



Meta Analisis Pengaruh Penggunaan AI terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa

Kemal Adristya Aunurrahim*

Universitas Singaperbangsa Karawang, *Penulis Korespondensi: 2310631050089@student.unsika.ac.id

Sutirna

Universitas Singaperbangsa Karawang

ABSTRAK

Dengan meningkatnya perhatian terhadap *Artificial Intelligence* (AI) dalam pendidikan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan AI terhadap hasil belajar matematika siswa pada jenjang pendidikan dasar dan menengah. Penelitian menggunakan metode meta analisis dengan menggunakan artikel-artikel dari Google Scholar, ERIC, dan Garuda. Pencarian artikel dilakukan pada ketiga database menggunakan kata kunci yang berkaitan dengan AI, matematika, dan sekolah. Dari hasil pencarian, ditemukan 805 artikel yang sesuai dengan kata kunci yang diberikan. Hasil seleksi 805 artikel menyisakan 15 artikel yang memenuhi kriteria inklusi-eksklusi untuk digunakan sebagai sampel meta analisis ini. Analisis data menggunakan alat bantu berupa software R. Hasil meta analisis menggunakan model efek acak menghasilkan effect size keseluruhan yang tinggi dan signifikan sehingga penggunaan AI memberikan dampak positif yang besar dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa. Hasil analisis variabel moderator menunjukkan bahwa jenjang pendidikan dan kategori AI tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variasi effect size sehingga pengaruh penggunaan AI terhadap hasil belajar matematika siswa bersifat konsisten di setiap jenjang pendidikan dan kategori AI. Dengan demikian, penggunaan AI dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan hasil belajar matematika siswa pada jenjang sekolah dasar dan menengah.

Kata kunci: *Artificial intelligence*, hasil belajar matematika, pendidikan dasar dan menengah

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital pada abad ke-21 telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Maraknya pengembangan teknologi kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) menjadikan adanya perubahan dalam sistem pembelajaran, dari metode konvensional menuju pembelajaran berbasis teknologi digital. Transformasi ini tidak hanya mengubah cara guru menyampaikan materi, tetapi juga memengaruhi cara peserta didik berinteraksi dengan sumber belajar. Munculnya teknologi AI terbukti memberikan manfaat dalam sektor pendidikan, khususnya dalam mendukung personalisasi pembelajaran, efisiensi administrasi, serta perluasan akses pendidikan di berbagai belahan dunia (Yuskovych-Zhukovska dkk., 2022). Teknologi AI memungkinkan proses pembelajaran menjadi lebih personal, adaptif, dan efisien melalui integrasi sistem cerdas seperti asisten virtual, *chatbot*, serta platform pembelajaran berbasis AI yang mampu menyesuaikan materi dengan kebutuhan dan kemampuan peserta didik (Aditiya dkk., 2025).

Matematika sebagai ilmu dasar dalam kehidupan memiliki peran penting untuk dipelajari dan dipahami oleh peserta didik. Matematika berfungsi sebagai sarana untuk melatih kemampuan berpikir logis, sistematis, kritis, dan analitis yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan serta pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari. OECD dan United Nations menekankan bahwa peserta didik perlu dibekali dengan kompetensi matematika yang memadai agar mampu merespons dinamika masyarakat global yang berubah dengan cepat serta mendukung pembangunan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan Standar Kompetensi Lulusan dalam Permendikbudristek No. 5 Tahun 2022 yang menekankan pentingnya kemampuan numerasi bagi setiap peserta didik.

Pada kenyataannya, pembelajaran matematika masih menjadi tantangan besar bagi banyak peserta didik di Indonesia. Kesulitan siswa dalam memahami konsep matematika sering kali disebabkan oleh karakteristik materi yang bersifat abstrak serta metode pembelajaran yang masih didominasi pendekatan satu arah dan berpusat pada guru. Kondisi ini menyebabkan siswa mengalami hambatan dalam memvisualisasikan konsep dan mengaitkannya dengan konteks kehidupan nyata. Dampak dari kesulitan tersebut tercermin pada rendahnya hasil belajar matematika siswa. Survei PISA 2022 menunjukkan skor numerasi siswa Indonesia sebesar 366 poin, mengalami penurunan dari skor sebelumnya yaitu 379 poin, dengan sebanyak 82% siswa usia 15 tahun berada di bawah standar level 2 PISA (Silambona, 2025). Hasil ini menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan konsep matematika untuk menyelesaikan permasalahan kehidupan sehari-hari. Indonesia juga menempati peringkat ke-70 dari 81 negara dalam skor matematika PISA 2022, yang menandakan perlunya upaya serius untuk meningkatkan kualitas pembelajaran matematika.

Salah satu faktor yang berkontribusi terhadap rendahnya hasil belajar matematika siswa adalah belum optimalnya pemanfaatan teknologi sebagai sarana pendukung pemahaman konsep. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika dapat memberikan dampak positif terhadap pemahaman konsep dan hasil belajar siswa (Craig dkk., 2013; Huang dkk., 2016; Pane dkk., 2014). Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem berbasis AI mulai banyak dikaji karena kemampuannya dalam memberikan umpan balik langsung, adaptasi tingkat kesulitan soal, serta dukungan pembelajaran individual. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penerapan sistem berbasis AI mampu meningkatkan nilai ujian dan performa tes matematika siswa secara signifikan dibandingkan metode pembelajaran tradisional (Alrakhawi dkk., 2023; Clément dkk., 2024; Ma dkk., 2014; Niño-Rojas dkk., 2024; VanLehn, 2011; Steenbergen-Hu & Cooper, 2013).

Pemanfaatan AI dalam pembelajaran matematika di Indonesia masih menghadapi tantangan, terutama terkait kebijakan sekolah yang membatasi penggunaan gawai oleh siswa. Kebijakan ini berdampak pada terbatasnya akses siswa terhadap teknologi AI secara mandiri di lingkungan sekolah. Kondisi tersebut menimbulkan kesenjangan antara potensi besar teknologi AI dalam meningkatkan hasil belajar matematika dan realitas implementasinya di sekolah. Padahal, berbagai penelitian internasional menunjukkan bahwa sistem berbasis AI secara konsisten mampu meningkatkan hasil belajar dibandingkan metode pembelajaran konvensional (Craig dkk., 2013; Ma dkk., 2014). Oleh karena itu, diperlukan kajian yang lebih komprehensif untuk menilai sejauh mana pengaruh penggunaan AI terhadap hasil belajar matematika siswa secara umum.

Penelitian tentang pengaruh penggunaan AI terhadap hasil belajar matematika siswa masih relatif terbatas dan umumnya dilakukan dengan jumlah sampel yang kecil serta pada jenjang pendidikan tertentu. Beberapa penelitian hanya berfokus pada tingkat sekolah dasar (Hwang, 2022), sementara penelitian lain lebih menitikberatkan pada pendidikan tinggi (Steenbergen-Hu & Cooper, 2014), sehingga belum memberikan gambaran menyeluruh pada jenjang pendidikan dasar dan menengah. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji secara sistematis pengaruh penggunaan AI terhadap hasil belajar matematika siswa pada jenjang pendidikan dasar dan menengah melalui pendekatan meta analisis. Dengan menggabungkan hasil-hasil penelitian terdahulu, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan kesimpulan yang lebih kuat dan komprehensif serta memberikan rekomendasi berbasis bukti bagi pendidik dan pembuat kebijakan terkait pemanfaatan AI dalam pembelajaran matematika.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode meta analisis untuk melihat pengaruh penggunaan AI terhadap hasil belajar matematika siswa. Pencarian artikel dilakukan pada website Google Scholar, ERIC, dan Garuda, dengan menggunakan kata kunci pada

Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kata Kunci Pencarian Artikel

Google Scholar	ERIC	Garuda
a. "Kecerdasan Buatan" AND "Hasil Belajar Matematika" AND ("SD" OR "SMP" OR "SMA")	"artificial intelligence" AND "mathematics achievement" AND "School"	a. "artificial intelligence", "matematika"
b. ("AI Tools") AND ("mathematics achievement") AND ("School")		b. "kecerdasan buatan", "matematika"
		c. "kecerdasan buatan", "hasil belajar matematika"

Pemilihan artikel dilakukan dengan berdasarkan pada kriteria inklusi-eksklusi yang telah ditetapkan dalam

Tabel 2 berikut.

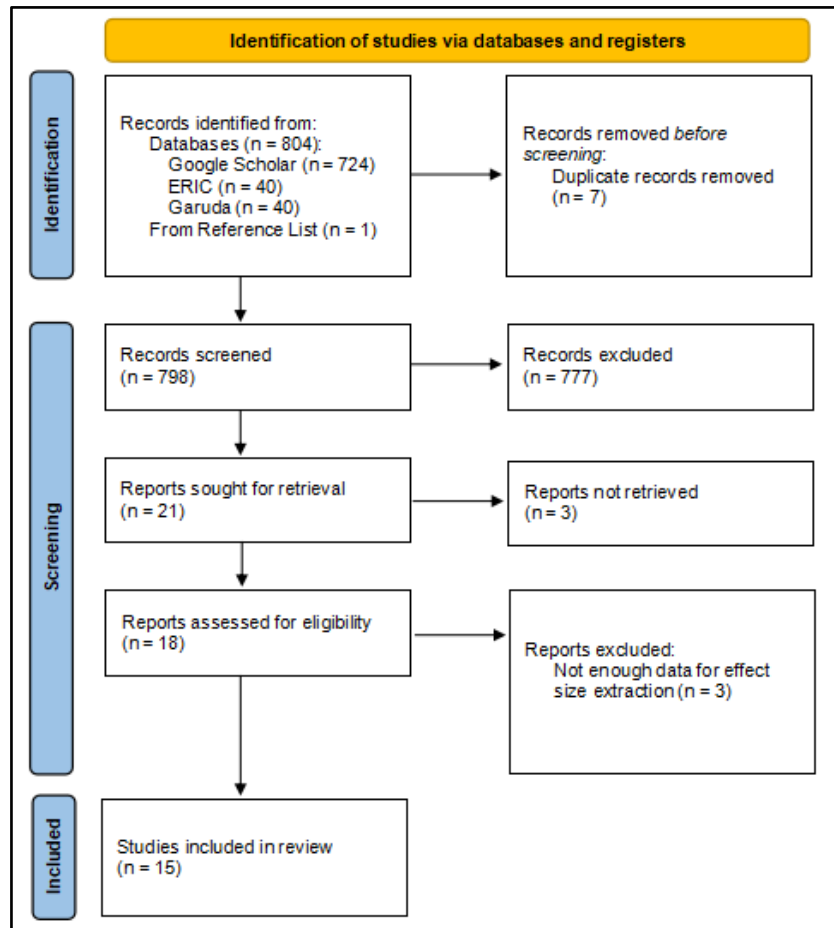
Tabel 2. Kriteria Inklusi-Eksklusi Artikel

Nomor	Inklusi	Eksklusi
1	Artikel yang membahas hubungan AI dengan hasil belajar matematika siswa pada jenjang pendidikan dasar dan menengah.	Artikel yang tidak membahas hubungan AI dengan hasil belajar matematika siswa pada jenjang pendidikan dasar dan menengah.
2	Artikel berada pada rentang 5 tahun terakhir.	Artikel di luar dari rentang 5 tahun terakhir.
3	Artikel terakreditasi secara nasional atau internasional.	Artikel tidak terakreditasi secara nasional dan internasional.
4	Artikel menggunakan metode penelitian eksperimen atau kuasi-eksperimen.	Artikel tidak menggunakan metode penelitian eksperimen atau kuasi-eksperimen.

Artikel yang diperoleh berjumlah 805 dengan 804 artikel berasal dari database Google Scholar, ERIC, dan Garuda, lalu 1 artikel berasal dari referensi salah satu dari 804 artikel. 7 artikel duplikat dieksklusi sebelum memasuki tahap penyaringan sehingga tersisa 798 artikel. Dari 798 artikel, sebanyak 777 artikel dieksklusi karena tidak memenuhi kriteria inklusi-eksklusi. Artikel yang diperoleh dicari sumbernya untuk mendapatkan fail pdf nya, terdapat 3 artikel yang tidak ditemukan fail pdf nya karena tidak *open access* atau tidak ada sama sekali. Sisa artikel diperiksa untuk melihat kecukupan data untuk menghitung *effect size*, terdapat 3 artikel yang tidak memenuhi. Total artikel yang diperoleh adalah 15 artikel untuk digunakan dalam meta analisis.

Skema koding dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan sistematis terhadap variabel moderator. Variabel moderator yang diidentifikasi adalah jenjang pendidikan dan kategori AI yang digunakan. Jenjang pendidikan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu sekolah dasar (SD), sekolah menengah pertama (SMP), dan sekolah menengah atas (SMA). Kategori SD digunakan untuk artikel dengan sampel berupa siswa kelas 1–6. Kategori SMP digunakan untuk artikel dengan sampel berupa siswa kelas 7–9. Kategori SMA digunakan

untuk artikel dengan sampel berupa siswa kelas 10–12. Jika tidak disebutkan kelasnya, maka istilah *primary school* dikonversi menjadi SD, *Middle/Junior high/Intermediate* dikonversi menjadi SMP, serta *Highschool* dikonversi menjadi SMA. Penggunaan AI dalam penelitian ini dikategorikan menjadi lima jenis, yaitu GenAI/LLM, ALS, model berbasis AI, aplikasi AI, serta media berbasis AI. Jika tidak disebutkan jenis AI nya, maka ditulis sebagai “Tidak Disebutkan”. Diagram alir yang menunjukkan proses PRISMA seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram PRISMA

Selanjutnya, meta analisis dilakukan dengan empat langkah. Pertama, uji heterogenitas dilakukan dengan uji Q dan uji I^2 untuk melihat apakah terdapat heterogenitas yang signifikan dalam sampel meta analisis. Jika nilai I^2 lebih dari 50%, akan lebih tepat untuk menggunakan model efek acak dan memeriksa alasan varians dalam ukuran efek dengan menerapkan analisis moderator (Hillmayr dkk., 2020; Borenstein dkk., 2009). Kedua, *effect size* dari masing-masing studi dihitung untuk dimasukkan ke dalam model sehingga mendapatkan *effect size* keseluruhan. Jika *effect size* tidak dilaporkan dalam artikel, penghitungan *effect size* dilakukan secara manual dengan menggunakan rata-rata, simpangan baku, dan ukuran sampel. Penghitungan *effect size* dilakukan dengan menggunakan rumus *Hedges' g*. Pengategorian *effect size* mengikuti klasifikasi Cohen yang ditunjukkan dalam Tabel 3 berikut (Simply Psychology, 2023).

Tabel 3. Kategori *Effect Size*

<i>Effect Size</i> (ES)	Keterangan
$0,8 \leq ES$	Tinggi
$0,5 \leq ES < 0,8$	Sedang

$0,2 \leq ES < 0,5$
 $0,2 > ES$

Rendah
 Tidak Ada

Ketiga, analisis moderator dilakukan untuk menguji pengaruh berbagai variabel terhadap *effect size* keseluruhan. Perbedaan signifikan antar kelompok diuji menggunakan uji Q_M . Keempat, bias publikasi diperiksa untuk mengecek apakah artikel dengan hasil yang signifikan secara statistik lebih mungkin dimasukkan dalam meta analisis dibandingkan penelitian dengan hasil yang tidak signifikan (Borenstein dkk., 2009). Pemeriksaan bias publikasi dilakukan dengan *funnel plot* dan tes *fail-safe N*. Semua langkah perhitungan statistik yang disebutkan akan dilakukan dengan software R.

HASIL DAN PEMBAHASAN

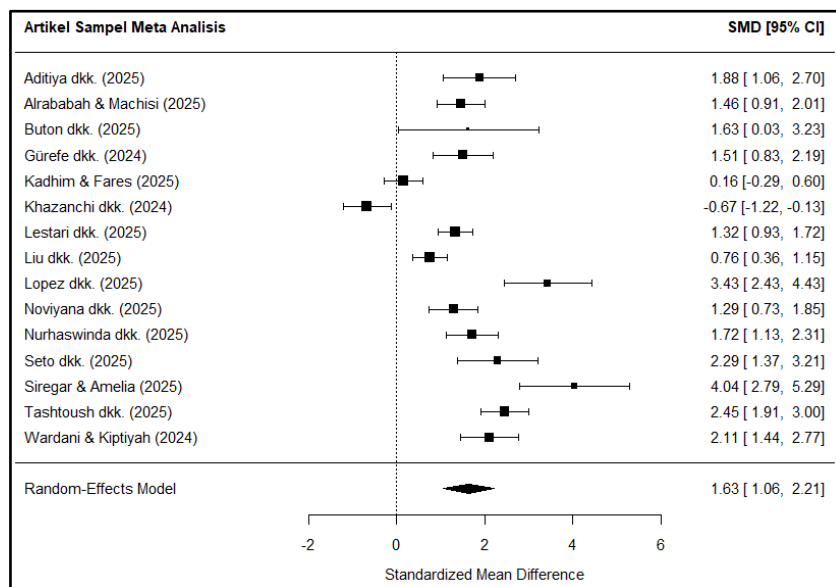
Hasil uji heterogenitas menunjukkan bahwa terdapat heterogenitas yang signifikan pada sampel meta analisis. Hasil uji Q bernilai signifikan ($Q = 151,1383$; $df = 14$; $p < 0,0001$), dan nilai I^2 lebih dari 50% ($I^2 = 92,4\%$) yang termasuk dalam kategori tinggi. Berdasarkan hasil tersebut, penghitungan *effect size* keseluruhan akan dilakukan dengan model efek acak dan dilakukan analisis moderator. Penghitungan *effect size* dilakukan pada setiap artikel dan diperoleh data *effect size* sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. *Effect Size* Artikel

Penulis Artikel	Effect Size	Jenjang Pendidikan	Kategori AI
Aditiya dkk. (2025)	1,884	SD	GenAI/LLM
Alrababah & Machisi (2025)	1,4626	SMA	ALS
Buton dkk. (2025)	1,6304	SMA	GenAI/LLM
Gürefe dkk. (2024)	1,5135	SD	Model berbasis AI
Kadhim & Fares (2025)	0,1579	SMP	Model berbasis AI
Khazanchi dkk. (2024)	-0,674	SMP	ALS
Lestari dkk. (2025)	1,3245	SMA	ALS
Liu dkk. (2025)	0,7559	SD	GenAI/LLM
Lopez dkk. (2025)	3,4331	SMA	GenAI/LLM
Noviyana dkk. (2025)	1,2906	SD	Model berbasis AI
Nurhaswinda dkk. (2025)	1,7188	SD	ALS
Seto dkk. (2025)	2,29	SMP	Aplikasi AI
Siregar & Amelia (2025)	4,0434	SD	Tidak Disebutkan
Tashtoush dkk. (2025)	2,4549	SMA	Aplikasi AI
Wardani & Kiptiyah (2024)	2,1087	SD	Media berbasis AI

Berdasarkan Tabel 4, *effect size* dari sampel artikel terbagi menjadi tiga kategori dengan 12 artikel memiliki *effect size* yang termasuk kategori tinggi, 1 artikel memiliki *effect size* yang termasuk kategori sedang, dan 2 artikel memiliki *effect size* yang termasuk kategori tidak ada. Sampel artikel yang digunakan terdiri dari 7 artikel dengan siswa jenjang sekolah dasar (SD), 3 artikel dengan siswa jenjang sekolah menengah pertama (SMP), dan 5 artikel dengan siswa jenjang sekolah menengah atas (SMA). Penggunaan jenis AI pada sampel artikel terbagi menjadi lima dengan 4 artikel menggunakan GenAI/LLM, 4 artikel menggunakan ALS, 3 artikel menggunakan model berbasis AI, 2 artikel menggunakan aplikasi AI, 1 artikel menggunakan media berbasis AI, dan 1 artikel tidak disebutkan jenis AI yang digunakannya.

Penghitungan *effect size* keseluruhan sampel artikel menggunakan *forest plot* sebagaimana disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. *Forest Plot*

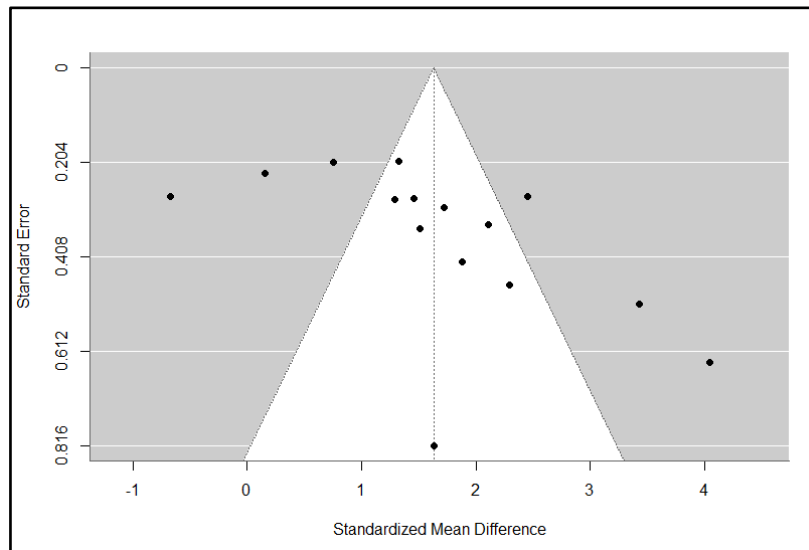
Berdasarkan Gambar 2, *effect size* keseluruhan diperoleh sebesar 1,63 dengan kategori tinggi dan bernilai signifikan ($p < 0,0001$). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan AI memiliki pengaruh yang besar dan signifikan dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa. Analisis moderator dilakukan untuk menguji signifikansi pengaruh variabel moderator jenjang pendidikan dan kategori AI terhadap efek AI pada hasil belajar matematika siswa. Hasil analisis moderator disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Analisis Moderator

Variabel Moderator	Subgrup	K	g	SE	p	ci.lb	ci.ub	Tes Moderator
Jenjang Pendidikan	SD	7	1,8160	0,3845	<0,0001	1,0623	2,5696	$Q_M = 4,7337$ $p = 0,0938$
	SMP	3	0,5120	0,5801	0,3775	-0,6250	1,6489	
	SMA	5	2,0429	0,4655	<0,0001	1,1305	2,9552	
Kategori AI	GenAI/LLM	4	1,8732	0,5212	0,0003	0,8516	2,8948	$Q_M = 9,6274$ $p = 0,0865$
	ALS	4	0,9585	0,4783	0,0451	0,0211	1,8959	
	Model	3	0,9711	0,5558	0,0806	-0,1182	2,0604	
	Media	1	2,1087	0,9791	0,0313	0,1897	4,0278	
	Aplikasi	2	2,3784	0,7025	0,0007	1,0015	3,7554	
Tidak Disebutkan	1	4,0434	1,1177	0,0003	1,8527	6,234		

Hasil analisis pada Tabel 5 menunjukkan bahwa variabel jenjang pendidikan tidak memiliki efek yang signifikan ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan pada *effect size* antara tingkatan dalam jenjang pendidikan. Variabel kategori AI juga tidak memiliki efek yang signifikan ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan pada *effect size* antara kategori AI dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa. Kesimpulannya, *effect size* keseluruhan tidak dipengaruhi oleh perbedaan dalam jenjang pendidikan dan kategori AI. Penggunaan AI pada jenjang SD dan SMA memiliki *effect size* (g) yang tinggi serta signifikan. Penggunaan AI pada jenjang SD dan SMA memberikan pengaruh besar dan signifikan terhadap hasil belajar matematika siswa. Pada jenjang SMP, nilai *effect size* tergolong sedang namun tidak signifikan sehingga

penerapan AI pada jenjang ini belum memberikan hasil yang konsisten. Penggunaan AI berdasarkan kategorinya menghasilkan *effect size* yang tinggi. Kategori AI GenAI/LLM dan ALS memberikan pengaruh yang besar dan signifikan terhadap hasil belajar matematika siswa. Penggunaan media berbasis AI dan aplikasi AI juga memberikan pengaruh yang besar dan signifikan terhadap hasil belajar matematika siswa, mengindikasikan bahwa penggunaan AI yang dikemas dalam bentuk media atau aplikasi interaktif lebih efektif meningkatkan hasil belajar matematika. Untuk penggunaan model berbasis AI memiliki efek yang besar namun tidak signifikan. Secara umum, penggunaan AI memberikan pengaruh yang besar dan positif terhadap terhadap hasil belajar matematika siswa.



Gambar 3. *Funnel Plot*

Hasil *funnel plot* pada Gambar 3 menunjukkan bahwa *plot* tidak simetris. Akan tetapi, sulit menyimpulkan apakah hasil *funnel plot* benar-benar tidak simetris atau simetris sehingga perlu menggunakan bantuan metode lain, yaitu *fail-safe N* (Azkia, 2023). Hasil *fail-safe N* menggunakan pendekatan Rosenthal adalah sebesar 1688. Nilai *fail-safe N* dibandingkan dengan nilai $5K + 10$, dengan K merupakan jumlah studi pada meta analisis. Diperoleh nilai *fail-safe N* lebih besar dari $5K + 10$ ($1688 > 85$), dengan $p < 0,0001$ dan target signifikansi 0,05. Dengan demikian, tidak terdapat bias publikasi yang signifikan untuk mengurangi validitas penelitian dan *funnel plot* yang dihasilkan simetris. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AI memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar matematika siswa. Penggunaan AI dalam pembelajaran matematika memberikan pengaruh yang besar dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian Hwang (2022) yang menyatakan bahwa AI memiliki pengaruh yang signifikan dan positif terhadap prestasi matematika siswa, dengan ukuran efek yang lebih kecil ($ES = 0,351$). Hasil dari penelitian ini memiliki lingkup yang lebih luas dibandingkan dengan penelitian Hwang (2022) yang berfokus pada pendidikan dasar sehingga memberikan wawasan baru tentang peran AI dalam pembelajaran matematika tingkat dasar dan menengah.

Penggunaan AI dalam jenjang pendidikan dasar dan menengah terbukti memberikan pengaruh yang besar dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa. AI yang digunakan dapat menghasilkan pengaruh yang berbeda, tergantung dari jenis yang digunakan. Pengaruh AI yang besar terdapat pada aplikasi AI, media berbasis AI, serta GenAI/LLM, kemudian dilanjutkan dengan model berbasis AI dan ALS. Pengaruh AI yang besar disebabkan oleh kemampuan teknologi ini dalam menyusun pengalaman belajar yang

disesuaikan dengan pemahaman matematis siswa. Selain itu, AI dapat memberikan umpan balik secara *real-time* kepada siswa mengenai tingkat kemampuan, kesulitan belajar, serta solusi untuk mengatasi kesulitan belajar. Dengan menggunakan AI, siswa lebih terbimbing dalam belajar matematika terutama dalam konteks belajar mandiri, namun masih diperlukan bimbingan dari guru agar siswa tidak bergantung pada AI atau terkena misinformasi. Selanjutnya, kredibilitas dan generalisasi dari hasil penelitian ini dianalisis lebih lanjut melalui tinjauan terhadap karakteristik publikasi artikel yang dimasukkan. Bagian artikel yang ditinjau adalah penulis dan afiliasinya, jurnal dan penerbitnya, serta akreditasi. Kredibilitas artikel yang tinggi menunjukkan bahwa meta analisis yang dilakukan tidak memiliki bias publikasi yang tinggi sehingga hasil penelitiannya valid.

Tabel 6. Identitas Artikel

Penulis	Afiliasi	Jurnal	Akreditasi
Rashmi Khazanchi ¹ Daniele Di Mitri ² Hendrik Drachslers ^{1,2}	¹ Open Universiteit, Heerlen, The Netherlands ² DIPF Leibniz Institute for Research and Information in Education, Frankfurt, Germany	Journal of Computer Assisted Learning (Wiley Blackwell Publishing Ltd)	Q1
Jingxi Liu ¹ Daner Sun ¹ Jin Sun ² Jingyun Wang ³ Philip Leung Ho Yu ¹	¹ The Education University of Hong Kong, Hong Kong SAR, China ² University of Macau, Macao SAR, China ³ Durham University, Durham, United Kingdom	Computers & Education: Artificial Intelligence (Elsevier)	Q1
Nejla Güreffe ¹ Gülfem Sarpkaya Aktaş ² Hava Öksüz ²	¹ Mersin University, Mersin, Turkey ² Çukurova University, Adana, Turkey	Behavioral Sciences (Multidisciplinary Digital Publishing Institute)	Q2
Mohammad A. Tashtoush ^{1,2} Aida B. Qasimi ² Nawal H. Shirawia ² Lubna A. Hussein ³	¹ AL-Huson College University, AL-Balqa Applied University, Jordan ² Sohar University, Sohar, Oman ³ Universiti Sains Malaysia, Malaysia	The Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics (Aliraqia University)	Q2
Tahreer Mohammed Kadhim, Ilham Jabar Fares	University of Baghdad/College of Education for Pure Sciences-Ibn Al- Haitham/Department of Mathematics, Iraq.	International Journal of Environmental Sciences (Integrated Publishing Association)	Q3
Hesti Noviyana, Fitriana Rahmawati, Arinta Rara Kirana, Mareyke Jessy Tanod	STKIP PGRI Bandar Lampung	Journal of Integrated Elementary Education (Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang)	Sinta 2
Nurhaswinda, Putri Hana Pebriana, Nurmalina	Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai	G-COUNS: Jurnal Bimbingan dan Konseling (Universitas PGRI Yogyakarta)	Sinta 2
Mega Ega Wardani, Siti Maryatul Kiptiyah	Universitas Negeri Semarang	Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar (Universitas Pendidikan Ganesha)	Sinta 2

Penulis	Afiliasi	Jurnal	Akreditasi
Muhammad Samsul Aditiya, Nur Khosiah, Yulina Fadilah	Institut Ahmad Dahlan Probolinggo	Best Journal (Biology Education, Sains and Technology)	Sinta 4
Yohana Loisa Buton, Beatrix Florentina Liarian, Rofina Anjelina Teti, Maria Florida Dhato, Febryanti Malan Sewo	Universitas Flores	Al-Irsyad Journal of Mathematics Education (STKIP Darud Da'wah wal Irsyad Pinrang)	Sinta 4
Gratia I. P. Lopez, Yohanes O. Jagom, Agapitus H. Kaluge	Universitas Katolik Widya Mandira	Leibniz : Jurnal Matematika (Universitas San Pedro)	Sinta 4
Riska Damayanty Siregar, Chairunnisa Amelia	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Cokroaminoto Journal of Primary Education (Universitas Cokroaminoto Palopo)	Sinta 4
Stefania Baptis Seto, Maria Melita Nunur, Marta Rini Siwo, Rosalia Deflora Nona, Arkanjela Sonia Wanwol	Universitas Flores	JagoMIPA : Jurnal Pendidikan MIPA (Yayasan Pendidikan Bima Berilmu)	Sinta 4
Anas Mahmoud Ahmad Alrababah, Eric Machisi	Department of Mathematics, Fujairah Boys High School, United Arab Emirates	Union: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika (Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa)	Sinta 4
Mugi Lestari, Moch Panji Agung Saputra, Nestia Lianingsih	Universitas Padjadjaran	International Journal of Ethno-Sciences and Education Research	Sinta 5

Berdasarkan Tabel 6, lima artikel berasal dari jurnal yang berakreditasi internasional, dengan dua artikel terbit di jurnal berkategori Q1, dua artikel terbit di jurnal berkategori Q2, dan satu artikel terbit di jurnal berkategori Q3. Sepuluh artikel berasal dari jurnal yang berakreditasi nasional, dengan tiga artikel terbit di jurnal sinta 2, enam artikel terbit di jurnal sinta 4, dan satu artikel terbit di jurnal sinta 5. Jurnal dengan peringkat Q1, Q2, Q3, dan Sinta 2 mencerminkan standar publikasi dan proses *peer-review* yang ketat sehingga artikel-artikel tersebut memiliki validitas metodologi dan pelaporan yang tinggi. Artikel yang dipublikasikan di jurnal Sinta 4 dan Sinta 5 cenderung memiliki risiko bias karena proses standar publikasi yang kurang ketat, namun masih relevan untuk digunakan. Secara keseluruhan, artikel yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kredibilitas yang dapat dipertanggungjawabkan karena sudah berakreditasi nasional atau internasional. Hal ini menjamin bahwa bias publikasi pada artikel tidak memengaruhi hasil penelitian secara signifikan. Afiliasi penulis memiliki keragaman konteks geografis yang luas, dimulai dari Eropa (Belanda, Jerman, UK), Asia Timur (China), Asia Barat (Turki, Yordania, Iraq, Oman, UAE), hingga Asia Tenggara (Malaysia, Indonesia). Keragaman ini memperkuat hasil penelitian karena efektivitas intervensi AI terbukti melintasi sistem kurikulum dan

tingkat infrastruktur teknologi yang berbeda. Namun, perlu dicatat bahwa keberhasilan AI bergantung pada konteks sumber daya dan pelatihan guru di wilayah tertentu. Dari aspek penerbit, jurnal-jurnal tersebut diterbitkan oleh berbagai lembaga bereputasi, baik internasional seperti Wiley Blackwell, Elsevier, MDPI, dan Integrated Publishing Association, maupun penerbit nasional seperti Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Universitas Pendidikan Ganesha, dan Universitas PGRI Yogyakarta. Keberagaman penerbit ini mencerminkan luasnya jangkauan penelitian yang digunakan dalam meta analisis serta memberikan representasi yang seimbang antara konteks global dan lokal dalam penggunaan AI untuk pembelajaran matematika.

Secara keseluruhan, variasi penulis, akreditasi jurnal, dan penerbit menunjukkan bahwa penelitian ini dilakukan pada berbagai tingkat dan konteks pendidikan. Artikel dari jurnal bereputasi tinggi (Q1–Q3) memberikan kekuatan empiris dari sisi metodologi dan dampak global, sementara artikel dari jurnal nasional memperkaya pemahaman kontekstual mengenai implementasi AI dalam lingkungan pendidikan secara lokal. Kombinasi ini memperkuat validitas dan keberagaman sumber data dalam meta analisis serta memberikan gambaran komprehensif mengenai efektivitas penggunaan AI dalam meningkatkan hasil belajar matematika siswa di jenjang pendidikan dasar dan menengah. Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam jumlah artikel yang digunakan dikarenakan sedikitnya artikel yang membahas tentang pengaruh penggunaan AI terhadap hasil belajar matematika siswa sehingga hasil penelitian ini tidak bisa dijadikan perbandingan efektivitas antara pembelajaran matematika berbasis AI dengan pembelajaran konvensional. Penelitian ini hanya memeriksa variabel moderator jenjang pendidikan dan kategori AI. Variabel lain yang memengaruhi hasil belajar matematika siswa, seperti gaya pengajaran, lingkungan kelas, dan kondisi sosial-ekonomi (Hwang, 2022), tidak dibahas dalam penelitian ini. Jika variabel-variabel tersebut dimasukkan dalam penelitian, mungkin hasil penelitian yang didapat akan berbeda.

Berdasarkan keterbatasan yang disebutkan, penelitian di masa mendatang perlu menggunakan variabel moderator yang berbeda untuk memverifikasi hasil penelitian ini. Penelitian selanjutnya disarankan membahas mengenai perbandingan efektivitas pembelajaran matematika berbasis AI dengan pembelajaran konvensional, atau membandingkan efektivitas jenis-jenis AI yang berbeda terhadap hasil belajar matematika siswa.

SIMPULAN

Hasil meta analisis terhadap 15 artikel yang memenuhi kriteria inklusi-eksklusi menunjukkan bahwa *effect size* keseluruhan sebesar 1,63 dengan $p < 0,0001$. Temuan ini mengindikasikan bahwa penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) memberikan dampak positif yang besar dan signifikan terhadap peningkatan hasil belajar matematika siswa. Lebih lanjut, hasil analisis variabel moderator menunjukkan bahwa jenjang pendidikan dan kategori AI tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap variasi *effect size* keseluruhan. Hal ini mengimplikasikan bahwa efektivitas penggunaan AI dalam pembelajaran matematika relatif konsisten pada berbagai jenjang pendidikan serta pada beragam kategori AI yang digunakan sehingga jenjang pendidikan dan kategori AI tidak menjadi faktor pembeda utama dalam menentukan besarnya pengaruh penggunaan AI terhadap hasil belajar matematika siswa. Dengan demikian, penggunaan AI dapat meningkatkan hasil belajar matematika siswa pada jenjang sekolah dasar hingga menengah.

Hasil meta analisis ini memberikan dasar empiris yang kuat bagi pendidik, sekolah, dan pembuat kebijakan untuk mengintegrasikan AI ke dalam pembelajaran matematika di sekolah. Guru dapat memanfaatkan berbagai macam AI yang ada sebagai *tools* pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Selain itu, institusi pendidikan perlu melakukan investasi pada teknologi AI dengan mengadakan penguatan kompetensi

pedagogis guru dalam merancang aktivitas pembelajaran berbasis AI. Bagi pengembang kurikulum dan pembuat kebijakan, hasil penelitian ini dapat menjadi landasan dalam merumuskan kebijakan integrasi AI dalam pembelajaran matematika di sekolah. Hal ini termasuk peninjauan kembali kebijakan pembatasan perangkat digital di kelas agar potensi besar AI yang ditemukan dalam penelitian ini dapat diakses secara merata oleh siswa untuk mengatasi keteringgalan literasi numerasi mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditiya, M. S., Khosiah, N., & Fadilah, Y. (2025). Efektivitas Penggunaan Asisten Virtual ChatGPT Berbasis Kecerdasan Buatan Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Matematika Di Madrasah Ibtidaiyah. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 8(2), 267–273.
- Ahmad, S. F., Rahmat, M. K., Mubarik, M. S., Alam, M. M., & Hyder, S. I. (2021). Artificial Intelligence and Its Role in Education. *Sustainability*, 13(22), 12902. <https://doi.org/10.3390/su132212902>
- Alrababah, A. M. A., & Machisi, E. (2025). The impact of using the Alef platform on 11th grade advanced mathematics students' achievement in conic sections. *UNION Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 13(2), 498–515. <https://doi.org/10.30738/union.v13i2.19656>
- Alrahwawi, H. A., Jamiat, N., & Abu-Naser, S. S. (2023). Intelligent Tutoring Systems in Education: a Systematic Review Of Usage, Tools, Effects and Evaluation. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 101(4), 1205–1226.
- Azkiya, N. F. (2023). *Meta-Analisis Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Digital Terhadap Hasil Belajar Matematika* [Skripsi Sarjana, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta]. Institutional Repository UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. <https://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/67090>
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470743386>
- Buton, Y. L., Liarian, B. F., Teti, R. A., Dhato, M. F., & Sewo, F. M. (2025). Penerapan Pembelajaran Matematika Berbasis IT dengan GPT AI Sebagai Alat Bantu. *Al-Irsyad Journal of Mathematics Education*, 4(2), 307–316. <https://doi.org/10.58917/ijme.v4i2.256>
- Clément, B., Sauzéon, H., Roy, D., & Oudeyer, P. Y. (2024). Improved performances and motivation in intelligent tutoring systems: combining machine learning and learner choice. arXiv preprint arXiv:2402.01669.
- Craig, S. D., Hu, X., Graesser, A. C., Bargagliotti, A. E., Sterbinsky, A., Cheney, K. R., & Okwumabua, T. (2013). The impact of a technology-based mathematics after-school program using ALEKS on student's knowledge and behaviors. *Computers & Education*, 68, 495–504. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.06.010>
- Fine, A., Duggan, M., & Braddy, L. (2009). Removing Remediation Requirements: Effectiveness of Intervention Programs. *PRIMUS*, 19(5), 433–446. <https://doi.org/10.1080/10511970701678570>
- Gürefe, N., Aktaş, G. S., & Öksüz, H. (2024). Investigating the Impact of the AI-Supported 5E (AI-S5E) Instructional Model on Spatial Ability. *Behavioral Sciences*, 14(8), 682. <https://doi.org/10.3390/bs14080682>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S. I., & Reiss, K. M. (2020). The potential of digital tools to enhance mathematics and science learning in secondary schools: A context-specific meta-analysis. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>

- Hu, X., Xu, Y. J., Hall, C., Walker, K., & Okwumabua, T. (2013). A potential technological solution for reducing the achievement gap between white and black students. In *Springer eBooks* (pp. 79–91). https://doi.org/10.1007/978-3-642-35329-1_5
- Huang, X., Craig, S. D., Xie, J., Graesser, A., & Hu, X. (2016). Intelligent tutoring systems work as a math gap reducer in 6th grade after-school program. *Learning and Individual Differences, 47*, 258–265. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2016.01.012>
- Hwang, S. (2022). Examining the Effects of Artificial Intelligence on Elementary Students' Mathematics Achievement: A Meta-Analysis. *Sustainability, 14*(20), 13185. <https://doi.org/10.3390/su142013185>
- Kadhim, T. M., & Fares, I. J. (2025). The Impact of the Generative Model Supported by Artificial Intelligence as an Advanced Organizer on High-Order Thinking Skills Among Middle School Students in Mathematics. *International Journal of Environmental Sciences, 11*(4s), 8–17.
- Khazanchi, R., Di Mitri, D., & Drachsler, H. (2025). The Effect of AI-Based Systems on Mathematics Achievement in Rural Context: A Quantitative Study. *J Comput Assist Learn, 41*(1): e13098. <https://doi.org/10.1111/jcal.13098>
- Lestari, M., Saputra, M. P. A., & Lianingsih, N. (2025). Empowering Algebra Learning with AI-Based Adaptive Systems for High School Students. *International Journal of Ethno-Sciences and Education Research, 5*(3), 86–93.
- Libretexts. (2025, March 17). 10.2: Cohen's standards for small, medium, and large effect sizes. Statistics LibreTexts.
- Liu, J., Sun, D., Sun, J., Wang, J., & Yu, P. L. H. (2025). Designing a Generative Ai Enabled Learning Environment for Mathematics Word Problem Solving in Primary Schools: Learning Performance, Attitudes and Interaction. *Computers and Education Artificial Intelligence, 9*, 100438. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100438>
- Lopez, G. I. P., Jagom, Y. O., & Kaluge, A. H. (2025). Pengaruh Penggunaan Artificial Intelligence MathGPT dalam Meningkatkan Prestasi Belajar Matematika Siswa. *Leibniz: Jurnal Matematika, 5*(02), 35–44. <https://doi.org/10.59632/leibniz.v5i02.506>
- Ma, W., Adesope, O. O., Nesbit, J. C., & Liu, Q. (2014). Intelligent tutoring systems and learning outcomes: A meta-analysis. *Journal of Educational Psychology, 106*(4), 901–918. <https://doi.org/10.1037/a0037123>
- Niño-Rojas, F., Lancheros-Cuesta, D., Jiménez-Valderrama, M. T. P., Mestre, G., & Gómez, S. (2024). Systematic Review: Trends in Intelligent Tutoring Systems in Mathematics Teaching and Learning. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology, 12*(1), 203–229. <https://doi.org/10.46328/ijemst.3189>
- Noviyana, H., Rahmawati, F., Kirana, A. R., & Tanod, M. J. (2025). Enhancing elementary students' mathematical Problem-Solving skills through AI-Assisted Problem-Based learning. *Journal of Integrated Elementary Education, 5*(2), 254–268. <https://doi.org/10.21580/jieed.v5i2.27576>
- Nurhaswinda, Pebriana, P. H., & Nurmawati. (2025). The Impact of Technology-Driven Adaptive Learning on Mathematical Conceptual Mastery in Primary Education. *G-COUNS: Jurnal Bimbingan dan Konseling, 9*(3), 2383–2397.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*; OECD Publishing: Paris, France.
- OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*, OECD Publishing: Paris, <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Pane, J. F., Griffin, B. A., McCaffrey, D. F., & Karam, R. (2016). Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at Scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis, 36*(2), 127–144. <https://doi.org/10.3102/0162373713507480> (Original work published 2014)

- Seto, S. B., Nunur, M. M., Siwo, M. R., Nona, R. D., & Wanwol, A. S. (2025). Efektivitas Penggunaan Aplikasi Qanda dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Materi Bilangan Berpangkat dan Bentuk Akar di SMPK Yos Sudarso. *JagoMIPA Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 994–1004. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i3.2144>
- Silambona, S. N. S. (2025, December 13). *Skor PISA Indonesia masih rendah, dikhawatirkan disalip Vietnam-Timor Leste*. DetikEdu. <https://www.detik.com/edu/sekolah/d-8257399/skor-pisa-indonesia-masih-rendah-dikhawatirkan-disalip-vietnam-timor-leste>
- Simply Psychology. (2023, July 31). *What does effect size tell you?* www.simplypsychology.org/effect-size.html#Calculate-and-interpret-effect-sizes
- Siregar, R. D., & Amelia, C. (2025). Pengaruh Penggunaan Teknologi Berbasis AI terhadap Keterampilan Berhitung pada Materi Penjumlahan di Koksai Anusorn School. *CJPE: Cokroaminoto Journal of Primary Education*, 8(2), 566–577.
- 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>
- Steenbergen-Hu, S., & Cooper, H. (2014). A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning. *Journal of Educational Psychology*, 106(2), 331–347. <https://doi.org/10.1037/a0034752>
- Tashtoush, M. A., Qasimi, A. B., Shirawia, N. H., & Hussein, L. A. (2025). The Efficacy of Utilizing Artificial Intelligence Techniques in Developing Critical Thinking in Mathematics among Secondary School Students and their Attitudes Toward it. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 6(1). <https://doi.org/10.52866/2788-7421.1231>
- UN. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*; UN: New York, NY, USA.
- VanLEHN, K. (2011). The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- 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>
- Wardani, M. E., & Kiptiyah, S. M. (2024). Game-Based Learning Model with Baamboozle Media Based on Artificial Intelligence Increases Student Engagement and Learning Outcomes. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 8(2), 293–303. <https://doi.org/10.23887/jisd.v8i2.67141>
- Yuskovych-Zhukovska, V., Poplavska, T., Diachenko, O., Mishenina, T., Topolnyk, Y., & Gurevych, R. (2022). Application of Artificial Intelligence in Education. Problems and Opportunities for Sustainable Development. *BRAIN: Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 13(1Sup1), 339–356. <https://doi.org/10.18662/brain/13.1sup1/322>