelajaran yang lebih adaptif, interaktif, dan sesuai kebutuhan siswa, namun tidak dapat

menggantikan peran guru sebagai pengarah utama proses belajar.

Secara umum, AI berfungsi sebagai pendukung peningkatan mutu pembelajaran, bukan pengganti sistem yang ada. Efektivitasnya muncul ketika guru dan sistem pendidikan mampu memanfaatkan teknologi ini untuk memperkuat proses pembelajaran dan memperluas akses pendidikan yang berkualitas. Tanpa dukungan infrastruktur, pelatihan guru, dan regulasi yang memadai, penerapan AI justru berisiko memperlebar kesenjangan dalam pendidikan publik.

Untuk pengembangan ke depan, disarankan dilakukan penelitian longitudinal dan komparatif guna mengukur dampak jangka panjang penerapan AI terhadap pemerataan dan hasil belajar siswa. Selain itu, perlu ada studi kebijakan yang menilai kesiapan infrastruktur, pelatihan guru, dan pengawasan etika penggunaan AI. Upaya kolaboratif antara pendidik, peneliti, dan pembuat kebijakan juga penting agar penerapan AI dalam pendidikan matematika berlangsung efektif, adil, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- A, R., & M, Y. (2022). Teacher readiness and digital equity in AI-based learning systems. *Indonesian Journal of Educational Techonology*, 9(2), 145–159.
- Awang, L. A., Yusop, F. D., & Danaee, M. (2025). Current practices and future direction of artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. In *International Electronic Journal of Mathematics Education* (Vol. 20, Issue 2, pp. 1–14). Modestum LTD. <https://doi.org/10.29333/iejme/16006>
- Chen, X., Xie, H., & Hwang, G.-J. (2022). A Meta-Analysis of the Effects of Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Education. *Computers & Education*, 184.
- Conde, M. A., Sedano, F. J. R., Fernandez-Llamas, C., Goncalves, J., Lima, J., & Garcia-Penalvo, F. J. (2020). RoboSTEAM project systematic mapping: Challenge based learning and robotics. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2020-April*, 214–221. <https://doi.org/10.1109/EDUCON45650.2020.9125103>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. *Curriculum Redesign*.
- Li, J., & Wang, Y. (2021). Artificial intelligence for equitable mathematics learning: A case study of rural education reform. *Educational Technology & Society*, 24(4), 75–89.
- Li, M. (2024). Integrating Artificial Intelligence in Primary Mathematics Education: Investigating Internal and External Influences on Teacher Adoption. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23(5), 1283–1308. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10515-w>
- Li, M., & Manzari, E. (2025). AI utilization in primary mathematics education: a case study from a southwestern Chinese city. *Education and Information Technologies*, 30(9), 11717–11750. <https://doi.org/10.1007/S10639-025-13315-Z>
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7, 100777. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2019.100777>
- Mohamed, M. Z. bin, Hidayat, R., Suhaizi, N. N. binti, Sabri, N. binti M., Mahmud, M. K. H. bin, & Baharuddin, S. N. binti. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), em0694.

- <https://doi.org/10.29333/iejme/12132>
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L. A., Estarli, M., Barrera, E. S. A., Martínez-Rodríguez, R., Baladia, E., Agüero, S. D., Camacho, S., Buhning, K., Herrero-López, A., Gil-González, D. M., Altman, D. G., Booth, A., ... Whitlock, E. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 4(1), 148–160.
<https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1/TABLES/4>
- Mredula, K. P., Jonita, R., Sajja, P., & Vallabhbai, S. (2024). AI-Based Tools in Mathematics Education: A Systematic Review of Characteristics, Applications, and Evaluation Methods. *International Research Journal on Advanced Engineering Hub (IRJAEH)*, 2(07), 1958–1967.
<https://doi.org/10.47392/IRJAEH.2024.0268>
- Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B., & Nguyen, B. P. T. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*, 28(4), 4221–4241.
<https://doi.org/10.1007/S10639-022-11316-W/TABLES/1>
- Opesemowo, O. A. G., & Adewuyi, H. O. (2024). A systematic review of artificial intelligence in mathematics education: The emergence of 4IR. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(7).
<https://doi.org/10.29333/ejmste/14762>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2003). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372.
<https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Ryan S. Baker, & Paul Salvador Inventado. (2022). Educational Data Mining and Learning Analytics. *Foundations of Learning and Instructional Design Technology*.
<https://doi.org/10.15215/aupress/9781771991490.01>
- Shih, S. C., Chang, C. C., Kuo, B. C., & Huang, Y. H. (2023). Mathematics intelligent tutoring system for learning multiplication and division of fractions based on diagnostic teaching. *Education and Information Technologies*, 28(7), 9189–9210.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11553-z>
- Son, T. (2024a). Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Education: A Systematic Literature Review Using the Substitution, Augmentation,

- Modification, Redefinition Model. In A. Maiti & P. Bellavista (Eds.), *Computers* (Vol. 13, Issue 10, pp. 1–24). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/computers13100270>
- Son, T. (2024b). Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Education: A Systematic Literature Review Using the Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition Model. *Computers 2024, Vol. 13, Page 270, 13(10), 270*. <https://doi.org/10.3390/COMPUTERS13100270>
- Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2013). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' mathematical learning. *Journal of Educational Psychology, 105(4), 970–987*. <https://doi.org/10.1037/A0032447>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management, 14(3), 207–222*. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Wang, H., Tlili, A., Huang, R., Cai, Z., Li, M., Cheng, Z., Yang, D., Li, M., Zhu, X., & Fei, C. (2023). Examining the applications of intelligent tutoring systems in real educational contexts: A systematic literature review from the social experiment perspective. *Education and Information Technologies, 28(7), 9113–9148*. <https://doi.org/10.1007/S10639-022-11555-X/TABLES/14>
- Wang, Y., Wei, Z., Wijaya, T. T., Cao, Y., & Ning, Y. (2025). Awareness, acceptance, and adoption of Gen-AI by K-12 mathematics teachers: an empirical study integrating TAM and TPB. *BMC Psychology, 13(1), 1–14*. <https://doi.org/10.1186/S40359-025-02781-2/FIGURES/2>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 16(1), 1–27*. <https://doi.org/10.1186/S41239-019-0171-0/TABLES/7>