



Problematika Teknologi dalam Pendekatan *Deep Learning* Matematis di Indonesia

Ridho Mudjib ¹, Waila Wajra Wastralangkara ², Anne Aulia Syalsabilla ³, Wati Susilawati ⁴

^{1,2,3,4} Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Indonesia

Corresponding Author: ✉ ridhomudjib2005@gmail.com

Submitted: 29 August 2025 | Revised: 28 September 2025 | Accepted: 19 October 2025

Abstrak

Pembelajaran matematika tidak cukup hanya mengandalkan menghafal, melainkan juga membutuhkan pemahaman yang mendalam serta keterlibatan aktif dari siswa. Pendekatan deep learning menjadi alternatif yang lebih bermakna, dan teknologi pendidikan memainkan peran penting dalam mendukung penerapannya. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review (SLR)* dengan protokol PRISMA melalui beberapa tahap, yaitu identifikasi, penyaringan, uji kelayakan, hingga seleksi akhir. Kriteria PICOC digunakan untuk memastikan inklusi artikel yang tepat. Dari 60 artikel yang ditemukan di beberapa database seperti Google Scholar, Garuda, DOAJ, dan SINTA, terdapat 30 artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi yang paling sering digunakan dalam pembelajaran matematika adalah GeoGebra, sistem manajemen pembelajaran seperti Google Classroom dan Moodle, augmented reality, e-modul, aplikasi mobile, serta media berbasis kecerdasan buatan. Penggunaan teknologi ini terbukti meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep matematika, memperkuat kemampuan berpikir kritis, serta mendorong motivasi dan kemandirian belajar. Namun, penerapan teknologi dalam pembelajaran matematika di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur, rendahnya kemampuan digital guru, ketimpangan akses antar daerah, serta kurangnya pelatihan dan kebijakan pendukung. Analisis juga menunjukkan bahwa kebanyakan penelitian masih bersifat deskriptif dan fokus pada pengembangan produk teknologi, sementara penelitian yang mengkaji secara konseptual integrasi deep learning dan teknologi dalam konteks lokal masih terbatas. Kesimpulan penelitian ini adalah diperlukan strategi yang lebih menyeluruh, seperti meningkatkan kapasitas guru, pengembangan kurikulum yang responsif terhadap teknologi, serta membangun ekosistem digital yang inklusif agar pembelajaran matematika di Indonesia menjadi lebih efektif dan berkelanjutan.

Kata Kunci: deep learning, teknologi pendidikan, pembelajaran matematika, Indonesia, SLR

Abstract

Mathematics learning is not sufficient by relying solely on memorization; it also requires deep conceptual understanding and active student engagement. The deep learning approach has emerged as a more meaningful alternative, with educational technology playing a crucial role in supporting its implementation. This study employs a Systematic Literature Review (SLR) method using the PRISMA protocol, which includes several stages: identification, screening, eligibility testing, and final selection. The PICOC framework was applied to ensure appropriate inclusion criteria. From 60 articles initially identified across databases such as Google Scholar, Garuda, DOAJ, and SINTA, 30 articles were found to meet the requirements for analysis. The findings reveal that the most frequently integrated technologies in mathematics learning include GeoGebra, learning management systems such as Google Classroom and Moodle, augmented reality, e-modules, mobile applications, and artificial intelligence-based media. These technologies have been shown to enhance students' understanding of mathematical concepts, strengthen critical thinking skills, and foster motivation as well as independent learning. Nevertheless, the implementation of technology in mathematics education in Indonesia continues to face significant challenges, including limited infrastructure, low levels of teachers' digital literacy, unequal access across regions, and insufficient training and policy support. The analysis also

highlights that most existing studies remain descriptive and product-oriented, while conceptual research on the integration of deep learning and technology within the local context is still scarce. This study concludes that more comprehensive strategies are required, such as strengthening teacher capacity, developing technology-responsive curricula, and building an inclusive digital ecosystem, in order to make mathematics learning in Indonesia more effective and sustainable.

Keywords: deep learning, educational technology, mathematics learning, Indonesia, SLR

PENDAHULUAN

Pembelajaran matematika merupakan fondasi penting dalam membentuk kemampuan berpikir logis, kritis, dan sistematis. Dalam perkembangannya, pendekatan *deep learning* mulai banyak diterapkan untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran konvensional yang cenderung berorientasi pada hafalan. Pendekatan ini menekankan pemahaman konseptual, keterlibatan aktif, dan kemampuan menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata (Orhani, 2024; Suglo, 2024; Akmal et al., 2025). Khotimah dan Abdan (2025) menjelaskan bahwa *deep learning* berfokus pada pembentukan kemampuan analisis, sintesis, dan refleksi melalui pengalaman belajar yang bermakna. Pendekatan ini didukung oleh teori konstruktivisme sosial Vygotsky yang menekankan pentingnya *scaffolding* dan zona perkembangan proksimal (Tohari & Rahman, 2024). Dalam praktiknya, strategi pembelajaran seperti *problem-based learning* dan diskusi kolaboratif efektif dalam menciptakan pemahaman yang mendalam (Raup et al., 2022). Putri et al. (2022) menambahkan bahwa pendekatan ini menciptakan pengalaman belajar *mindful*, *meaningful*, dan *joyful*, yang memperkuat motivasi dan retensi siswa. Dalam konteks pendidikan inklusif, pendekatan deep learning dapat dipadukan dengan teknologi untuk memfasilitasi kebutuhan khusus siswa (Wathon, 2024; Adriana, 2021). Latif et al. (2025) menunjukkan bahwa model ini efektif dalam meningkatkan literasi dan numerasi siswa melalui eksplorasi aktif dan personalisasi. Selain itu, Aziz dan Zakir (2022) menyebutkan bahwa *deep learning* relevan untuk sistem pendidikan berbasis kompetensi. Pandangan filosofis Ki Hajar Dewantara yang menekankan keseimbangan olah pikir, olah hati, dan olah raga memperkuat relevansi pendekatan ini dalam konteks Indonesia (Rahiem, 2025). Namun, implementasinya masih terkendala oleh pemahaman guru yang belum merata serta minimnya pelatihan dan dukungan kebijakan (Putra & Rizqi, 2024; Wahyudi et al., 2025).

Perkembangan teknologi digital telah mengubah lanskap pendidikan secara global, termasuk dalam pembelajaran matematika yang semakin menuntut visualisasi, interaktivitas, dan adaptivitas. Teknologi berperan penting dalam memperjelas konsep abstrak melalui media visual, simulasi, dan latihan berbasis aplikasi digital (Munir, 2017; Anggriyani, 2024). Platform pembelajaran seperti GeoGebra, Quipper, Zenius, dan LMS seperti Google Classroom memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dan kontekstual (Fitrah, 2024; Yulianti, 2024). Mardiana dan Hajron (2024) menekankan bahwa teknologi menciptakan pengalaman belajar yang menarik dan memperkuat motivasi siswa dalam memahami konsep-konsep matematika yang kompleks. Di tingkat dasar, Rannisa et al. (2024) menunjukkan bahwa media interaktif mampu membangun keterlibatan aktif dan memperkuat daya serap siswa terhadap materi. Selain itu, penggunaan *Augmented Reality* (AR) telah terbukti mendukung pembelajaran geometri dan sistem koordinat secara visual dan intuitif (Khairunnisa & Aziz, 2021). Jannah (2024) menambahkan bahwa penggunaan GeoGebra tidak hanya memudahkan pemahaman tetapi juga meningkatkan rasa percaya diri siswa

dalam mengeksplorasi matematika. Rahmawati et al. (2024) menemukan bahwa pemanfaatan teknologi meningkatkan pemahaman konsep hingga 48,5% melalui GeoGebra, 40,2% dengan aplikasi mobile, dan 30,1% melalui video pembelajaran. Selain itu, integrasi teknologi dalam kelas matematika turut memperkuat kemampuan literasi digital siswa, sebuah kompetensi penting di abad ke-21 (Jayantika & Namur, 2022). Namun, efektivitasnya sangat ditentukan oleh kemampuan guru dalam merancang pembelajaran digital yang bermakna. Bito dan Masaong (2023) menyatakan bahwa peran guru sebagai desainer pembelajaran berbasis teknologi harus didukung oleh pelatihan dan akses terhadap sumber daya digital. Dalam konteks Indonesia, meskipun teknologi sudah tersedia, kesenjangan dalam penguasaan media digital oleh guru masih menjadi tantangan serius dalam penerapannya secara optimal (Maulani, 2024; Irsyad, 2023). Oleh karena itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika perlu didorong tidak hanya melalui pengadaan sarana, tetapi juga melalui penguatan kapasitas guru sebagai fasilitator digital.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menggarisbawahi urgensi penerapan teknologi dalam pendekatan *deep learning* untuk pembelajaran matematika di Indonesia. Studi-studi tersebut menunjukkan bahwa meskipun potensinya besar, implementasi masih menghadapi hambatan serius, mulai dari kesiapan pendidik hingga kesenjangan infrastruktur (Disyela, 2024; M. Yunus, 2025). Pembelajaran *deep learning* tidak hanya menawarkan pendekatan bermakna, tetapi juga memungkinkan personalisasi pembelajaran, pemanfaatan umpan balik otomatis, dan peningkatan akses di wilayah terpencil melalui teknologi berbasis kecerdasan buatan (Aziz & Zakir, 2022; Adriana, 2021). Namun, tantangan muncul ketika pendekatan ini dihadapkan pada sistem pembelajaran konvensional yang masih berorientasi pada ceramah dan hafalan. Menurut Wahyudi et al. (2025), rendahnya kemampuan penalaran matematis siswa seringkali dipicu oleh kurangnya partisipasi aktif dalam pembelajaran. Pendekatan *deep learning* menuntut guru mengubah paradigma dari pengajar menjadi fasilitator, yang mampu menciptakan suasana belajar yang reflektif dan eksploratif (Akmal et al., 2025; Putra & Rizqi, 2024). Dalam konteks ini, dukungan teknologi menjadi penguat dalam menerapkan strategi seperti pembelajaran berbasis masalah, proyek, dan inkuiri. Nelvia (2019) menyoroti bahwa pendekatan ini berusaha memutus dominasi metode konvensional dengan mengganti pola pikir siswa dari pasif menjadi aktif. Sandy et al. (2023) menambahkan bahwa fondasi dari *deep learning* mencakup tiga elemen utama: *meaningful learning*, *mindful learning*, dan *joyful learning*, yang bersama-sama membentuk pengalaman belajar yang menyeluruh. Teori pembelajaran yang berpijak pada humanisme dan konstruktivisme mendukung integrasi ini karena menekankan bahwa pembelajaran terjadi secara optimal ketika siswa merasa terlibat secara kognitif dan emosional (Tohari & Rahman, 2024; Rahiem, 2025). Sayangnya, di banyak daerah, pemanfaatan teknologi dalam *deep learning* belum diimbangi dengan ketersediaan pelatihan guru, adaptasi kurikulum, dan kebijakan yang progresif (Irsyad, 2023; Maulani, 2024). Oleh karena itu, masih dibutuhkan kajian mendalam untuk merumuskan strategi implementasi teknologi yang relevan dan aplikatif dalam mendukung pendekatan *deep learning* dalam konteks pembelajaran matematika di Indonesia.

Di tengah pesatnya perkembangan teknologi pendidikan global, terdapat kesenjangan signifikan dalam literatur yang membahas integrasi teknologi dalam pendekatan *deep learning* di konteks pembelajaran matematika Indonesia. Sebagian besar penelitian masih bersifat deskriptif, terbatas pada evaluasi alat bantu teknologi, dan belum banyak yang mengaitkan secara mendalam antara aspek pedagogis *deep learning* dengan penerapan teknologi secara strategis (Sutomo, 2025; Wibowo, 2023). Kebutuhan akan kajian konseptual yang tidak hanya mengidentifikasi tantangan, tetapi juga memberikan kerangka berpikir kritis mengenai bagaimana teknologi dapat memperkuat pembelajaran matematika yang bermakna, menjadi sangat mendesak (Iskandar, 2023). Hal ini penting terutama karena pembelajaran matematika sering kali dihadapkan pada tantangan abstraksi konsep, keterasingan siswa terhadap materi, dan dominasi metode ekspositori yang kaku (Munir, 2017; Wahyudi et al., 2025). Dalam literatur internasional, integrasi *deep learning* dan teknologi telah menunjukkan hasil positif, seperti peningkatan kapasitas reflektif siswa, penguatan koneksi antarkonsep, serta peningkatan hasil belajar yang lebih konsisten (Milford, 2025; Putri et al., 2022). Namun, dalam konteks Indonesia, banyak guru masih kesulitan memahami prinsip-prinsip *deep learning* dan mengadaptasikannya ke dalam praktik yang realistis, terutama dengan keterbatasan sumber daya dan kurangnya pelatihan pedagogis digital (Maulani, 2024; Rannisa et al., 2024). Selain itu, belum adanya kurikulum nasional yang mengakomodasi penggunaan teknologi berbasis *deep learning* secara eksplisit menambah kompleksitas masalah ini (Irsyad, 2023). Kondisi ini diperparah dengan kurangnya literatur yang mampu menjembatani antara pendekatan *deep learning*, teknologi pendidikan, dan realitas pembelajaran matematika di kelas (Disyela, 2024; Fitrah, 2024). Dengan demikian, diperlukan studi konseptual yang memetakan secara sistematis bagaimana teknologi dapat diposisikan sebagai katalisator dalam implementasi *deep learning* untuk mencapai kualitas pembelajaran matematika yang lebih kontekstual, adil, dan berkelanjutan.

Mempertimbangkan kompleksitas tantangan dan peluang yang telah diuraikan, artikel ini disusun sebagai kajian konseptual yang bertujuan untuk menganalisis secara kritis tantangan implementasi pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran matematika di Indonesia dari perspektif teknologi pendidikan. Kajian ini tidak hanya mengeksplorasi hambatan struktural seperti keterbatasan infrastruktur digital dan ketimpangan akses perangkat, tetapi juga mengulas isu-isu pedagogis seperti rendahnya literasi teknologi pendidik dan kurangnya pemahaman terhadap prinsip *deep learning* (Putra & Rizqi, 2024; Bito & Masaong, 2023; Sinambela, 2024). Lebih dari itu, artikel ini menyajikan tinjauan literatur terkini untuk menyusun rekomendasi yang tidak bersifat umum, melainkan berbasis pada temuan empiris dan teoritis yang relevan dengan konteks lokal. Dengan merujuk pada prinsip-prinsip pembelajaran bermakna, reflektif, dan adaptif, kajian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi terhadap desain kebijakan pendidikan yang lebih inklusif dan transformatif (Yolanda, 2025; Jayantika & Namur, 2022; M. Yunus, 2025). Kontribusi konseptual yang ditawarkan mencakup: (1) pemetaan peran strategis teknologi dalam mendukung *deep learning* untuk mata pelajaran matematika, dan (2) identifikasi hambatan implementatif yang dapat dijadikan acuan dalam pengembangan pelatihan guru, kurikulum digital, serta desain pembelajaran berbasis media. Mengingat pentingnya penguatan literasi numerasi dan keterampilan abad ke-21 dalam sistem pendidikan nasional, transformasi

pembelajaran matematika dengan dukungan teknologi bukan lagi pilihan, tetapi kebutuhan (Latif et al., 2025; Intel Corporation, 2024; Anggriyani, 2024). Oleh karena itu, upaya mendorong integrasi teknologi ke dalam pendekatan *deep learning* perlu dilakukan secara sistematis, dengan mempertimbangkan dimensi konteks sosial, budaya, dan kesiapan struktural pendidikan di Indonesia.

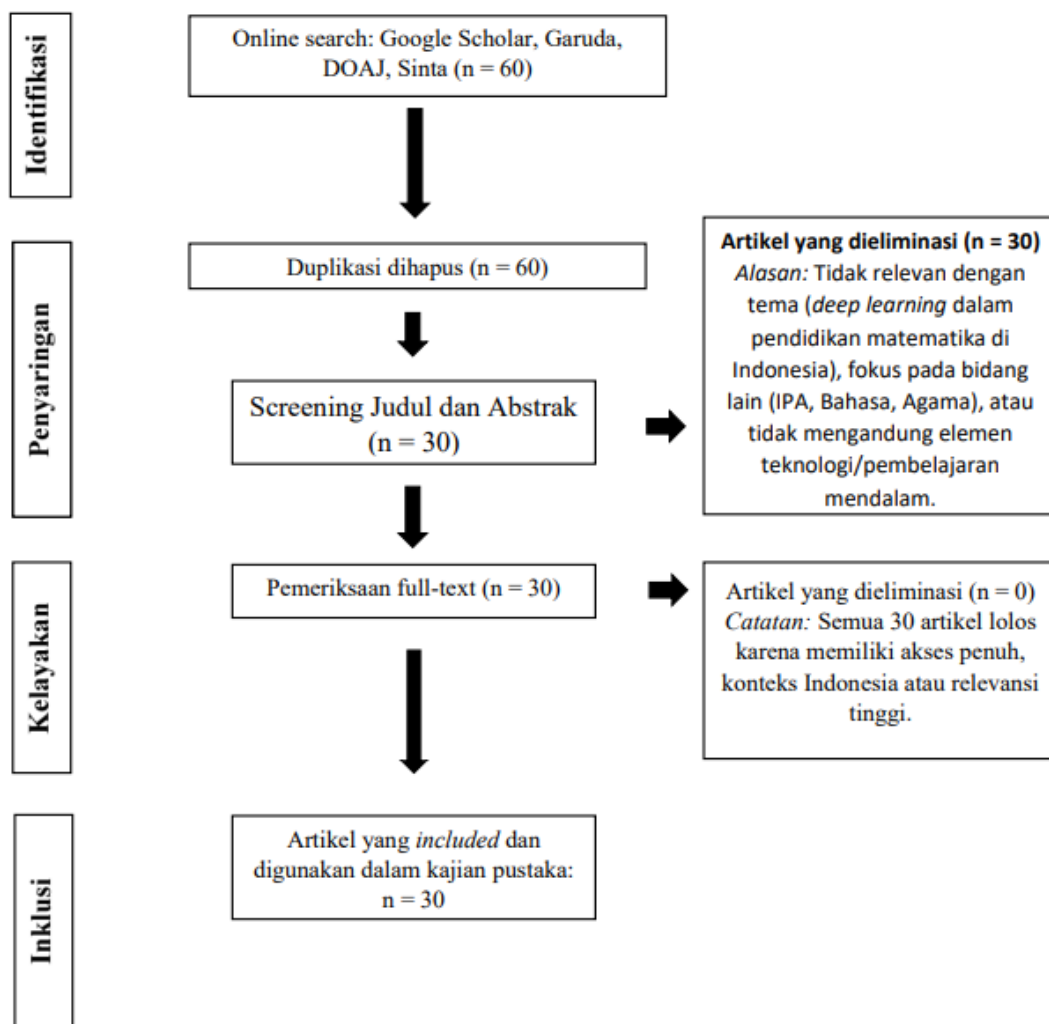
Berdasarkan latar belakang, teori, dan kajian literatur yang telah dipaparkan, dapat dirumuskan bahwa permasalahan utama dalam konteks pembelajaran matematika di Indonesia saat ini terletak pada rendahnya pemanfaatan teknologi secara optimal dalam mendukung pendekatan *deep learning* yang bermakna dan berkelanjutan. Hal ini mendorong munculnya pertanyaan utama dalam kajian ini: “Bagaimana peran dan tantangan implementasi teknologi dalam mendukung pendekatan *deep learning* pada pembelajaran matematika di Indonesia, serta rekomendasi konseptual apa yang dapat ditawarkan untuk mengatasi kendala tersebut dalam konteks pendidikan nasional?”

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk menganalisis literatur yang membahas integrasi teknologi dalam pendekatan *deep learning* pada pembelajaran matematika di Indonesia. Pendekatan ini dipilih karena mampu menghimpun temuan-temuan dari berbagai studi sebelumnya secara sistematis, mendalam, dan menyeluruh. Selain itu, SLR memungkinkan peneliti mengevaluasi kecenderungan umum, mengidentifikasi tantangan implementasi, serta merumuskan rekomendasi konseptual yang relevan dengan konteks pendidikan nasional. Penelitian ini disusun berdasarkan protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) sebagai acuan dalam proses identifikasi, seleksi, dan penyajian data literatur (Panic et al., 2013), serta menggunakan kerangka kerja PICOC (*Population, Intervention, Comparison, Outcome, Context*) untuk menyusun kriteria inklusi dan eksklusi secara sistematis.

Sumber literatur diperoleh dari empat basis data ilmiah daring, yaitu Google Scholar, Garuda, DOAJ, dan SINTA, dengan periode publikasi antara tahun 2022 hingga 2025. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kombinasi kata kunci dalam Bahasa Indonesia dan Inggris: (“teknologi pendidikan” OR “media digital” OR “platform pembelajaran”) AND (“pembelajaran matematika” OR “*mathematics learning*”) AND (“*deep learning*”). Artikel yang dipilih merupakan jurnal ilmiah, prosiding, atau buku akademik yang relevan dengan konteks pembelajaran matematika berbasis teknologi dan mendalam. Selanjutnya, artikel diseleksi berdasarkan judul, abstrak, serta isi lengkap untuk memastikan relevansinya dengan fokus kajian.

Proses seleksi literatur mengikuti alur PRISMA, dimulai dengan identifikasi awal sebanyak 60 artikel dari hasil pencarian di berbagai database. Pada tahap penyaringan, dilakukan eliminasi terhadap 30 artikel berdasarkan hasil peninjauan judul dan abstrak karena tidak relevan dengan tema, tidak mengandung unsur *deep learning*, atau berfokus pada bidang lain seperti IPA, agama, atau bahasa. Selanjutnya, dilakukan uji kelayakan dengan memeriksa aksesibilitas dan isi penuh dari 30 artikel, dan seluruhnya memenuhi syarat. Sebanyak 30 artikel akhirnya dinyatakan layak untuk dianalisis dan dijadikan sumber dalam kajian ini. Alur lengkap proses seleksi artikel dapat dilihat pada Gambar di bawah ini.



Gambar 1. Alur Lengkap Proses Seleksi Artikel

Dalam proses seleksi, digunakan pendekatan PICOC untuk memastikan kesesuaian literatur dengan fokus penelitian. Populasi yang dituju adalah guru dan siswa dalam konteks pembelajaran matematika. Intervensi yang dikaji meliputi penggunaan teknologi pendidikan seperti LMS, aplikasi digital, media interaktif, dan sistem berbasis AI. Studi yang digunakan dapat membandingkan penggunaan teknologi tertentu atau tidak memiliki pembandingan, selama tetap fokus pada proses dan hasil pembelajaran. Hasil atau outcome yang dicari meliputi efektivitas teknologi dalam meningkatkan pemahaman, keterlibatan, dan adaptivitas siswa. Sedangkan konteks yang dikaji adalah pendidikan matematika di Indonesia atau yang memiliki relevansi kuat terhadap sistem pendidikan nasional. Artikel yang tidak menjelaskan secara eksplisit bentuk teknologi, tidak relevan dengan konteks lokal, atau tidak membahas dampak pembelajaran, dikeluarkan dari kajian. Kriteria inklusi dan eksklusi artikel yang digunakan dalam penelitian ini dirangkum dalam kerangka kerja PICOC seperti yang ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Tabel Kerangka Kerja PICOC

Komponen	Inklusi	Eksklusi
Population	Guru atau siswa matematika	Subjek non-Pendidikan Matematika
Intervention	Teknologi pendidikan (platform, media digital, LMS, aplikasi, dll.)	Teknologi di luar konteks pembelajaran
Comparison	Studi dengan atau tanpa teknologi pembandingan	Studi yang tidak menyebutkan teknologi jelas
Outcome	Dampak teknologi terhadap efektivitas, adaptivitas, atau pemaknaan	Studi yang tidak membahas hasil atau dampak
Context	Studi relevansi kuat terhadap konteks pendidikan Indonesia	Studi tanpa relevansi konteks lokal

Literatur yang terpilih kemudian dianalisis secara naratif dan tematik, dengan pendekatan induktif. Artikel dikelompokkan berdasarkan tema seperti bentuk teknologi yang digunakan, manfaat implementasi terhadap proses pembelajaran, hambatan implementasi, serta kontribusi literatur terhadap pengembangan pembelajaran matematika berbasis *deep learning*. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan pemahaman konseptual yang utuh dan menyusun rekomendasi berdasarkan sintesis pustaka secara ilmiah dan kontekstual.

PEMBAHASAN

Karakteristik Umum Literatur yang Direview

Analisis terhadap 30 artikel yang dijadikan sumber dalam studi ini menunjukkan variasi karakteristik dari sisi jenis publikasi, metode penelitian, fokus kajian, hingga konteks pendidikan matematika yang dibahas. Rentang tahun publikasi dari artikel-artikel tersebut dimulai dari tahun 2021 hingga 2025, dengan mayoritas publikasi terjadi antara 2023 hingga 2025. Hal ini menandakan bahwa perhatian akademisi terhadap isu integrasi teknologi, khususnya pendekatan *deep learning* dalam pembelajaran matematika, mengalami peningkatan signifikan pasca pandemi COVID-19 yang memicu transisi pembelajaran daring secara besar-besaran (Akmal et al., 2025; Dewi et al., 2023).

Dilihat dari jenis publikasi, artikel yang dikaji mencakup jurnal nasional terakreditasi SINTA 2 hingga SINTA 5, prosiding seminar nasional dan internasional, serta beberapa artikel jurnal internasional bereputasi. Proporsi terbesar berasal dari jurnal nasional terakreditasi, menunjukkan bahwa isu ini menjadi fokus kajian yang cukup penting dalam konteks pendidikan di Indonesia (Orhani, 2024; Mardiana & Hajron, 2024). Secara metodologis, mayoritas artikel menggunakan pendekatan kuantitatif, dengan metode eksperimen kuasi dan studi tindakan kelas (PTK) sebagai bentuk dominan, terutama untuk mengukur efektivitas media digital dan model pembelajaran berbasis teknologi terhadap hasil belajar matematika siswa (Heldawati et al., 2023; Maharani & Putri, 2023).

Selain itu, terdapat pula sejumlah artikel yang menerapkan pendekatan penelitian pengembangan (R&D), seperti model Borg & Gall atau ADDIE, untuk merancang dan menguji media pembelajaran digital berbasis *deep learning* dan AI, termasuk e-modul interaktif,

aplikasi berbasis Android, dan sistem berbasis kecerdasan buatan (Latifah & Auliya, 2024; Khairunnisa & Aziz, 2021). Penelitian kualitatif murni relatif lebih sedikit, dan biasanya berfokus pada eksplorasi persepsi guru dan siswa terhadap penggunaan teknologi pembelajaran serta analisis kebutuhan digital di sekolah (Jayantika & Namur, 2022; Bito & Masaong, 2023). Sebagian kecil lainnya menggunakan pendekatan campuran (*mixed methods*) untuk mendapatkan gambaran utuh mengenai implementasi teknologi dalam proses pembelajaran dan dampaknya terhadap proses berpikir matematis siswa (Yolanda, 2025).

Fokus kajian dari literatur-literatur ini juga beragam, mencakup pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi, integrasi platform LMS, pemanfaatan AI dan *deep learning* dalam asesmen adaptif, serta eksplorasi potensi teknologi seperti *augmented reality* dalam konteks pembelajaran etnomatematika dan geometri spasial (Wangi et al., 2023; M. Yunus, 2025). Namun, sebagian besar artikel masih menitikberatkan pada aspek implementatif teknologi dalam bentuk media bantu, bukan pada kajian teoritik atau epistemologis terhadap model *deep learning* itu sendiri. Dengan kata lain, pendekatan *deep learning* dalam konteks literatur yang dianalisis masih lebih sering dimaknai sebagai bagian dari teknologi instruksional, bukan sebagai pendekatan pembelajaran berbasis kognisi mendalam yang menuntut perubahan paradigma belajar mengajar (Suglo, 2024; Harnawati & Hidayati, 2024).

Konteks pendidikan juga menjadi salah satu penentu penting dalam karakteristik literatur. Hampir semua artikel berfokus pada pendidikan menengah pertama dan atas, dengan beberapa artikel yang menysasar pendidikan dasar dan pendidikan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa isu integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika lebih banyak dikaji pada jenjang yang telah memiliki ekspektasi akademik yang lebih kompleks dan kesiapan digital yang relatif lebih tinggi (Amelia, 2023; Putra, 2022). Namun, hanya sebagian kecil yang memperhatikan konteks geografis dan sosio-kultural, seperti tantangan infrastruktur di daerah 3T atau kesenjangan digital antara sekolah kota dan desa, yang padahal sangat krusial dalam implementasi teknologi secara inklusif (Ernawati et al., 2022; Marliani, 2024).

Dengan demikian, karakteristik umum literatur yang direview dalam studi ini mencerminkan bahwa kajian tentang pendekatan *deep learning* matematis di Indonesia masih berada pada tahap awal perkembangan. Penelitian lebih banyak bersifat praktis dan terfokus pada pengembangan serta implementasi media teknologi, sementara kajian kritis dan teoretis mengenai bagaimana *deep learning* membentuk struktur berpikir dan pedagogi matematika masih sangat terbatas. Hal ini menjadi indikasi bahwa terdapat ruang besar untuk eksplorasi lebih lanjut mengenai pendekatan ini, tidak hanya dari sisi teknologinya, tetapi juga dari sisi epistemologi, pedagogi, dan implikasi sosial-budaya dalam konteks pendidikan Indonesia (Orhani, 2024; Yolanda, 2025; Akmal et al., 2025).

Teknologi yang Diintegrasikan

Hasil dari 30 literatur yang dianalisis menunjukkan adanya keragaman bentuk teknologi yang telah diintegrasikan dalam pembelajaran matematika di Indonesia. Secara umum, integrasi tersebut terbagi ke dalam beberapa kategori besar, yaitu teknologi berbasis kecerdasan buatan (AI), media digital interaktif, platform *e-learning*, *augmented reality* (AR), serta modul digital berbasis pendekatan pedagogis tertentu seperti *Realistic Mathematics Education* (RME) atau *Problem-Based Learning* (PBL). Di antara yang paling menonjol adalah pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dalam bentuk *Deep Learning* yang mulai diterapkan

dalam desain media ajar maupun personalisasi proses belajar (Yolanda, 2025; Harnawati & Hidayati, 2024). Pemanfaatan teknologi AI tersebut tidak hanya digunakan untuk merancang sistem rekomendasi materi atau asesmen otomatis, tetapi juga untuk mendeteksi kelemahan konsep siswa dan mengarahkan pembelajaran adaptif (Suglo, 2024; Orhani, 2024).

Teknologi yang diintegrasikan dalam pembelajaran matematika tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pengajaran, tetapi secara aktif mendukung proses deep learning yang menuntut keterlibatan kognitif dan metakognitif yang mendalam. Misalnya, teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) memungkinkan personalisasi pembelajaran dengan memberikan umpan balik adaptif yang sesuai dengan kebutuhan dan tingkat pemahaman masing-masing siswa, sehingga dapat mendorong siswa untuk berpikir kritis dan reflektif secara mandiri (Harnawati & Hidayati, 2024). Media pembelajaran digital seperti e-modul dan aplikasi berbasis *augmented reality* (AR) tidak hanya memvisualisasikan konsep abstrak matematika dengan cara yang interaktif, tetapi juga menciptakan lingkungan belajar yang lebih nyata dan kontekstual sehingga memperkuat pemahaman konseptual siswa (Khairunnisa & Aziz, 2021; Dewi et al., 2023). Dengan demikian, teknologi berperan sebagai fasilitator yang memungkinkan pembelajaran yang lebih dalam dan bermakna dibandingkan metode tradisional, mendukung aspek pemecahan masalah dan transfer pengetahuan yang menjadi inti deep learning.

Selain itu, beberapa artikel menunjukkan penggunaan teknologi *mobile* seperti aplikasi Android untuk penyajian materi matematika, khususnya statistika dan kalkulus (Dewimarni et al., 2022; Nuraeni & Siregar, 2024). Media ini didesain dalam bentuk peta konsep interaktif maupun video tutorial yang menyatu dalam e-modul atau LKPD digital (Heldawati et al., 2023; Latifah & Auliya, 2024). Platform *Learning Management System* (LMS), meskipun umum, tetap digunakan secara luas terutama dalam masa pasca-pandemi untuk menjembatani proses belajar jarak jauh (Marliani, 2024; Ernawati et al., 2022). LMS diperkaya dengan video pembelajaran, kuis daring, dan forum diskusi untuk meningkatkan interaktivitas.

Menariknya, beberapa penelitian mulai mengeksplorasi integrasi etnomatematika berbasis teknologi modern, seperti AI atau AR, sebagai sarana kontekstualisasi budaya lokal dalam pembelajaran matematika. Misalnya, pendekatan ini digunakan untuk mengembangkan media yang dapat meningkatkan keterampilan pemecahan masalah matematis melalui pengalaman belajar berbasis budaya (Wangi et al., 2023; Putra, 2022). Upaya ini menandai pergeseran dari pendekatan teknologi semata ke arah yang lebih holistik dan transformatif. Selain itu, inovasi berbasis teknologi juga mulai diarahkan untuk menyentuh aspek literasi digital siswa, seperti pengembangan modul ajar digital di tingkat sekolah dasar (Dewi et al., 2023; Jayantika & Namur, 2022).

Namun demikian, sebagian besar teknologi yang terintegrasi dalam studi-studi ini masih bersifat intervensi berbasis produk, belum masuk pada tahapan sistematis dalam kurikulum nasional. Beberapa artikel menunjukkan bahwa teknologi yang diujicobakan bersifat parsial, tidak berkelanjutan, dan masih sangat bergantung pada inisiatif individu guru atau peneliti (Maharani & Putri, 2023; Amelia, 2023). Hal ini mencerminkan adanya jarak antara potensi teknologi yang dikembangkan dan kesiapan sistem pendidikan dalam mengadopsinya secara menyeluruh.

Manfaat dan Tantangan

Integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika, termasuk pendekatan berbasis *Deep Learning* (DL), menawarkan berbagai manfaat yang signifikan dalam konteks pendidikan di Indonesia. Salah satu manfaat utama adalah meningkatnya kualitas interaksi pembelajaran yang lebih adaptif dan personal. Teknologi seperti AI dan DL mampu memetakan kelemahan siswa secara lebih akurat dan memberikan umpan balik otomatis dalam proses belajar, sehingga guru dapat lebih fokus pada penguatan konsep atau remedi yang diperlukan (Yolanda, 2025; Orhani, 2024). Hal ini memperkuat konsep pembelajaran yang bersifat individualisasi dan berbasis data, sejalan dengan arah pembelajaran abad ke-21 (Suglo, 2024).

Selain itu, penerapan media digital dan e-modul interaktif mampu meningkatkan motivasi belajar siswa serta efisiensi waktu dan sumber daya. Misalnya, penggunaan eLKPD berbasis *Problem-Based Learning* terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa secara signifikan (Latifah & Auliya, 2024). Modul ajar digital juga dinilai sangat praktis dan efektif di jenjang dasar untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri, terutama di masa pasca pandemi (Dewi et al., 2023). Bahkan, integrasi etnomatematika dengan teknologi AI menunjukkan bahwa pelibatan konteks budaya lokal dapat memperkuat relevansi pembelajaran dan membangun rasa memiliki terhadap konten matematika (Wangi et al., 2023).

Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika memberikan manfaat signifikan yang dapat meningkatkan kualitas dan kedalaman proses pembelajaran. Teknologi memungkinkan peningkatan akses terhadap sumber belajar yang variatif dan interaktif, sehingga siswa dapat mengeksplorasi konsep matematika secara mandiri dan berulang-ulang sesuai kecepatan belajarnya (Mardiana & Hajron, 2024). Selain itu, teknologi seperti AI dan modul digital membantu guru dalam melakukan monitoring dan memberikan *feedback* secara *real time*, yang sangat krusial dalam membangun pemahaman konseptual yang mendalam sesuai prinsip *deep learning* (Suglo, 2024). Namun, di balik manfaat tersebut, terdapat sejumlah tantangan yang cukup besar. Keterbatasan kompetensi guru dalam penggunaan teknologi menjadi penghambat utama, karena tanpa kemampuan yang memadai, teknologi tidak dapat dioptimalkan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang dalam (Amelia, 2023). Selain itu, disparitas akses teknologi antar daerah di Indonesia, terutama di wilayah terpencil, menyebabkan ketimpangan kesempatan belajar yang bermakna bagi siswa (Saputra et al., 2023). Kebijakan pendidikan yang belum sepenuhnya mendukung integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika juga memperlambat proses adaptasi ini, sehingga diperlukan intervensi yang holistik dan sistemik agar tantangan tersebut dapat diatasi (Saifudin et al., 2024).

Namun demikian, pemanfaatan teknologi tersebut juga menghadapi tantangan serius dalam tataran implementasi. Tantangan pertama adalah kesenjangan kompetensi digital guru. Beberapa studi menegaskan bahwa banyak guru matematika belum memiliki kesiapan yang memadai dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran secara sistematis (Amelia, 2023; Arsyad, 2023). Kurangnya pelatihan, keterbatasan fasilitas, serta beban administratif yang tinggi membuat guru kesulitan melakukan inovasi pembelajaran berbasis teknologi. Selain itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika masih menghadapi resistensi dari sebagian pelaku pendidikan, terutama karena kekhawatiran terhadap

“dehumanisasi” atau berkurangnya peran guru dalam interaksi pembelajaran (Akmal et al., 2025; M. Yunus, 2025).

Tantangan berikutnya adalah infrastruktur dan kebijakan yang belum sepenuhnya mendukung. Beberapa sekolah, khususnya di daerah non-perkotaan, masih kesulitan mengakses perangkat keras dan konektivitas internet yang stabil, sehingga teknologi yang dirancang tidak bisa diterapkan secara merata (Saputra et al., 2023; Nurdiana & Hasanudin, 2023). Kebijakan pendidikan nasional pun belum memiliki kerangka yang solid untuk mendukung penggunaan AI atau DL dalam skala besar, yang mengakibatkan inovasi-inovasi tersebut hanya terbatas pada lingkup penelitian atau proyek percontohan (Saifudin et al., 2024; Muhammad Fathurrahman, 2024).

Dengan demikian, meskipun integrasi teknologi dalam pendekatan deep learning matematis menjanjikan berbagai manfaat pedagogis, tantangan dalam aspek kompetensi guru, infrastruktur, dan kebijakan menjadi hambatan utama yang perlu diatasi secara komprehensif agar transformasi digital di bidang pendidikan matematika dapat terwujud secara berkelanjutan.

Implikasi dan Rekomendasi

Berdasarkan berbagai manfaat dan tantangan yang diidentifikasi, implikasi penting bagi pengembangan pendidikan matematika di Indonesia adalah perlunya strategi yang terintegrasi dan berkelanjutan untuk mengoptimalkan pemanfaatan teknologi. Rekomendasi utama meliputi peningkatan kapasitas guru melalui pelatihan dan pendampingan intensif yang menekankan pada pemahaman mendalam tentang penggunaan teknologi dalam konteks deep learning (Amelia, 2023; Ernawati et al., 2022). Selain itu, kebijakan pendidikan perlu dirumuskan secara holistik untuk menjamin pemerataan akses infrastruktur digital, termasuk di daerah-daerah tertinggal, sehingga tidak ada siswa yang tertinggal akibat keterbatasan sarana teknologi (Saputra et al., 2023). Pengembangan kurikulum yang adaptif dan kontekstual juga penting, mengintegrasikan teknologi sebagai elemen utama yang mendukung aktivitas berpikir kritis, kolaborasi, dan pemecahan masalah secara mendalam (Latifah & Auliya, 2024). Sinergi antara pemerintah, lembaga pendidikan, industri teknologi, dan masyarakat perlu diperkuat untuk menciptakan ekosistem pembelajaran yang mendukung inovasi dan keberlanjutan penggunaan teknologi secara efektif (Saifudin et al., 2024; Wangi et al., 2023). Dengan langkah-langkah ini, pembelajaran matematika berbasis pendekatan deep learning yang didukung teknologi dapat lebih optimal, meningkatkan mutu pendidikan nasional secara signifikan.

Secara institusional, sekolah dan lembaga pendidikan tinggi perlu membangun ekosistem pembelajaran yang mendukung integrasi teknologi mutakhir seperti AI dan DL. Ekosistem ini mencakup penyediaan infrastruktur, penguatan sistem evaluasi berbasis teknologi, serta kebijakan yang mendorong inovasi dan kolaborasi antar pemangku kepentingan (Saifudin et al., 2024; Bito & Masaong, 2023). Misalnya, universitas sebagai lembaga penghasil calon guru dapat mengintegrasikan kurikulum berbasis teknologi pendidikan untuk mempersiapkan mahasiswa dalam menghadapi tantangan dunia pembelajaran digital (Heldawati et al., 2023).

Dalam konteks kebijakan, pemerintah perlu merumuskan regulasi yang mengatur penggunaan teknologi pembelajaran berbasis kecerdasan buatan secara etis dan berkelanjutan. Regulasi tersebut harus mencakup perlindungan data siswa, akuntabilitas algoritma pembelajaran, serta standardisasi teknologi yang digunakan di berbagai jenjang pendidikan (M. Yunus, 2025; Marliani, 2024). Hal ini sejalan dengan kebutuhan untuk menjamin keadilan akses dan menghindari ketimpangan teknologi antar wilayah.

Rekomendasi strategis juga mencakup pentingnya riset lanjutan yang lebih spesifik menguji efektivitas pendekatan *deep learning* dalam berbagai topik matematika, baik dari sisi kognitif, afektif, maupun psikomotorik siswa. Riset semacam ini dapat menjadi dasar bagi pengambilan keputusan pendidikan yang berbasis bukti (Akmal et al., 2025; Dewimarni et al., 2022). Selain itu, perlu adanya kolaborasi aktif antara akademisi, praktisi pendidikan, dan pengembang teknologi untuk menciptakan solusi pembelajaran berbasis AI yang kontekstual, terjangkau, dan mudah diimplementasikan oleh guru di berbagai tingkat kemampuan teknologi (Rahmawati et al., 2024; Nuraeni & Siregar, 2024).

Secara keseluruhan, pendekatan *deep learning* dalam pendidikan matematika memiliki potensi besar dalam menjawab kebutuhan personalisasi, efektivitas, dan keterlibatan belajar. Namun, untuk mewujudkannya secara sistematis di Indonesia, diperlukan perubahan paradigma pendidikan, penguatan kebijakan, peningkatan kapasitas guru, serta komitmen lintas sektor yang terintegrasi.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa integrasi teknologi dalam pendekatan *deep learning* pada pembelajaran matematika di Indonesia memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran secara signifikan. Teknologi seperti kecerdasan buatan, media pembelajaran digital, dan *augmented reality* tidak hanya berperan sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai fasilitator yang memperkuat keterlibatan kognitif siswa secara mendalam. Namun, di sisi lain, berbagai tantangan seperti keterbatasan kompetensi guru, ketimpangan akses teknologi, serta kurangnya dukungan kebijakan yang memadai masih menjadi hambatan utama dalam optimalisasi pemanfaatan teknologi tersebut. Oleh karena itu, diperlukan upaya terintegrasi yang meliputi peningkatan kapasitas guru melalui pelatihan khusus, pengembangan infrastruktur teknologi yang merata, dan penyusunan kebijakan pendidikan yang adaptif dan berpihak pada pemerataan akses serta kualitas pembelajaran. Sinergi antara pemangku kepentingan pendidikan, pemerintah, dan sektor teknologi harus diperkuat guna menciptakan ekosistem pembelajaran yang inovatif dan berkelanjutan. Dengan langkah-langkah strategis tersebut, implementasi pendekatan *deep learning* berbasis teknologi dalam pembelajaran matematika dapat lebih optimal, sehingga mendukung peningkatan mutu pendidikan nasional dan mempersiapkan generasi masa depan yang kompeten dan adaptif terhadap perkembangan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A. N., Maelasari, N., Ilmu, T., & Islam, P. (2025). Pemahaman deep learning dalam pendidikan: Analisis literatur melalui metode systematic literature review (SLR)
- Amelia, P. (2023). Evaluasi kesiapan guru matematika dalam mengintegrasikan teknologi pendidikan. *Jurnal Dunia Ilmu*.
- Anggriyani, M., Syaharuddin, S., & ... (2024). Penggunaan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika: Tren dan tantangan. *Semantik: Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 348–372.
<https://seminar.ustjogja.ac.id/index.php/SEMANTIK/article/view/2817>
- Arsyad, S. (2023). Integrasi teknologi pendidikan dalam pengajaran matematika: Tantangan dan peluang di era digital. *Jurnal Dunia Ilmu*.
- Artificial Intelligence (AI) dalam Pendidikan. (2024). Intel Corporation.
<https://www.intel.co.id/content/www/id/id/learn/ai-in-education.html>
- Ayuni, N. M. S., Suarjana, I. M., & ... (2023). Pengembangan media komik digital matematika berbasis kearifan lokal jejaitan topik mengidentifikasi sudut untuk siswa kelas IV SD. *Jurnal Teknologi Pendidikan*.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JMTP/article/view/60821>
- Aziz, A., & Zakir, S. (2022). Indonesian Research Journal on Education: *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2(3), 1030–1037.
- Bitto, N., & Masaong, A. K. (2023). Peran media pembelajaran matematika sebagai teknologi dan solusi dalam pendidikan di era digitalisasi dan disruption. *Jambura Journal of Mathematics Education*, 4(1), 88–97
<https://doi.org/10.34312/jmathedu.v4i1.17376>
- Dari, S. W., & Jatmiko, J. (2024). Analisis peran etnomatematika dalam pembelajaran matematika. Prosiding Seminar Nasional
<https://proceeding.unpkediri.ac.id/index.php/seinkesjar/article/view/4522>
- Dewi, D. A. S., Suartama, I. K., & ... (2023). Modul ajar digital praktikum pendidikan matematika kelas tinggi di SD. *Jurnal Teknologi Pendidikan*.
<https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JMTP/article/view/61523>
- Dewimarni, S., Rizalina, R., & ... (2022). Validitas media pembelajaran statistika berbasis android dengan teknik peta konsep untuk meningkatkan pemahaman konsep statistika. *Jurnal Pendidikan Matematika*. <http://repository.upiypk.ac.id/5199/>
- Disyela. (2024). Deep learning di Indonesia akan diterapkan, efektif kah? Kumparan.
<https://kumparan.com/disyela/deep-learning-di-indonesia-akan-diterapkan-efektif-kah-23uiDLyFgWg>
- Ernawati, E., Nurwahidin, M., & ... (2022). Efektifitas pendidikan dan pelatihan pemanfaatan media pembelajaran matematika bagi guru. *Jurnal Pendidikan*.
<https://ejournal.bangunharapanbangsa.id/index.php/TP/article/view/21>
- Hajar, S. (2024). Penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi dalam menumbuhkan minat siswa terhadap matematika di madrasah aliyah. *Jurnal El-Hamra: Kependidikan dan*
<https://ejournal.amertamedia.co.id/index.php/elhamra/article/download/326/197>
- Harnawati, H., & Hidayati, U. (2024). Persepsi mahasiswa calon guru matematika terhadap pemanfaatan teknologi kecerdasan buatan dalam konteks pembelajaran. *Jurnal*

Pendidikan Matematika.

<http://jurnal.bimaberilmu.com/index.php/jagomipa/article/view/389>

- Heldawati, H., Yulianti, D., & ... (2023). Pengembangan e-modul dengan pendekatan pendidikan matematika realistik (PMR) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. *Jurnal Teknologi Pendidikan*. <https://e-journal.undikma.ac.id/index.php/jtp/article/view/646>
- Iskandar, A. (2023). *Transformasi digital dalam pembelajaran*. Malang: PT. Literasi Nusantara Abadi Grup.
- Jannah, M. (2024). Analisis kemampuan berpikir komputasi menggunakan software GeoGebra dalam pembelajaran matematika pada kelas 7 SMP. *Cendikia: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*.
- Jayantika, I. G. A. T., & Namur, G. (2022). Peran teknologi pembelajaran dalam meningkatkan literasi digital matematika. *Indonesian Journal of Educational Development*, 3(2). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7033331>.
- Khairunnisa, S., & Aziz, T. A. (2021). Studi literatur: Digitalisasi dunia pendidikan dengan menggunakan teknologi augmented reality pada pembelajaran matematika. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 3(2), 53–62. <https://doi.org/10.21009/jrpmj.v3i2.20106>
- Latifah, A. U., & Auliya, N. N. F. (2024). Pengembangan e-LKPD matematika berbasis problem based learning pada materi matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*. <https://edu.pubmedia.id/index.php/ppm/article/view/439>
- Maharani, I., & Putri, J. H. (2023). Relevansi pengembangan media pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan, Sains* <https://journalstkipgrisutubondo.ac.id/index.php/EDUSAINTEK/article/view/719>
- Mahdalena, E. (2022). Analisis penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar Setia Asih 06. Seminar Nasional Ilmu Pendidikan <https://prosiding.esaunggul.ac.id/index.php/snip/article/view/270>
- Mardiana, T., & Hajron, K. H. (2024). Efektivitas teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika: A systematic literature review. *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, 10(2), 102–116. <https://doi.org/10.21107/edutic.v10i2.22242>
- Marliani, N. (2024). Penerapan teknologi digital pada pendidikan matematika pasca pandemi Covid-19. *PIJAR: Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*. <http://putrapublisher.org/ojs/index.php/pijar/article/view/555>
- Meli Anggriyani, S. S. (2024). Penggunaan teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika: Tren dan tantangan. Semantik: Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika, 348–372.
- Milford. (2025, January 15). *The importance of strong math education in the era of AI*. Mathnasium. <https://www.mathnasium.com/math-centers/milford/news/importance-strong-math-education-era-ai>
- Muassar, M. Z. (2022). Tren penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi sebagai judul skripsi pada program studi pendidikan matematika FTIK IAIN Palopo. *Jurnal Penelitian Multidisiplin Ilmu*.
- Muh., Fitrah, C. S. (2024). Evaluation of digital technology management in mathematics learning: A sequential explanatory design in Eastern Indonesia. *NJCIE: Nordic Journal of Comparative and International Education*, 1–27.

- Muhammad Fathurrahman, P. D.-I. (2024). Integrasi teknologi dalam pendidikan matematika. *KAMBIK: Journal of Mathematics Education*, 66–79.
- Muhammad Irsyad, S. Z. (2023). Transformasi AI dan kurikulum: Tantangan pendidikan Islam menghadapi abad ke-21. *Al-Aulia: Jurnal Pendidikan dan Ilmu-Ilmu Keislaman*.
- Munir. (2017). *Pembelajaran digital*. Bandung: Alfabeta.
- Nikola Panic, E. L. (2013). Evaluation of the endorsement of the preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis (PRISMA) statement on the quality of published systematic review and meta-analyses. *PLoS ONE*.
- Nuraeni, R., & Siregar, H. M. (2024). Eksplorasi pembelajaran kalkulus integral dengan menggunakan teknologi. *Jurnal Matematika*.
<https://journal.institutpendidikan.ac.id/index.php/plusminus/article/view/1526>
- Nurdiana, A., & Hasanudin, C. (2023). Penggunaan teknologi dalam pembelajaran matematika. Seminar
- Orhani, S. (2024). Deep learning in math education. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 270–278.
- Pembelajaran, E., & Islam, P. (2023). Integrasi teknologi dalam pembelajaran matematika berbasis etnomatematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*.
- Pratama, A., & Prasetya, H. (2023). Pengembangan media pembelajaran matematika berbasis video animasi untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *Jurnal Teknologi Pendidikan*
- Putri, Y., & Aziz, T. A. (2022). Penggunaan aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*.
<https://doi.org/10.1234/jpm.v12i3.12345>
- Rahmawati, D., & Wati, S. (2024). Pemanfaatan teknologi augmented reality dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*.
- Rohani, M., & Huda, M. (2023). Implementasi teknologi pendidikan dalam pembelajaran matematika di sekolah menengah pertama. *Jurnal Teknologi Pendidikan*.
- Sari, L., & Amalia, F. (2024). Efektivitas pembelajaran matematika berbasis teknologi. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi*.
- Setiawan, A. (2023). Studi literatur penggunaan teknologi digital dalam pendidikan matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*.
- Syamsudin, A. (2022). Peran teknologi digital dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Teknologi dan Pendidikan*.
- Sari, Y. P., & Hidayat, R. (2024). Pengembangan e-modul matematika berbasis teknologi. *Jurnal Pendidikan Matematika*.
- Wulandari, D. (2023). Analisis efektivitas teknologi pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*.
- Yulianti, E., & Iskandar, F. (2023). Implementasi teknologi informasi dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*.
- Zulkarnain, M., & Putri, N. (2024). *Peran teknologi digital dalam pembelajaran matematika*. *Jurnal Ilmu Pendidikan*.