



Artificial Intelligence sebagai Solusi Pemulihan *Learning Loss* Literasi-Numerasi di Sekolah Dasar: *Systematic Literature Review* dan Implikasinya bagi Pendidikan Indonesia

Afifah Khosyi¹ Azmiy Fikri Sa'ad^{1*}, Addin Fikrullah Hidayat², Lailatul Ilmiyah³,
Maryam Isnaini Damayanti⁴, Heru Subrata⁵

^{1,2,3}Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

afifahkhosyi.23011@mhs.unesa.ac.id

ABSTRACT

Keywords:

Artificial Intelligence;
Learning Loss;
Literacy-Numeracy;
Primary School;
Systematic Literature Review.

Abstract: *Post-pandemic literacy-numeracy learning losses remain a challenge for primary education in Indonesia, while evidence of the use of Artificial Intelligence (AI) as a recovery strategy has not been specifically synthesized. This study aims to synthesize empirical evidence regarding the use and effectiveness of AI in supporting the recovery of primary school students' literacy-numeracy and realizing its empowerment for Indonesia. The study used a Systematic Literature Review (SLR) with the PRISMA protocol. From 264 records obtained through Scopus, Elicit, SciSpace, and Google Scholar, 17 studies met the inclusion criteria, consisting of 12 primary empirical studies and 5 systematic observations/meta-analyses spanning 2019–2026. The results indicate that AI has the potential to support recovery through personalization, adaptive feedback, and learning support tailored to student needs. Some studies reported effect sizes of 0.60–0.73, but these figures do not represent the full range of research. Its implementation affects teacher readiness, infrastructure, equitable access, and ethics and data protection. These findings form the basis for recommendations for contextual AI implementation for primary education in Indonesia.*

Kata Kunci:

Kecerdasan Buatan;
Learning Loss;
Literasi-Numerasi;
Sekolah Dasar;
Systematic Literature Review.

Abstrak: *Learning loss literasi-numerasi pascapandemi masih menjadi tantangan pendidikan dasar di Indonesia, sementara bukti pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) sebagai strategi pemulihannya belum tersintesis secara khusus. Penelitian ini bertujuan mensintesis bukti empiris mengenai pemanfaatan dan efektivitas AI dalam mendukung pemulihan literasi-numerasi siswa sekolah dasar serta merumuskan implikasinya bagi Indonesia. Penelitian menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan protokol PRISMA. Dari 264 *record* yang diperoleh melalui Scopus, Elicit, SciSpace, dan Google Scholar, diperoleh 17 studi yang memenuhi kriteria inklusi, terdiri atas 12 studi empiris primer dan 5 tinjauan sistematis/meta-analisis pada rentang 2019–2026. Hasil menunjukkan AI berpotensi mendukung pemulihan melalui personalisasi, umpan balik adaptif, dan dukungan belajar sesuai kebutuhan siswa. Beberapa studi melaporkan effect size 0,60–0,73, tetapi angka tersebut tidak merepresentasikan keseluruhan studi. Implementasi dipengaruhi kesiapan guru, infrastruktur, pemerataan akses, serta etika dan perlindungan data. Temuan ini menjadi dasar rekomendasi implementasi AI yang kontekstual bagi pendidikan dasar Indonesia.*

Article History:

Received : 05-06-2026
Revised : 26-08-2026
Accepted : 28-08-2026
Online : 01-09-2026



<https://doi.org/10.31764/pendekar.v9i3.41645>



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

A. LATAR BELAKANG

Kehadiran *Artificial Intelligence* (AI) dalam pendidikan dasar dipahami sebagai sistem adaptif yang mempersonalisasi praktik dan umpan balik belajar, bukan sekadar alat otomatisasi. Sintesis multi-studi menunjukkan AI memberi nilai tambah terbesar saat mempersonalisasi *feedback*, *scaffold inquiry*, dan memperkuat *learning analytics* guru (Bagdonaitė & Dagienė, 2025). Literasi AI di sekolah dasar mencakup interaksi-kolaborasi dengan AI, *computational thinking*, literasi data kritis, dan etika AI (Yim & Su, 2025). Berdasarkan satu studi workshop berskala kecil, ditemukan indikasi

awal bahwa anak usia SD mampu memahami konsep dasar machine learning serta mempertimbangkan isu bias data (Simbeck & Kalff, 2024), meski temuan ini masih memerlukan replikasi pada sampel lebih besar sebelum dapat digeneralisasi.

Learning loss dipahami sebagai penurunan capaian belajar akibat gangguan proses pembelajaran, paling nyata pada literasi membaca dan numerasi dasar, dan banyak dijelaskan dalam konteks penutupan sekolah akibat pandemi COVID-19 (Angrist et al., 2020). Literasi-numerasi lazim diukur melalui instrumen seperti *literacy boost* dan IDELA (Mburu et al., 2024), serta masih menghadapi hambatan struktural berupa akses teknologi terbatas (Anggun et al., 2025). Di Indonesia, capaian ini diukur melalui Asesmen Kompetensi Minimum yang menjadi komponen Rapor Pendidikan (Setiyana & Ngatmini, 2024).

Uji acak berskala besar di India menunjukkan platform AI multisensorik meningkatkan hasil belajar membaca secara signifikan (Srinivasan & Murthy, 2021). Meta-analisis lain turut mengonfirmasi Intelligent Tutoring Systems menghasilkan effect size yang positif terhadap pemahaman membaca (Xu et al., 2019). Pada numerasi, uji acak di Thailand menemukan ITS dengan umpan balik *real-time* secara signifikan mengungguli kelas kontrol, dengan effect size yang tinggi (Marwiang et al., 2025). Di luar korpus 17 studi primer, kajian konseptual lain turut menunjukkan bahwa sistem berbasis *natural language processing* memungkinkan personalisasi kecepatan belajar tiap siswa, meski belum memenuhi kriteria inklusi spesifik SLR ini (Yigitalieva et al., 2024).

Intervensi permainan edukatif berbasis deep learning pada siswa kelas V meningkatkan skor literasi secara signifikan (Ismail et al., 2025). Model *scaffold generative AI* untuk siswa SD Indonesia diproyeksikan menghasilkan learning gain yang positif pada literasi (Yusmaneli et al., 2025). Kombinasi kunjungan perpustakaan dan Gemini AI turut meningkatkan motivasi literasi siswa kelas V (Yarmini et al., 2025), sementara media interaktif berbasis AI meningkatkan pemahaman membaca siswa kelas IV (Kusnanik & Burhan, 2026). Namun demikian, survei terhadap guru menemukan literasi AI dan penerimaan teknologi guru saling memprediksi signifikan (Batubara et al., 2025).

Program *remote reading recovery* berbasis WhatsApp di Panama meningkatkan kecepatan membaca dengan tingkat partisipasi harian yang tinggi (León et al., 2022). Tinjauan sistematis lain menemukan implementasi AI di sekolah dasar masih terhambat infrastruktur dan privasi data (Purba et al., 2025). Sebagian riset justru memaknai "literasi AI" sebagai kompetensi tentang AI yang diajarkan ke siswa, seperti persepsi calon guru (Maria et al., 2025), pendekatan *unplugged-plugged* (Ruan et al., 2025), dan penerimaan guru atas perangkat AI (Yim & Wegerif, 2024), berbeda dari pemaknaan AI sebagai alat pemulihan yang menjadi fokus penelitian ini.

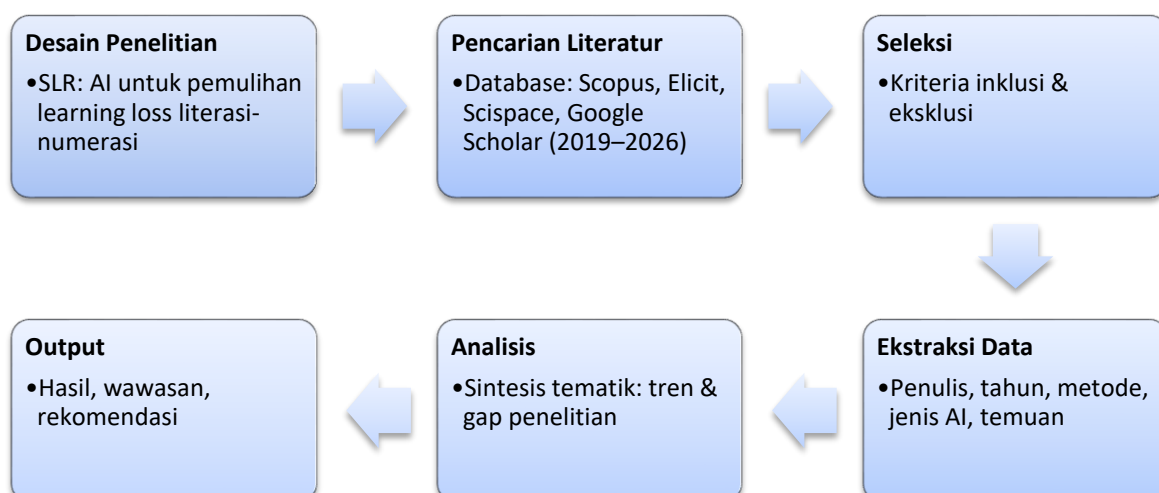
Riset AI di pendidikan dasar dan riset pemulihan *learning loss* masih berkembang dalam fokus yang relatif terpisah. Kajian AI di pendidikan dasar umumnya menekankan personalisasi pembelajaran, literasi dan etika AI, serta pemanfaatan teknologi untuk mendukung proses belajar (Bagdonaitė & Dagienė, 2025; Yim & Su, 2025), sedangkan kajian pemulihan *learning loss* lebih banyak berfokus pada strategi remediasi literasi dan numerasi tanpa menempatkan AI sebagai strategi utama (Angrist et al., 2020; León et al., 2022). Kajian terdahulu juga belum secara komprehensif mengintegrasikan jenis AI, karakteristik intervensi, efektivitas terhadap pemulihan literasi-numerasi, serta faktor pendukung dan penghambat implementasinya di sekolah dasar. Kesenjangan tersebut semakin penting dalam konteks Indonesia karena pemanfaatan AI perlu diselaraskan dengan Kurikulum Merdeka, Asesmen Kompetensi Minimum (AKM), Rapor Pendidikan, kesiapan guru, serta pemerataan akses dan perlindungan data siswa. Dengan demikian, *research gap* penelitian ini terletak pada belum tersedianya sintesis sistematis yang secara khusus memetakan AI sebagai strategi pemulihan *learning loss* literasi-numerasi di sekolah dasar sekaligus menghubungkannya dengan kebutuhan implementasi pendidikan dasar Indonesia.

Berdasarkan *research gap* tersebut, *novelty* penelitian ini terletak pada pengintegrasian bukti empiris mengenai teknologi AI, efektivitas pemulihan literasi-numerasi, dan kondisi

implementasinya dalam satu kerangka sintesis, kemudian menerjemahkan temuan tersebut ke dalam implikasi operasional bagi pendidikan dasar Indonesia. Penelitian ini tidak hanya memetakan pemanfaatan AI dalam pembelajaran, tetapi secara khusus mengkaji AI sebagai instrumen pemulihan *learning loss* dan merumuskan dasar pemilihan strategi AI yang sesuai dengan karakteristik siswa, kebutuhan sekolah, dan konteks kebijakan pendidikan Indonesia. Penelitian ini bertujuan mensintesis bukti empiris global mengenai pemanfaatan AI sebagai solusi pemulihan *learning loss* literasi-numerasi di sekolah dasar serta merumuskan implikasinya bagi pendidikan dasar Indonesia. Hasil penelitian diharapkan menyediakan dasar berbasis bukti bagi guru dalam memilih strategi AI, bagi sekolah dalam merancang program pemulihan yang adaptif, dan bagi pengambil kebijakan dalam mengembangkan implementasi AI yang efektif, inklusif, dan berkelanjutan.

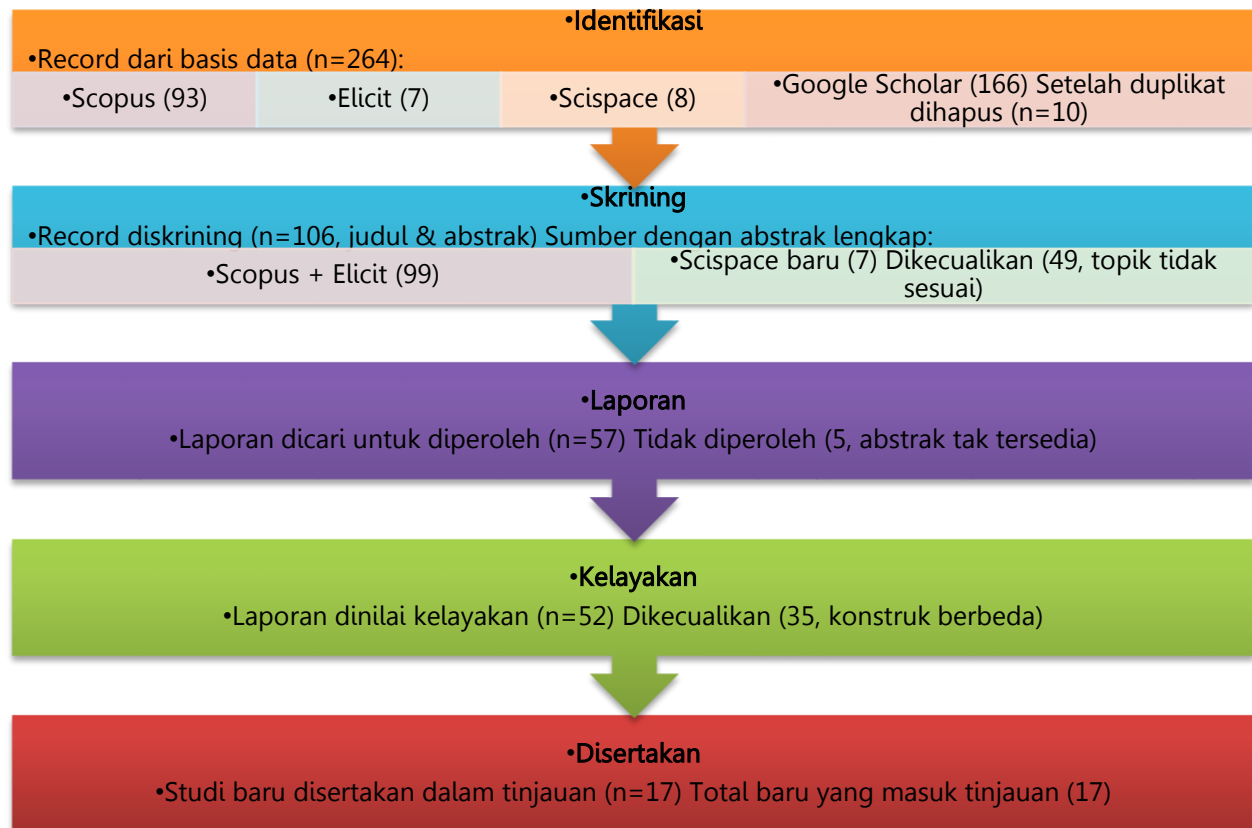
B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menganalisis pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) sebagai solusi pemulihan *learning loss* literasi-numerasi di sekolah dasar. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis bukti empiris global mengenai efektivitas AI dalam memulihkan capaian literasi-numerasi siswa sekolah dasar serta menerjemahkannya menjadi implikasi operasional bagi konteks pendidikan dasar Indonesia. Sumber data penelitian ini diperoleh dari basis data akademik dan alat bantu tinjauan literatur berbasis AI, yaitu Scopus, Elicit, SciSpace, dan Google Scholar. Pencarian literatur dilakukan secara sistematis menggunakan kombinasi kata kunci Boolean ("*Artificial Intelligence*" OR "*AI*") AND ("*learning loss*" OR "*literacy*" OR "*numeracy*") AND ("*elementary school*" OR "*primary education*" OR "*sekolah dasar*"). Strategi pencarian diterapkan pada seluruh sumber dengan penyesuaian sintaks sesuai karakteristik masing-masing platform. Pencarian literatur dilakukan pada rentang tanggal 29 Juni–2 Juli 2026. Pencarian awal menghasilkan 264 record, yang terdiri atas 93 record dari Scopus, 7 dari Elicit, 8 dari SciSpace, dan 166 dari Google Scholar. Seluruh record kemudian dikompilasi, dan sebanyak 10 record teridentifikasi sebagai duplikat sehingga dihapus, menyisakan 106 record untuk tahap skrining judul dan abstrak. Pada tahap ini, 49 record dikecualikan karena topiknya tidak sesuai dengan kriteria inklusi, sehingga 57 laporan dicari teks lengkapnya untuk dinilai kelayakannya; 5 di antaranya tidak dapat diperoleh teks lengkapnya, sehingga 52 laporan dinilai kelayakannya secara penuh. Pada tahap penilaian kelayakan, 35 laporan dikecualikan karena konstruk atau fokus penelitiannya berbeda dari yang disyaratkan, sehingga diperoleh 17 studi akhir yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan disertakan dalam sintesis. Keseluruhan alur metodologi penelitian, mulai dari desain, pencarian, seleksi, analisis, hingga sintesis hasil, divisualisasikan pada Bagan 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Metodologi Penelitian

Gambar 1 menunjukkan alur besar penelitian secara umum, di mana tahap "Seleksi" merupakan tahap paling kritis yang menentukan kualitas artikel primer yang disintesis. Karena kompleksitasnya, tahap seleksi ini perlu dijabarkan secara lebih rinci dan sistematis mengikuti standar pelaporan PRISMA, sebagaimana divisualisasikan pada Gambar 2 berikut.

**Gambar 2.** Diagram PRISMA (Detail Prosedur Seleksi)

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2 di atas, proses seleksi menghasilkan 17 studi yang memenuhi seluruh kriteria inklusi dan disertakan dalam sintesis akhir. Kriteria inklusi meliputi studi yang membahas AI dan/atau *learning loss* dalam konteks literasi dan/atau numerasi, melibatkan siswa sekolah dasar usia 6–12 tahun, diterbitkan pada rentang 2019–2026, merupakan artikel jurnal ilmiah yang telah melalui proses *peer review*, serta tersedia dalam teks lengkap. Kriteria eksklusi meliputi studi yang berfokus pada AI atau *learning loss* di luar jenjang pendidikan dasar, artikel berupa prosiding yang tidak memenuhi kriteria publikasi, serta studi yang secara khusus membahas AI *literacy* sebagai kompetensi tentang AI tanpa mengaitkannya dengan pemulihan capaian literasi-numerasi. Proses pencarian dan seleksi ini dipandu oleh empat pertanyaan penelitian yang disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pertanyaan Penelitian

ID	Pertanyaan Penelitian	Justifikasi
RQ1	Bagaimana tren riset mengenai pemanfaatan AI dalam pemulihan <i>learning loss</i> literasi-numerasi SD?	Mengidentifikasi pola perkembangan riset sebagai dasar pemetaan <i>state of the art</i>
RQ2	Jenis teknologi AI apa yang digunakan sebagai strategi pemulihan literasi-numerasi?	Ragam teknologi AI memiliki fungsi spesifik yang berbeda dalam pemulihan capaian belajar

ID	Pertanyaan Penelitian	Justifikasi
RQ3	Bagaimana efektivitas AI dalam meningkatkan capaian literasi-numerasi berdasarkan bukti empiris?	Menilai kekuatan bukti (<i>effect size</i>) sebagai dasar rekomendasi implementasi
RQ4	Apa tantangan dan syarat implementasi AI sebagai strategi pemulihan <i>learning loss</i> di SD?	Konteks sekolah dasar membutuhkan pendekatan unik terkait kesiapan guru dan infrastruktur

Keempat pertanyaan penelitian pada Tabel 1 tersebut dijawab melalui pencarian literatur menggunakan kombinasi kata kunci Boolean, yaitu ("Artificial Intelligence" OR "AI") AND ("learning loss" OR "literacy" OR "numeracy") AND ("elementary school" OR "primary education" OR "sekolah dasar"), yang diterapkan secara konsisten pada seluruh basis data. Prosedur seleksi mengikuti alur PRISMA yang terdiri atas empat tahap identifikasi, penyaringan, penilaian kelayakan, dan penyertaan (Page et al., 2021), sebagaimana telah divisualisasikan pada Bagan 1. Data yang telah diseleksi kemudian dianalisis menggunakan metode *thematic synthesis* mengikuti pedoman penyusunan tinjauan sistematis dalam riset pendidikan (Ghamrawi et al., 2025; Kushnir, 2025). Validitas dan keandalan penelitian dijaga melalui penerapan kriteria inklusi-eksklusi yang eksplisit, dokumentasi proses seleksi secara transparan melalui diagram PRISMA, serta triangulasi sumber data dari empat basis data akademik. Proses ekstraksi data dari 17 artikel final tersebut menggunakan kartu ekstraksi data yang ditampilkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kartu Ekstraksi Data

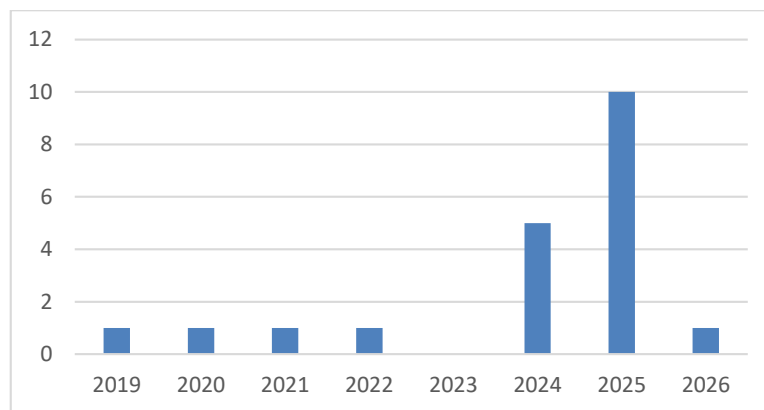
Kolom	Deskripsi
Basis Data	Sumber pencarian artikel (Scopus, Elicit, Scispace, Google Scholar)
Tahun Terbit	Tahun publikasi artikel
Nama Penulis	Penulis artikel primer
Sumber	Jurnal atau prosiding tempat artikel diterbitkan
Judul Artikel	Judul lengkap yang merangkum fokus studi
Jenis AI (RQ2)	Teknologi AI utama yang diterapkan dalam pemulihan literasi-numerasi
Efektivitas (RQ3)	Ukuran dampak kuantitatif (<i>effect size</i> , persentase peningkatan) terhadap capaian literasi-numerasi
Tantangan & Kebutuhan (RQ4)	Hambatan implementasi (infrastruktur, kompetensi guru, kesenjangan konstruk)

Tabel 2 di atas menjadi instrumen utama dalam mengorganisasi temuan dari 17 artikel primer, yang selanjutnya disintesis secara tematik untuk menjawab keempat pertanyaan penelitian dan disajikan pada bagian Hasil dan Pembahasan. Untuk menjamin akurasi, seluruh 17 studi primer diekstraksi datanya secara cermat dari sumber yang tersedia (*full-text* maupun abstrak terstruktur), dengan detail statistik dan metodologis dicek silang terhadap laporan aslinya sejauh akses memungkinkan. Perlu dicatat bahwa dari 17 artikel primer tersebut, lima di antaranya merupakan tinjauan sistematis atau meta-analisis (Xu et al., 2019; Yim & Su, 2025; Bagdonaitė & Dagienė, 2025; Purba et al., 2025; Anggun et al., 2025) yang masing-masing telah mensintesis puluhan studi lain, sehingga bobot buktinya secara metodologis tidak setara dengan studi empiris primer tunggal seperti uji coba acak terkontrol. Perbedaan ini perlu menjadi pertimbangan saat menafsirkan persentase dominasi kategori pada Bagan 4 dan Bagan 5.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemetaan tren perkembangan riset menjadi langkah awal dalam menjawab RQ1 dengan menelusuri distribusi tahun terbit dari 17 studi yang disertakan dalam sintesis. Hasil pemetaan menunjukkan bahwa 10 dari 17 studi (58,8%) diterbitkan pada tahun 2025, sedangkan 7 studi lainnya diterbitkan pada tahun-tahun lain dalam rentang 2019–2026. Temuan tersebut menunjukkan bahwa

publikasi yang memenuhi kriteria penelitian terkonsentrasi pada periode terbaru. Pola distribusi tahunan tersebut divisualisasikan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pola Distribusi Penelitian Tahunan

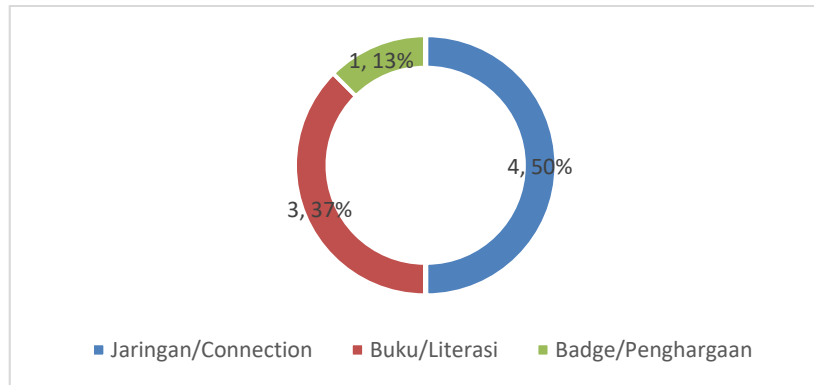
Sebagaimana ditunjukkan pada Bagan 3, dominasi publikasi pada tahun 2025 merupakan temuan deskriptif berdasarkan korpus penelitian ini. Pola tersebut menunjukkan meningkatnya perhatian penelitian terhadap pemanfaatan AI dalam pembelajaran dan pemulihan capaian belajar pada periode terbaru. Perkembangan *generative AI* dan *Intelligent Tutoring Systems* dapat dipertimbangkan sebagai salah satu konteks yang mungkin berkaitan dengan pola tersebut, tetapi hubungan tersebut belum dapat dibuktikan berdasarkan data penelitian ini. Demikian pula, sedikitnya studi pada rentang 2019–2022 menunjukkan bahwa penelitian AI untuk pemulihan learning loss, sebagai bidang yang secara eksplisit menggabungkan dua isu (AI dan learning loss pascapandemi), memang belum banyak dieksplorasi pada masa-masa awal pandemi ketika perhatian riset masih terfokus pada dokumentasi dampak learning loss itu sendiri. Temuan tren ini memperkuat urgensi penelitian ini sebagai salah satu upaya awal memetakan secara sistematis perkembangan bidang yang masih tergolong emerging tersebut.

1. Efektivitas AI dalam Pemulihan Literasi-Numerasi Siswa Sekolah Dasar

Empat studi dari konteks Indonesia menunjukkan bukti konsisten bahwa AI efektif meningkatkan capaian literasi ketika dirancang sebagai alat bantu personalisasi. Studi kuasi-eksperimen pada 60 siswa kelas IV menemukan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis AI menghasilkan peningkatan pemahaman membaca yang signifikan dibanding instruksi konvensional, terutama pada keterampilan penalaran inferensial (Kusnanik & Burhan, 2026). Intervensi permainan edukatif berbasis *deep learning* selama empat bulan pada 32 siswa kelas V turut menghasilkan peningkatan skor literasi rata-rata 31,84 poin, dengan manfaat terbesar dialami siswa dari latar sosial-ekonomi rendah (Ismail et al., 2025). Model *scaffold* generatif AI dengan alur *prompt-verify-revise-reflect* dirancang khusus untuk menyeimbangkan porsi AI (25 sampai 35 persen) dan aktivitas analog (65 sampai 75 persen), guna memulihkan literasi, numerasi, dan literasi AI secara simultan (Yusmaneli et al., 2025). Kombinasi kunjungan perpustakaan dan program Gemini AI juga terbukti meningkatkan pemahaman membaca dan motivasi literasi siswa kelas V secara holistik (Yarmini et al., 2025).

Bukti dari konteks global memperkuat pola serupa dengan skala yang jauh lebih besar. Uji coba acak terkontrol berskala nasional, yang melibatkan satu juta siswa, 15.000 guru, dan 5.000 sekolah pemerintah di tujuh negara bagian India, menemukan bahwa platform AI multisensorik meningkatkan hasil belajar membaca-pemahaman sebesar 20 sampai 40 persen tanpa perlu mengubah kurikulum (Srinivasan & Murthy, 2021). Sebuah meta-analisis terhadap 19 studi dan sekitar 10.000 siswa K-12 mengonfirmasi bahwa *Intelligent Tutoring Systems* (ITS) menghasilkan *effect size* 0,60 terhadap pemahaman membaca, lebih unggul dari instruksi tradisional meski sedikit di bawah tutor manusia (Xu et al., 2019). Pada domain numerasi, uji coba acak di Thailand terhadap

120 siswa menemukan bahwa ITS dengan umpan balik *real-time* menghasilkan skor rata-rata 84,83 persen pada kelompok eksperimen dibanding 61,54 persen pada kelompok kontrol (Marwiani et al., 2025). Namun demikian, studi kasus komparatif di Korea menemukan siswa perkotaan mengungguli siswa pedesaan dalam penggunaan aplikasi AI *PengTalk* (82,5 dibanding 75,8), karena perbedaan strategi pedagogis guru, minimnya *scaffolding* untuk siswa berkemampuan rendah, dan ketimpangan keterlibatan orang tua turut menentukan keberhasilan gamifikasi (Jeon, 2025). Ketiga kategori pemanfaatan AI tersebut divisualisasikan pada Bagan 4 berikut.



Gambar 4. Tiga Kategori Pemanfaatan AI

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4, analisis jenis teknologi AI dilakukan pada 8 dari 17 studi yang secara eksplisit melaporkan jenis teknologi yang digunakan. Dari 8 studi tersebut, 4 studi (50%) termasuk kategori personalisasi dan *deep learning*, 3 studi (37,5%) menggunakan *Intelligent Tutoring Systems*, dan 1 studi (12,5%) menggunakan media interaktif berbasis gamifikasi. Kategori personalisasi dan *deep learning* mencakup studi Ismail et al. (2025), Yusmaneli et al. (2025), Yarmini et al. (2025), dan Srinivasan dan Murthy (2021); kategori *Intelligent Tutoring Systems* mencakup Xu et al. (2019), Marwiani et al. (2025), dan Jeon (2025); sedangkan media interaktif dan gamifikasi diwakili oleh Kusnanik dan Burhan (2026). Dengan demikian, persentase tersebut hanya menggambarkan distribusi teknologi pada 8 studi yang memiliki informasi jenis teknologi, bukan dominasi teknologi pada keseluruhan 17 studi. Pola ini menunjukkan bahwa AI paling efektif ketika memberi umpan balik *real-time* dan mempersonalisasi materi sesuai kebutuhan individu siswa. *Effect size* 0,60 (Xu et al., 2019) dan 0,73 (Marwiani et al., 2025) menjadi dua ukuran dampak terstandar yang dilaporkan secara eksplisit di antara studi yang disintesis; sementara temuan Srinivasan & Murthy (2021) dilaporkan dalam bentuk persentase peningkatan tanpa effect size baku, sehingga besarannya tidak dapat dibandingkan langsung secara statistik dengan kedua meta-analisis/studi eksperimen tersebut. Akan tetapi, temuan dari Jeon (2025) mengingatkan bahwa efektivitas ini bersyarat pada kesiapan infrastruktur dan literasi digital, bukan otomatis berlaku merata di semua konteks. Ini merelasikan kembali pada *gap* penelitian: bukti efektivitas AI banyak berasal dari uji terkontrol dengan kondisi ideal, sementara implementasi riil di lapangan menghadapi ketimpangan akses yang akan dibahas lebih lanjut pada Sub-bagian 3.

2. Posisi AI di Antara Ragam Intervensi Pemulihan Learning Loss Literasi-Numerasi

Di luar intervensi berbasis AI, bukti dari negara berkembang menunjukkan bahwa intervensi teknologi sederhana juga mampu memulihkan *learning loss* secara efektif dan terjangkau. Uji coba acak cepat di Botswana menemukan bahwa intervensi berupa pesan SMS dan panggilan telepon menghasilkan *cost-effective learning gains* sebesar 0,16 sampai 0,29 standar deviasi serta menurunkan tingkat *innumeracy* hingga 52 persen (Angrist et al., 2020). Program *remote reading recovery* berbasis WhatsApp di Panama, yang melibatkan 292 siswa kelas II sampai VI selama 12 minggu, menghasilkan peningkatan kecepatan membaca 10,3 persen dengan partisipasi harian

mencapai 84 persen (León et al., 2022). Evaluasi program *digital learning* pada 300 anak pengungsi di Kenya turut menunjukkan bahwa kelompok intervensi mencapai capaian literasi lebih baik dibanding kelompok kontrol, meskipun skor absolutnya masih di bawah standar (Mburu et al., 2024).

Ketika dibandingkan dengan intervensi *low-tech*, studi yang ditelaah menunjukkan perbedaan karakteristik kebutuhan implementasi antara pendekatan AI dan teknologi sederhana. Perbedaan besaran dampak tidak dibandingkan secara langsung, karena masing-masing studi menggunakan desain penelitian, populasi, indikator hasil, dan ukuran efek yang berbeda. Perbandingan karakteristik kedua pendekatan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Intervensi Berbasis AI Canggih dan Low-Tech

Aspek	AI Canggih (ITS, Deep Learning)	Low-Tech (SMS, WhatsApp)
Effect size / gain	0,60–0,73 (sedang-tinggi); 20–40% (Xu et al., 2019; Marwiang et al., 2025; Srinivasan & Murthy, 2021)	0,16–0,29 SD (Angrist et al., 2020)
Kebutuhan infrastruktur	Tinggi (perangkat, internet stabil, listrik)	Rendah (telepon dasar, tanpa internet)
Biaya implementasi	Tinggi	Sangat terjangkau
Skalabilitas	Terbatas oleh infrastruktur	Mudah diskalakan ke daerah terpencil
Personalisasi	Tinggi (adaptif per individu)	Rendah-sedang (umumnya seragam)
Studi rujukan	Srinivasan & Murthy (2021); Xu et al. (2019); Marwiang et al. (2025)	Angrist et al. (2020); León (2022); Mburu et al. (2024)

Tabel 3 menunjukkan adanya perbedaan antara kedalaman personalisasi dan kebutuhan sumber daya implementasi. Model *scaffold* Indonesia yang membatasi porsi AI hingga 35% (Yusmaneli et al., 2025) menunjukkan salah satu pendekatan yang mengombinasikan aktivitas berbasis AI dan aktivitas analog. Berdasarkan sintesis ini, pemilihan strategi pemulihan tidak perlu ditempatkan sebagai pilihan biner antara AI dan *low-tech*, tetapi dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran serta kesiapan infrastruktur dan sumber daya sekolah.

3. Kesiapan Ekosistem: Kerangka Konseptual, Guru, dan Tantangan Implementasi di Indonesia

Diskusi berikut merujuk pada studi yang membahas kesiapan ekosistem dalam korpus penelitian, dilengkapi beberapa kajian pendukung di luar korpus utama untuk memperkaya konteks (Maria et al., 2025; Ruan et al., 2025; Yim & Wegerif, 2024).

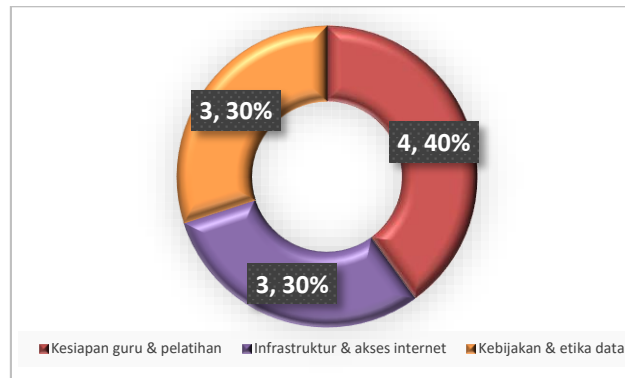
a. Kesiapan Konseptual Siswa

Temuan dari *workshop* pada siswa SD menunjukkan anak usia sekolah dasar sudah mampu memahami konsep dasar *machine learning* serta isu bias data, meski temuan ini berasal dari sampel terbatas dan memerlukan replikasi lebih lanjut (Simbeck & Kalff, 2024). Tinjauan sistematis 25 studi menegaskan literasi AI mencakup interaksi-kolaborasi, *computational thinking*, literasi data kritis, dan etika AI (Yim & Su, 2025). Namun sebagian riset memaknai "literasi AI" sebagai kompetensi ajar, bukan alat pemulihan, seperti persepsi calon guru (Maria et al., 2025), pendekatan *unplugged-plugged* (Ruan et al., 2025), dan penerimaan guru atas perangkat AI (Yim & Wegerif, 2024).

b. Kesiapan Guru dan Infrastruktur

Tinjauan sistematis atas implementasi AI di SD Indonesia mengungkap teknologi seperti biosensor dan *voice recognition* terhambat infrastruktur, kompetensi guru, dan privasi data (Purba et al., 2025). Survei 409 guru SD Indonesia menemukan literasi AI dan penerimaan teknologi saling memprediksi signifikan (Batubara et al., 2025). Kajian sistematis 25 jurnal mengonfirmasi hanya 30 persen sekolah terpencil memiliki internet stabil, sementara 45

persen guru belum terlatih memadai (Anggun et al., 2025). Ketiga pilar tantangan implementasi ini divisualisasikan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Tiga Pilar Tantangan Implementasi

Gambar 5 menunjukkan bahwa kesiapan guru merupakan kategori yang paling sering muncul, yaitu pada 4 dari 10 sumber yang secara khusus membahas kesiapan ekosistem. Unit analisis tersebut terdiri atas studi primer dan kajian pendukung, sehingga persentase tersebut tidak merepresentasikan keseluruhan 17 studi. Kategori lainnya mencakup infrastruktur serta kebijakan dan etika. Secara substantif, temuan tersebut menunjukkan bahwa kesiapan teknologi perlu berjalan bersama dengan kesiapan sumber daya manusia dan tata kelola.

Tabel 4. Ringkasan Data Ekstraksi 17 Artikel Primer

No	Penulis (Tahun)	Negara	Jenis AI	Temuan Utama	RQ
1	Kusnanik & Burhan (2026)	Indonesia	Media interaktif AI	Peningkatan pemahaman membaca signifikan	RQ2, RQ3
2	Ismail et al. (2025)	Indonesia	Deep learning + game	+31,84 poin skor literasi	RQ2, RQ3
3	Yusmaneli et al. (2025)	Indonesia	AI scaffold model	Learning gain 0,35–0,45	RQ2, RQ3
4	Yarmini et al. (2025)	Indonesia	Gemini AI	Motivasi & pemahaman membaca naik	RQ2, RQ3
5	Srinivasan & Murthy (2021)	India	Platform multisensorik	+20–40% hasil belajar	RQ2, RQ3
6	Xu et al. (2019)	Meta-analisis global	Intelligent Tutoring System	<i>Effect size</i> 0,60	RQ2, RQ3
7	Marwiang et al. (2025)	Thailand	ITS <i>real-time</i> feedback	84,83% vs 61,54% kontrol	RQ2, RQ3
8	Jeon (2025)	Korea	AI PengTalk	Kesenjangan urban-rural	RQ2, RQ3, RQ4
9	Angrist et al. (2020)	Botswana	SMS/telepon (low-tech)	0,16–0,29 SD, cost-effective	RQ3
10	León (2022)	Panama	WhatsApp reading recovery	+10,3% kecepatan membaca	RQ3
11	Mburu et al. (2024)	Kenya	Digital learning	Intervensi > kontrol	RQ3
12	Simbeck & Kalff (2024)	Jerman	Edukasi konsep ML	Anak SD paham ML dasar	RQ4
13	Yim & Su (2025)	SLR global	Beragam (literasi AI)	Kerangka konseptual literasi AI	RQ4
14	Bagdonaitė & Dagienė (2025)	SLR global	Beragam	Personalisasi + learning analytics	RQ1, RQ4
15	Purba et al. (2025)	Indonesia	Biosensor, voice recognition	Terhambat infrastruktur & privasi	RQ4

No	Penulis (Tahun)	Negara	Jenis AI	Temuan Utama	RQ
16	Batubara et al. (2025)	Indonesia	— (survei kesiapan)	Literasi AI ↔ penerimaan guru	RQ4
17	Anggun et al. (2025)	SLR Indonesia	Gamifikasi, AR, adaptif	30% sekolah terpencil ada internet	RQ4

Secara keseluruhan, sintesis terhadap 17 studi yang disertakan mengungkap tiga pola utama yang saling berkaitan. Pertama, AI berpotensi mendukung peningkatan capaian literasi-numerasi melalui personalisasi pembelajaran, umpan balik adaptif, dan dukungan belajar sesuai kebutuhan siswa. Beberapa studi melaporkan ukuran dampak positif, termasuk *effect size* 0,60 pada Xu et al. (2019) dan 0,73 pada Marwiani et al. (2025), tetapi angka tersebut berasal dari studi yang berbeda dan tidak dapat digunakan untuk menggambarkan besaran dampak AI secara keseluruhan. Efektivitas penerapan juga dipengaruhi oleh konteks pembelajaran dan kesiapan lingkungan pendukung. Kedua, dibandingkan dengan intervensi *low-tech*, AI menawarkan potensi personalisasi yang lebih tinggi, tetapi membutuhkan dukungan infrastruktur dan kompetensi yang lebih besar. Oleh karena itu, pemilihan strategi pemulihan *learning loss* perlu mempertimbangkan kebutuhan pembelajaran dan kesiapan sumber daya pada masing-masing konteks. Ketiga, terdapat perbedaan konstruk dalam literatur antara “literasi AI” sebagai kompetensi tentang AI yang diajarkan kepada siswa dan AI sebagai alat untuk mendukung pemulihan capaian belajar. Perbedaan ini penting agar temuan mengenai literasi AI tidak secara langsung ditafsirkan sebagai bukti efektivitas AI dalam pemulihan *learning loss*.

Merujuk pada ketiga temuan tersebut, pemanfaatan AI sebagai strategi pemulihan *learning loss* literasi-numerasi perlu dipahami sebagai pendekatan yang bersifat kontekstual dan tidak tunggal. Implementasinya dipengaruhi oleh jenis dan tingkat personalisasi teknologi, kesesuaian dengan kondisi infrastruktur dan sumber daya, serta kesiapan ekosistem berupa kompetensi guru, kebijakan, pemerataan akses, dan tata kelola penggunaan AI. Sekolah dengan infrastruktur yang memadai dapat mempertimbangkan penggunaan teknologi AI yang lebih adaptif, sedangkan sekolah dengan keterbatasan akses dapat menggunakan pendekatan *hybrid* atau *low-tech* sesuai kebutuhan. Sintesis ini memperkuat kontribusi penelitian dalam menghubungkan bukti mengenai efektivitas AI, kondisi implementasi, dan kebutuhan pemulihan literasi-numerasi, sekaligus memperjelas perbedaan antara AI sebagai alat pemulihan capaian belajar dan AI literacy sebagai kompetensi yang diajarkan kepada siswa.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mensintesis 17 studi mengenai pemanfaatan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pemulihan *learning loss* literasi-numerasi di sekolah dasar pada rentang 2019–2026. Hasil sintesis menunjukkan bahwa AI berpotensi mendukung pemulihan literasi-numerasi melalui personalisasi pembelajaran, umpan balik adaptif, dan dukungan belajar sesuai kebutuhan siswa, meskipun efektivitasnya bervariasi menurut jenis teknologi, desain intervensi, dan konteks penerapan. Keberhasilan implementasi juga dipengaruhi oleh kesiapan guru, infrastruktur, pemerataan akses, serta aspek etika dan perlindungan data. Dengan demikian, AI dapat diposisikan sebagai strategi pendukung pemulihan *learning loss* yang penerapannya perlu disesuaikan dengan kebutuhan siswa dan kesiapan ekosistem sekolah.

Berdasarkan keterbatasan dan temuan SLR, penelitian selanjutnya perlu melakukan validasi empiris melalui penelitian lapangan untuk menguji efektivitas berbagai bentuk intervensi AI dalam pemulihan literasi-numerasi pada sekolah dasar Indonesia. Studi eksperimental dan longitudinal diperlukan untuk membandingkan jenis intervensi, mengukur perubahan capaian belajar, serta menguji pengaruh kesiapan guru, infrastruktur, karakteristik siswa, dan kondisi wilayah, termasuk daerah 3T. Penelitian mendatang juga perlu memperluas sumber literatur dan memperjelas

pembedaan antara AI sebagai alat pemulihan capaian belajar dan AI literacy sebagai kompetensi yang diajarkan kepada siswa agar bukti yang dihasilkan lebih kuat dan konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Surabaya, atas dukungan akademik selama proses penyusunan penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan yang konstruktif sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam proses penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- Anggun, M. S., Fakhruddin, F., Arbarini, M., Subali, B., & Widiarti, N. (2025). Implementing Creative Learning with Technology to Improve Literacy and Numeracy in Primary Schools. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 4(3), 430–437. <https://doi.org/10.56916/jirpe.v4i3.1299>
- Angrist, N., Bergman, P., & Matsheng, M. (2022). Experimental evidence on learning using low-tech when school is out. *Nature Human Behaviour*, 6, 941–950. <https://doi.org/10.1038/s41562-022-01381-z>
- Bagdonaitė, J., & Dagienė, V. (2025). Artificial Intelligence in Primary Education: A Systematic Literature Review 2020–2025. In *Informatics in Education. An International Journal*. <https://doi.org/10.15388/infedu.2025.24>
- Batubara, H. H., Siddiq, M., Risfianti, A., & Saharani, A. (2025). Bridging Artificial Intelligence Literacy and Technology Acceptance Among Elementary School Teachers: Evidence from a Structural Equation Model. *Al Ibtida: Jurnal Pendidikan Guru MI*, 12(1), 14. <https://doi.org/10.24235/al.ibtida.snj.v12i1.20259>
- Ghamrawi, N., Shal, T., Ghamrawi, N. A. R., Abu-Tineh, A., Alshaboul, Y., & Alazaizeh, M. A. (2025). A step-by-step approach to systematic reviews in educational research. *European Journal of Educational Research*, 14(2), 549–566. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.2.549>
- Ismail, I., Rahmat, Mahyuddin, M. J., Samad, I., & Djafar, S. (2025). Deep learning to optimize literacy intervention with educational games in elementary schools. *Premiere Educandum*. <https://doi.org/10.25273/pe.v14i1.21665>
- Jeon, E.-Y. (2025). Urban and Rural Students' Experiences with AI PengTalk in English Learning: A Comparative Case Study. *English Teaching (South Korea)*, 80(3), 125–147. <https://doi.org/10.15858/engtea.80.3.202509.125>
- Kushnir, I. (2025). Thematic analysis in the area of education: a practical guide. *Cogent Education*, 12(1), 2471645. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2471645>
- Kusnanik, N. W., & Burhan, L. I. (2026). Artificial Intelligence-Based Interactive Learning Media for Improving Reading Comprehension in Elementary Education. In *Cendekia*. <https://doi.org/10.63982/cendekia.zvngyj62>
- León, M., Nanette Archer, N. A., Psychoyos, D., Warren, N., De Gracia, G., & Palacios, A. (2022). WhatsApp Remote Reading Recovery: Using Mobile Technology to Promote Literacy during COVID-19. *IAFOR Journal of Education*, 10(3), 107–125. <https://doi.org/10.22492/ije.10.3.06>
- Maria, R., Gabriele, B., & Cuomo, S. (2025). Toward AI Literacy: How Future Educators View the Role of Artificial Intelligence in Schools. *Communications in Computer and Information Science*, 2467, 137–150. https://doi.org/10.1007/978-3-031-94002-6_11
- Marwiang, M., Prasertsang, M., & Junpeng, P. (2025). Enhancing Students' Learning Outcomes in Mathematics through Intelligent Tutoring Systems Based on Real-time Feedback. *Journal of Education and Learning*, 14(6), 186. <https://doi.org/10.5539/jel.v14n6p186>
- Mburu, S., Tengeye, L., Mukisa, S., Agola, G., & Maweu, J. (2024). *Comparative Analysis of the Literacy and Numeracy Assessment for Children in Daadab Refugee Camp in Kenya*. *Creative Education*. <https://doi.org/10.4236/ce.2024.152011>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., & Mulrow, C. D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Purba, N., Pujiati, D., Sihombing, P., Simanjuntak, H., & Sijabat, D. (2025). The Use of AI in Elementary School Learning: A Systematic Literature Review. In *Qalamuna. Jurnal pendidikan, sosial, dan agama*. <https://doi.org/10.37680/qalamuna.v17i1.6761>

- Ruan, J., Ma, H., Sun, J., Chu, H., Jing, B., & Zhang, Y. (2025). Developing Artificial Intelligence Literacy Through Mixed Unplugged and Plugged-in Activities in Primary Education. *SAGE Open*, 15(4). <https://doi.org/10.1177/21582440251336708>
- Setiyana, A. A., & Ngatmini. (2024). Program Literasi untuk Meningkatkan Asesmen Kompetensi Minimum Siswa Kelas V SD. *Edukatika*, 2(1), 20–26. <https://doi.org/10.26877/edukatika.v2i1.797>
- Simbeck, K., & Kalff, Y. (2024). Understanding how Computers Learn: AI Literacy for Elementary School Learners. *Proceedings of Mensch und Computer 2024 (MuC '24)*, 375–380. <https://doi.org/10.1145/3670653.3677511>
- Srinivasan, V., & Murthy, H. (2021). Improving reading and comprehension in K-12: Evidence from a large-scale AI technology intervention in India. In *Computers and Education: Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/J.CAEAI.2021.100019>
- Xu, Z., Wijekumar, K., Ramirez, G., Hu, X., & Irey, R. (2019). The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis. In *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/BJET.12758>
- Yarmini, Supriadi, D., & Purnami, S. (2025). Student Literacy Through Library Visits and Gemini AI Programs at SD Negeri Potrobangsari 2. *International Journal of Engineering, Science and Information Technology*, 5(1), 63–70. <https://doi.org/10.52088/ijesty.v5i1.631>
- Yigitalieva, Z., Dehqonov, I., Mamatova, A., Zinatullina, A., Tulanov, S., & Akbarova, S. (2024). The Future of Literacy Education: Artificial Intelligence and Adaptive Learning Systems. In *2024 International Conference on IoT, Communication and Automation Technology (ICICAT)*. <https://doi.org/10.1109/ICICAT62666.2024.10923234>
- Yim, I. H. Y., & Su, J. (2025). Artificial intelligence literacy education in primary schools: a review. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-025-09979-w>
- Yim, I. H. Y., & Wegerif, R. (2024). Teachers' perceptions, attitudes, and acceptance of artificial intelligence (AI) educational learning tools: An exploratory study on AI literacy for young students. *Future in Educational Research*, 2(4), 318–345. <https://doi.org/10.1002/fer3.65>
- Yusmaneli, Y., Fathurrahmad, F., & Raihani, A. (2025). A Hybrid "Probabilistic Scaffold" Model for Enhancing Reading Literacy, Numeracy, and AI Literacy among Indonesian Primary School Students. In *The Design Journal*. <https://doi.org/10.58477/dj.v3i2.320>