ILUMINASI: Journal of Research in Education
Vol. 4 No. 1 Tahun 2026 | 175 – 190
http://yphn.ac.id/ejournal/index.php/ILUMINASI/index

Transformasi Pembelajaran Matematika melalui Teknologi Digital untuk Meningkatkan Literasi Numerasi

Naili Luma'ati Noor
Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia
naililumaati@students.unnes.ac.id

Masrukan
Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia
masrukan.mat@mail.unnes.ac.id

Nuriana Rachmani Dewi (Nino Adhi)
Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia
nurianaramadan@mail.unnes.ac.id

Abstract

TRANSFORMING MATHEMATICS LEARNING THROUGH DIGITAL TECHNOLOGY TO ENHANCE NUMERACY LITERACY. The Sustainable Development Goals identify quality education as the fourth goal. In today's digital era, learning systems are required to be more adaptive, interactive, and relevant to the development of 21st-century competencies, such as numeracy and literacy skills. This research aims to review and analyze relevant literature concerning the transformation of mathematics education through digital technology, as well as its implications for enhancing student literacy—a key national strategic competency. The research employs a qualitative, descriptive literature review approach. Data sources include various scholarly materials, such as accredited national and international journals, conference proceedings, textbooks, research reports, and educational policy documents. The collected data were analyzed using a thematic analysis approach to identify patterns, trends, and relationships between concepts emerging from the various studies. The findings indicate that the integration of digital technology into mathematics education has created significant opportunities for

developing learning processes that are more innovative, adaptive, and aligned with 21st-century requirements. Nevertheless, the implementation of technology in mathematics education faces several challenges, including infrastructure limitations and low levels of digital literacy among both teachers and students. To address these challenges, innovative, technology-driven pedagogical strategies are required—such as digital-supported problem-based learning, the flipped classroom model, gamification, AI-based adaptive learning, and mathematics-focused digital projects. The implications of this research offer insight into how digital technology can be positioned as a pedagogical tool to connect mathematical knowledge with real-life situations, thereby enhancing students' numeracy literacy.

Keywords: *Sustainable Development Goals; Quality Education; Mathematics Learning; Digital Technology; Numeracy Literacy*

Abstrak

Sustainable Development Goals menempatkan pendidikan berkualitas sebagai indikator ke 4 yaitu *quality education*. Di era digital saat ini, sistem pembelajaran dituntut untuk lebih adaptif, interaktif, dan relevan dengan pengembangan kompetensi abad ke-21, seperti kemampuan literasi numerasi. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau dan menganalisis berbagai literatur yang relevan mengenai transformasi pembelajaran matematika melalui teknologi digital, serta implikasinya terhadap peningkatan literasi siswa sebagai kompetensi strategis nasional. Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur (literature review) yang bersifat kualitatif deskriptif. Sumber data dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai literatur ilmiah, termasuk jurnal nasional dan internasional terakreditasi, prosiding konferensi, buku teks, laporan penelitian, dan dokumen kebijakan Pendidikan. Data yang terkumpul dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik untuk mengidentifikasi pola, tren, serta hubungan antar konsep yang muncul dari berbagai studi. Hasil penelitan menunjukkan pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran matematika telah membuka peluang besar untuk menciptakan proses belajar yang lebih inovatif, adaptif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Namun demikian, penerapan teknologi dalam pembelajaran matematika juga menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur dan rendahnya literasi digital guru dan siswa. Untuk mengatasi tantangan tersebut, dibutuhkan strategi pembelajaran yang inovatif dan berbasis teknologi, seperti pembelajaran berbasis masalah dengan

dukungan digital, flipped classroom, gamifikasi, pembelajaran adaptif berbasis AI, serta proyek digital berbasis matematika. Implikasi penelitian ini memberikan wawasan bahwa teknologi digital dapat diposisikan sebagai sarana pedagogis untuk menghubungkan pengetahuan matematika dengan situasi kehidupan nyata untuk meningkatkan literasi numerasi siswa.

Kata kunci: Tujuan Pembangunan Berkelanjutan; Pendidikan Berkualitas; Pembelajaran Matematika; Teknologi Digital; Literasi Numerasi

A. Pendahuluan

Bentuk upaya mempersiapkan sumber daya manusia yang berkualitas salah satunya adalah melalui pendidikan. Peningkatan kualitas pendidikan juga menjadi perhatian khusus semua pihak termasuk pemerintah melalui astacita presiden Republik Indonesia nomor empat yaitu memperkuat pembangunan sumber daya manusia, sains, teknologi, pendidikan, kesehatan, prestasi olahraga, kesetaraan gender, serta penguatan perempuan, pemuda, dan penyandang disabilitas. Selain itu Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) memposisikan pendidikan berkualitas sebagai indikator ke 4 yaitu *quality education*

Pada dunia pendidikan, perkembangan teknologi digital membawa perubahan signifikan (Amiripour et al., 2012). Di era digital saat ini, sistem pembelajaran dituntut untuk lebih adaptif, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan abad ke-21. Siswa sekarang memanfaatkan internet, proyektor, dan alat bantu teknologi lainnya untuk meningkatkan pengalaman belajar mereka (Brill & Galloway, 2007; Haleem et al., 2022). Matematika sebagai salah satu mata pelajaran fundamental dalam kurikulum pendidikan memiliki peran penting dalam membentuk kemampuan berpikir logis, analitis, dan pemecahan masalah (Mulyono & Noor, 2017). Namun, berbagai hasil studi menunjukkan bahwa tingkat literasi matematika siswa di Indonesia masih tergolong rendah, sebagaimana tercermin dalam hasil asesmen internasional seperti PISA (Kandaga et al., 2024).Keterampilan literasi matematika dalam ranah bilangan, probabilitas, dan data tergolong sedang, sedangkan aljabar dan geometri masuk dalam kategori rendah dan sangat rendah (Rifai & Wutsqa, 2017).

Dalam konteks ini, literasi matematika tidak hanya mengacu pada kemampuan berhitung, tetapi juga pada kemampuan memahami, menafsirkan, dan menggunakan informasi kuantitatif secara efektif dalam kehidupan nyata (Dewi & Maulida, 2023; Ubaidah et al., 2022). Literasi matematika bukan hanya tentang

penguasaan kalkulus, persamaan diferensial, topologi, analisis, aljabar linear, aljabar abstrak, dan rumus matematika secara mendalam, tetapi pemahaman dan apresiasi yang luas tentang apa yang dapat dicapai oleh matematika (Ojose, 2008). Untuk menjawab tantangan tersebut, integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika dipandang sebagai salah satu pendekatan strategis (Haqiqi et al., 2025). Teknologi digital, seperti aplikasi pembelajaran berbasis mobile, simulasi interaktif, augmented reality, learning management system (LMS), dan kecerdasan buatan (AI), dapat mendorong keterlibatan siswa yang lebih tinggi, serta menyajikan materi secara lebih kontekstual dan menarik.

Matematika memiliki karakteristik abstrak, sehingga dalam memahami konsep siswa perlu memvisualisasikannya melalui grafik, simulasi, animasi, dan representasi interaktif (Nasrullah et al., 2025). Teknologi yang dapat digunakan misalnya GeoGebra untuk mengeksplorasi transformasi geometri, fungsi, turunan, integral, dan geometri ruang. Dengan demikian, siswa dapat menghubungkan representasi simbolik, numerik, grafis, dan geometris (Lotey et al., 2025).

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika dapat meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep, serta memperkaya pengalaman belajar siswa. Siswa masa kini lebih memilih untuk menggabungkan teknologi ke dalam semua aspek kehidupan mereka, termasuk Pendidikan (Wibowo et al., 2023). Penggunaan teknologi digital mendorong inovasi dan menumbuhkan kreativitas (Ramaila & Molwele, 2022). Guru dan peserta didik memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman baru melalui penggunaan teknologi digital di kelas (Demir & Akpinar, 2018).

Namun demikian, transformasi pembelajaran tidak hanya berhenti pada pengadaan teknologi, tetapi juga mencakup pergeseran paradigma pengajaran, desain instruksional yang tepat, serta keterlibatan aktif siswa dalam proses belajar (Luma, 2024). Oleh karena itu, penting untuk melakukan kajian literatur secara komprehensif guna memahami bagaimana integrasi teknologi digital dalam pembelajaran matematika dapat secara konkret meningkatkan literasi matematika siswa, apa saja bentuk dan model integrasi yang efektif, serta faktor-faktor yang mendukung dan menghambat implementasinya di berbagai jenjang pendidikan.

Penelitian ini bertujuan untuk meninjau dan menganalisis berbagai literatur yang relevan mengenai transformasi pembelajaran matematika melalui teknologi digital, serta implikasinya terhadap peningkatan literasi siswa sebagai kompetensi strategis nasional. Dengan pendekatan literature review, diharapkan

diperoleh gambaran konseptual dan praktis yang dapat menjadi dasar dalam merancang pembelajaran matematika yang lebih adaptif dan literatif di era digital.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur (literature review) yang bersifat kualitatif deskriptif. Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan, menelaah, dan menganalisis berbagai sumber pustaka yang relevan untuk memahami transformasi pembelajaran matematika melalui integrasi teknologi digital, serta dampaknya terhadap peningkatan literasi siswa.

Sumber data dalam penelitian ini diperoleh dari berbagai literatur ilmiah, termasuk jurnal nasional dan internasional terakreditasi, prosiding konferensi, buku teks, laporan penelitian, dan dokumen kebijakan pendidikan. Fokus utama literatur yang dikaji meliputi peran Penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika, tantangan dan peluang implementasi teknologi dalam konteks pendidikan, serta strategi pembelajaran inovatif berbasis digital untuk mengambangkan kemampuan literasi.

Proses pengumpulan data dilakukan dengan penelusuran sistematis menggunakan kata kunci seperti *"digital technology in mathematics education"*, *"mathematics literacy"*, *"educational transformation"*, dan *"technology-enhanced learning"*. Database yang digunakan antara lain Google Scholar, ScienceDirect, ERIC, SpringerLink, dan SINTA. Seleksi literatur dilakukan dengan mempertimbangkan relevansi, keterbaruan, dan validitas metodologis dari masing-masing sumber.

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan pendekatan analisis tematik untuk mengidentifikasi pola, tren, serta hubungan antar konsep yang muncul dari berbagai studi. Hasil analisis ini kemudian disintesis untuk menyusun kerangka pemahaman yang komprehensif mengenai peran teknologi digital dalam mentransformasi pembelajaran matematika guna meningkatkan literasi siswa.

Dengan metode ini, diharapkan penelitian mampu memberikan kontribusi konseptual dan praktis terhadap pengembangan strategi pembelajaran matematika yang adaptif terhadap perkembangan teknologi dan tuntutan literasi abad ke-21.

C. Pembahasan

1. Peran Penggunaan teknologi digital dalam pembelajaran matematika

Di era digital saat ini, pembelajaran tidak lagi terbatas pada ruang kelas dan metode konvensional. Teknologi digital telah membuka berbagai peluang baru untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik, efektif, dan personal. Dalam konteks pembelajaran matematika—yang sering dianggap sulit dan abstrak—peran teknologi menjadi semakin penting untuk menjembatani kesenjangan antara materi yang kompleks dan kebutuhan belajar siswa masa kini. Teknologi digital memungkinkan penyajian konsep matematika secara visual dan interaktif. Misalnya, penggunaan aplikasi berbasis grafik dinamis (seperti GeoGebra) membantu siswa memahami konsep fungsi, geometri, atau aljabar melalui representasi visual yang dapat dimanipulasi secara langsung. Alat seperti GeoGebra memungkinkan siswa memvisualisasikan konsep geometri, aljabar, atau kalkulus secara dinamis (Seftiana et al., 2024). Hal ini membuat pembelajaran lebih konkret, memudahkan pemahaman, dan meningkatkan keterlibatan siswa.

Pembelajaran yang adaptif dan personalisasi misalnya Artificial Intelligence (AI) memiliki kemampuan untuk menganalisis data belajar siswa secara real-time, kemudian menyesuaikan materi, tingkat kesulitan, dan jenis soal berdasarkan kebutuhan individu. Platform pembelajaran daring juga menjadi perangkat yang sangat efektif dalam pembelajaran matematika (Niar & Sugiman, 2024). Platform seperti Khan Academy, Brilliant, dan lainnya menyediakan materi yang dirancang untuk mendukung pemahaman siswa, dari konsep dasar hingga tingkat lanjut.

Dalam pembelajaran matematika, umpan balik sangat penting untuk memperbaiki kesalahan dan memperkuat pemahaman. AI dapat memberikan umpan balik secara langsung dan otomatis terhadap jawaban siswa, baik dalam bentuk benar/salah, penjelasan langkah demi langkah, maupun rekomendasi topik yang perlu ditinjau ulang. Ini sangat membantu guru dalam memantau perkembangan siswa secara lebih efisien. Platform pembelajaran daring juga menyediakan umpan balik langsung, yang merupakan salah satu aspek penting dari pembelajaran modern (Sevara & Muslima, 2024).

Penggunaan teknologi dapat menumbuhkan rasa ingin tahu dan semangat belajar mandiri. Banyak platform pembelajaran berbasis game (gamifikasi) atau tantangan matematika online yang menyajikan materi dengan cara yang menyenangkan, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap motivasi belajar siswa. Teknologi juga memungkinkan siswa mengakses sumber belajar kapan saja

dan di mana saja. Data analitis yang disediakan oleh platform digital memungkinkan guru untuk melihat kemajuan siswa secara individual, sehingga mereka dapat mengidentifikasi area yang memerlukan lebih banyak perhatian (Chansa Chanda et al., 2024). Salah satu tujuan AI adalah untuk memaksimalkan motivasi dan keterlibatan siswa sehingga siswa dapat menunjukkan pengetahuan dan keterampilan mereka (Arslan et al., 2024).

Guru dapat memanfaatkan teknologi digital dan AI untuk merancang modul pembelajaran yang lebih bervariasi dan responsif. Teknologi membantu guru mengelola kelas, melakukan asesmen formatif dan sumatif berbasis digital, serta menyusun strategi pembelajaran berbasis data. Hal ini mendorong lahirnya model pembelajaran hybrid, flipped classroom, atau blended learning yang lebih relevan dengan karakteristik generasi digital. Teknologi digital sebagai alat untuk mengasah keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan literasi digital yang penting di era modern (Engelbrecht & Borba, 2024).

Teknologi digital memungkinkan siswa dan guru terhubung secara daring untuk berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah matematika, baik dalam satu kelas maupun lintas sekolah bahkan lintas negara. Kolaborasi ini tidak hanya meningkatkan pemahaman matematika, tetapi juga menumbuhkan keterampilan abad 21 seperti kerja sama, komunikasi, dan pemecahan masalah kompleks. Teknologi mendorong siswa untuk tidak hanya menghafal rumus, tetapi juga memahami bagaimana dan mengapa rumus tersebut bekerja, serta relevansinya dalam kehidupan nyata (Cirneanu & Moldoveanu, 2024).

Secara keseluruhan, peran teknologi digital dan artificial intelligence dalam pembelajaran matematika tidak hanya memperkaya metode dan media pembelajaran, tetapi juga membuka jalan bagi pendekatan yang lebih inovatif, inklusif, dan berbasis kebutuhan nyata peserta didik. Namun, optimalisasi pemanfaatan teknologi ini juga harus disertai dengan pelatihan guru yang memadai serta kebijakan pendidikan yang mendukung transformasi digital secara menyeluruh.

2. Tantangan dan peluang implementasi teknologi dalam konteks pendidikan

Meskipun pemanfaatan teknologi digital dan artificial intelligence (AI) menawarkan berbagai peluang dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika, implementasinya di lapangan tidak terlepas dari berbagai tantangan. Tantangan ini bersifat teknis, pedagogis, sosial, maupun struktural, yang perlu

dicermati agar transformasi digital dalam pendidikan berjalan secara efektif dan berkelanjutan. Salah satu tantangan utama adalah masih adanya kesenjangan akses terhadap perangkat digital dan jaringan internet, terutama di daerah terpencil atau kurang berkembang. Tidak semua sekolah memiliki fasilitas teknologi yang memadai seperti komputer, tablet, atau koneksi internet yang stabil. Hal ini menjadi hambatan besar dalam penerapan pembelajaran berbasis teknologi secara merata. Namun, sistem pendidikan saat ini tidak memiliki infrastruktur teknis yang diperlukan untuk menerapkan dalam skala nasional (Dubey & Pandey, 2020).

Implementasi teknologi dalam pembelajaran membutuhkan pelatihan yang berkelanjutan. Namun, pelatihan teknologi bagi guru masih sering bersifat umum, terbatas, atau tidak berorientasi langsung pada kebutuhan pembelajaran matematika. Guru sering merasa belum siap karena kurangnya pendampingan dan dukungan teknis ketika menerapkan pembelajaran berbasis teknologi di kelas. Sebuah penelitian yang dilakukan di Turki menekankan kesulitan yang dihadapi dalam menyelesaikan latihan matematika dan memanfaatkan alat matematika dalam pengaturan pengajaran daring (Akar & Erden, 2021).

Dalam sistem berbasis AI dan platform digital, data siswa seperti performa belajar, rekam jejak, dan preferensi pribadi sering dikumpulkan dan disimpan. Tantangan ini berkaitan dengan perlindungan data dan privasi siswa yang rentan disalahgunakan jika tidak ada kebijakan keamanan data yang ketat dari penyedia platform atau institusi pendidikan. Sistem AI memiliki kemampuan untuk mempelajari data dan kemudian memeriksa perilaku yang dianggap normal dibandingkan dengan apa yang dianggap aneh, ini berarti risiko keamanan atau bahkan hilangnya privasi (Bertino et al., 2021).

Sebagian besar sistem AI pendidikan yang tersedia saat ini masih dikembangkan dengan pendekatan global yang belum tentu sesuai dengan konteks kurikulum lokal, budaya, atau bahasa Indonesia. Konten matematika yang digunakan dalam AI pembelajaran perlu disesuaikan dengan kebutuhan kurikulum nasional agar lebih relevan dan aplikatif bagi siswa Indonesia. Pendekatan ini memerlukan pelatihan berkelanjutan agar selaras dengan lanskap teknologi pendidikan yang terus berkembang, termasuk aplikasi baru seperti kecerdasan buatan dalam pendidikan matematika (Wardat et al., 2023).

Tidak sedikit guru atau pihak sekolah yang masih ragu atau menolak perubahan karena sudah merasa nyaman dengan metode pembelajaran konvensional. Sikap skeptis terhadap efektivitas teknologi atau ketakutan

terhadap kompleksitas penggunaannya dapat menghambat adopsi inovasi digital di lingkungan pendidikan. Selain itu pengaruh sosial budaya yang berdampak signifikan terhadap integrasi teknologi (Haleem et al., 2022).

Menghadapi tantangan-tantangan tersebut, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, sekolah, guru, dan penyedia teknologi. Solusi yang bersifat sistemik—seperti penguatan pelatihan guru, penyediaan infrastruktur, serta integrasi teknologi dalam kurikulum—harus dikedepankan agar teknologi digital benar-benar menjadi alat bantu yang memberdayakan pembelajaran matematika, bukan menjadi beban baru.

3. Strategi pembelajaran inovatif berbasis digital untuk mengambangkan kemampuan literasi numerasi sebagai kompetensi strategis nasional

Literasi matematika bukan hanya sekadar kemampuan berhitung, melainkan juga mencakup kemampuan berpikir logis, memecahkan masalah, menalar, dan menerapkan konsep matematika dalam kehidupan sehari-hari. Untuk itu, dibutuhkan strategi pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga melatih pemahaman konsep dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Di era digital, strategi ini perlu mengintegrasikan teknologi secara cerdas dan tepat guna agar pembelajaran lebih kontekstual, menarik, dan efektif.

Berikut adalah beberapa strategi pembelajaran inovatif berbasis teknologi yang dapat meningkatkan literasi dan hasil belajar matematika:

1. Pembelajaran Berbasis Masalah (Problem-Based Learning) dengan Dukungan Digital

   Strategi ini mendorong siswa untuk memecahkan masalah kontekstual menggunakan pemikiran matematis. Dengan bantuan teknologi, guru dapat menyajikan masalah dunia nyata melalui video, simulasi interaktif, atau data digital. Misalnya, siswa diminta menganalisis data infografik dari internet dan menggunakan konsep statistika untuk menarik kesimpulan. AI semakin terintegrasi ke dalam lingkungan pendidikan untuk meningkatkan pengalaman mengajar dan belajar, terutama dalam matematika (Mohamed et al., 2022; Sarker, 2022).

2. Penggunaan Aplikasi Pembelajaran Interaktif

   Salah satu bentuk implementasi teknologi dalam pembelajaran matematika adalah penggunaan perangkat lunak berbasis grafik (Ilwaru et al., 2023). Platform seperti GeoGebra, Photomath, atau Desmos memungkinkan siswa

berinteraksi langsung dengan konsep-konsep matematika secara visual dan dinamis. Misalnya, siswa dapat melihat bagaimana perubahan nilai koefisien memengaruhi grafik fungsi. Interaktivitas ini membantu meningkatkan pemahaman dan retensi siswa terhadap materi abstrak.

3. Flipped Classroom Berbasis Video

Model flipped classroom memungkinkan siswa mempelajari materi matematika terlebih dahulu melalui video pembelajaran yang dikembangkan guru atau tersedia di platform daring seperti YouTube. Di kelas, guru berfokus pada latihan soal, diskusi, atau pemecahan masalah, sehingga waktu tatap muka digunakan untuk aktivitas yang lebih bermakna. Pembelajaran sinkron memungkinkan interaksi daring langsung antara guru dan siswa (Amiti, 2020), memfasilitasi diskusi langsung tentang berbagai topik.

4. Pemanfaatan Artificial Intelligence untuk Pembelajaran Adaptif

AI dapat digunakan untuk menganalisis kelemahan dan kekuatan belajar siswa, lalu memberikan soal latihan dan materi yang disesuaikan secara otomatis. Misalnya, aplikasi seperti Socratic by Google atau Quillionz membantu siswa memahami konsep sulit dengan pendekatan personalisasi, meningkatkan efektivitas belajar mandiri. AI berpotensi mengubah penilaian skala besar (Owan et al., 2023). Penilaian ini memberikan informasi tentang pencapaian dan pertumbuhan siswa.

5. Gamifikasi Pembelajaran Matematika

Gamifikasi menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan kompetitif. Dengan menggunakan aplikasi seperti Kahoot, Quizizz, atau Prodigy Math Game, siswa merasa tertantang untuk menyelesaikan soal-soal matematika dalam bentuk permainan. Hal ini tidak hanya meningkatkan motivasi belajar tetapi juga memperkuat penguasaan materi. Bila digunakan secara efektif, teknologi dapat meningkatkan pemahaman, retensi, dan penerapan konsep matematika, mempersiapkan siswa untuk meraih kesuksesan di dunia yang digerakkan oleh teknologi (Mhlongo et al., 2023).

6. Proyek Matematika Digital (Project-Based Learning)

Siswa dapat diberi tugas proyek yang menggabungkan keterampilan matematika dan digital, seperti membuat grafik, presentasi interaktif, atau menyusun data dan menganalisis tren menggunakan Excel atau Google Sheets. Proyek ini melatih pemahaman konsep sekaligus mempersiapkan siswa untuk

kehidupan nyata dan dunia kerja berbasis data. Teknologi memperkaya pendidikan matematika dengan menyediakan alat, sumber daya, dan metode inovatif yang melengkapi pendekatan pengajaran tradisional (Abedi, 2023; Fabian et al., 2018; Singh et al., 2021).

7. Asesmen Digital dan Umpan Balik Real-Time

Strategi ini memungkinkan guru mengetahui sejauh mana pemahaman siswa melalui kuis digital, polling, atau simulasi. Dengan tools seperti Google Forms, Edmodo, atau Microsoft Forms, guru dapat memonitor perkembangan siswa secara langsung dan memberikan umpan balik cepat untuk perbaikan. Keyakinan, pengetahuan, dan sikap guru terhadap integrasi teknologi informasi dan komunikasi (TIK) memainkan peran penting dalam membentuk adopsi dan penggunaan teknologi tersebut secara efektif dalam pengajaran matematika (Yao & Zhao, 2022).

D. Simpulan

Teknologi memungkinkan visualisasi konsep-konsep matematika secara interaktif, memberikan umpan balik real-time, serta memfasilitasi pembelajaran yang dipersonalisasi sesuai kemampuan dan gaya belajar siswa. Hal ini berkontribusi secara signifikan dalam meningkatkan literasi matematika dan hasil belajar peserta didik. Namun demikian, penerapan teknologi dalam pembelajaran matematika juga menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan infrastruktur, rendahnya literasi digital guru dan siswa, kurangnya pelatihan profesional, serta risiko ketergantungan pada teknologi tanpa pemahaman konsep yang kuat. Selain itu, isu keamanan data dan kurangnya konten lokal yang relevan juga menjadi hambatan tersendiri yang perlu diantisipasi. Untuk mengatasi tantangan tersebut, dibutuhkan strategi pembelajaran yang inovatif dan berbasis teknologi, seperti pembelajaran berbasis masalah dengan dukungan digital, flipped classroom, gamifikasi, pembelajaran adaptif berbasis AI, serta proyek digital berbasis matematika.

Implikasi penelitian ini memberikan wawasan bahwa teknologi digital dapat diposisikan sebagai sarana pedagogis untuk menghubungkan pengetahuan matematika dengan situasi kehidupan nyata untuk meningkatkan literasi numerasi siswa. Terdapat keterbatasan dalam penelitian ini yaitu pengukuran literasi dalam penelitian ini perlu dipahami berdasarkan indikator dan instrumen yang digunakan, sehingga belum tentu mencakup keseluruhan dimensi literasi numerasi.

DAFTAR PUSTAKA

Abedi, E. A. (2023). Tensions between technology integration practices of teachers and ICT in education policy expectations: implications for change in teacher knowledge, beliefs and teaching practices. *Journal of Computers in Education*, *11*(4), 1215–1234. https://doi.org/10.1007/s40692-023-00296-6

Akar, S. S., & Erden, M. K. (2021). Distance Education Experiences of Secondary School Math Teachers During the Pandemic: a Narrative Study. *Turkish Online Journal of Distance Education*, *22*(3), 1–20. https://doi.org/10.17718/tojde.961809

Amiripour, P., Amir-Mofidi, S., & Shahvarani, A. (2012). Scaffolding as effective method for mathematical learning. *Indian Journal of Science and Technology*, *5*(9). http://www.indjst.orgindianj.sci.technol.3328

Amiti, F. (2020). Synchronous and Asynchronous E-Learning. *European Journal of Open Education and E-Learning Studies*, *5*(2), 60–70. https://doi.org/10.46827/ejoe.v5i2.3313

Arslan, B., Lehman, B., Tenison, C., Sparks, J. R., López, A. A., Gu, L., & Zapata-Rivera, D. (2024). Opportunities and challenges of using generative AI to personalize educational assessment. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *7*(October). https://doi.org/10.3389/frai.2024.1460651

Bertino, E., Kantarcioglu, M., Akcora, C. G., Samtani, S., Mittal, S., & Gupta, M. (2021). AI for Security and Security for AI. In *CODASPY 2021 - Proceedings of the 11th ACM Conference on Data and Application Security and Privacy* (Vol. 1, Issue 1). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/3422337.3450357

Brill, J. M., & Galloway, C. (2007). Perils and promises: University instructors' integration of technology in classroom-based practices. *British Journal of Educational Technology*, *38*(1), 95–105. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2006.00601.x

Chansa Chanda, T., Hassan Sain, Z., Mpolomoka, D. L., Matthew Akpan, W., Chansa Thelma, C., & Davy, M. (2024). Curriculum Design for the Digital Age: Strategies for Effective Technology Integration in Higher Education. *International Journal of Research (IJR) International Journal of Research*, *July*. https://doi.org/10.5281/ZENODO.13123899

Cirneanu, A. L., & Moldoveanu, C. E. (2024). Use of Digital Technology in Integrated Mathematics Education. *Applied System Innovation*, *7*(4). https://doi.org/10.3390/asi7040066

Demir, K., & Akpinar, E. (2018). The effect of mobile learning applications on students' academic achievement and attitudes toward mobile learning. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, *6*(2), 40–52.

https://doi.org/10.17220/mojet.2018.04.004

Dewi, N. R., & Maulida, N. F. (2023). The Development of STEM-nuanced Mathematics Teaching Materials to Enhance Students' Mathematical Literacy Ability Through Information and Communication Technology-Assisted Preprospec Learning Model. *International Journal of Educational Methodology*, *9*(2), 409–421. https://doi.org/10.12973/IJEM.9.2.409

Dubey, P., & Pandey, D. (2020). Distance learning in higher education during pandemic: challenges and opportunities. *International Journal of Indian Psychology*, *8*(2), 43–46. https://doi.org/10.25215/0802.204

Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM - Mathematics Education*, *56*(2), 281–292. https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2

Fabian, K., Topping, K. J., & Barron, I. G. (2018). Using mobile technologies for mathematics: effects on student attitudes and achievement. *Educational Technology Research and Development*, *66*(5), 1119–1139. https://doi.org/10.1007/s11423-018-9580-3

Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, *3*(February), 275–285. https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004

Haqiqi, A. K., Luma, N., & Albar, W. F. (2025). *Integrating Mathematical Patterns in Muslim Fashion Design : a 4D-Based Edupreneurship Innovation*. *7*(2), 260–270. https://doi.org/10.18326/hipotenusa.v7i2.4815

Ilwaru, V. Y. I., Talakua, M. W., Leleury, Z. A., Rahakbauw, D. L., Rijoly, M. E., & Kunci, K. (2023). Pembelajaran Matematika Kontekstual Menggunakan Perangkat Lunak Berbasis Website Pada SMA Negeri 6 Maluku Tengah. *Jurnal Pengamatan*, *1*(2), 43–50.

Kandaga, T., Krisnadi, E., Nurhayati, S., & Gsuti, V. Y. K. (2024). Improving Indonesian students' mathematical literacy with brain-based learning: a comparative study of pisa scores. *Jurnal Konseling Dan Pendidikan*, *12*(3).

Lotey, E. K., Boateng, F. O., Arthur, Y. D., Adu-obeng, B., Gordon, J. F., Adu-obeng, B., Boateng, F. O., Arthur, Y. D., & Gordon, J. F. (2025). Exploring GeoGebra acceptance : an implication for pre-service mathematics teachers ' professional development. *Cogent Education*, *12*(1). https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2514980

Luma, N. (2024). *Implementasi Teori Behaviorisme pada Pembelajaran Matematika dalam Mengembangkan Kecakapan Abad 21 Pada Siswa Sekolah Dasar*. *2*(1), 37–48.

Mhlongo, S., Mbatha, K., Ramatsetse, B., & Dlamini, R. (2023). Challenges,

opportunities, and prospects of adopting and using smart digital technologies in learning environments: An iterative review. *Heliyon*, *9*(6), e16348. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16348

Mohamed, M. Z. bin, Hidayat, R., Suhaizi, N. N. binti, Sabri, N. binti M., Mahmud, M. K. H. bin, & Baharuddin, S. N. binti. (2022). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic literature review. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, *17*(3), em0694. https://doi.org/10.29333/iejme/12132

Mulyono, & Noor, N. L. (2017). Self-Regulation and Problem Solving Ability in 7E-Learning Cycle Based Goal Orientation. *Journal of Physics: Conference Series*, *8824*.

Nasrullah, A., Aminah, M., Rahmadani, K., & Widodo, S. A. (2025). *Blended learning in mathematic : the fusion of GeoGebra and Edmodo for enhanced problem-solving abilities*. *14*(1). https://doi.org/10.11591/ijere.v14i1.27713

Niar, A. R., & Sugiman. (2024). Teknologi dalam Pembelajaran Matematika : Evaluasi Efektivitas dan Keberhasilannya. *Proceedings of The Conference on Social, Science, Technology, Language, and Education Research Universitas Negeri Jakarta*, 325–332.

Ojose, B. (2008). Applying Piaget's Theory of Cognitive Development to Mathematics Instruction. *The Mathematics Educator*, *18*(1), 26–30.

Owan, V. J., Abang, K. B., Idika, D. O., Etta, E. O., & Bassey, B. A. (2023). Exploring the potential of artificial intelligence tools in educational measurement and assessment. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(8). https://doi.org/10.29333/ejmste/13428

Ramaila, S., & Molwele, A. J. (2022). The Role of Technology Integration in the Development of 21st Century Skills and Competencies in Life Sciences Teaching and Learning. *International Journal of Higher Education*, *11*(5), 9. https://doi.org/10.5430/ijhe.v11n5p9

Rifai, & Wutsqa, D. U. (2017). Mathematical Literacy of State Junior Secondary School Students in Bantul Regency. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, *6*(2), 152–162. http://journal.uny.ac.id/index.php/jpms

Sarker, I. H. (2022). AI-Based Modeling: Techniques, Applications and Research Issues Towards Automation, Intelligent and Smart Systems. *SN Computer Science*, *3*(2), 1–20. https://doi.org/10.1007/s42979-022-01043-x

Seftiana, G., Lestari, N., Isnawan, G. M., & Rusmayadi, M. (2024). Utilization of GeoGebra software in mathematics learning : A literature systematic review Polyhedron International Journal in Mathematics Education Utilization of GeoGebra software in mathematics learning : A Literature Systematic Review Introduction. *Polyhedron International Journal in Mathematics Education*, *2*(1),

38–45.

Sevara, A., & Muslima, A. (2024). Sevara, A., & Muslima, A. (2024). Online And E-Learning Education And Its Role In Modern Education. Образование Наука И Инновационные Идеи В Мире, 36(3), 64-7.pdf. *ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ*, *36*(3).

Singh, J., Steele, K., & Singh, L. (2021). Combining the Best of Online and Face-to-Face Learning: Hybrid and Blended Learning Approach for COVID-19, Post Vaccine, & Post-Pandemic World. In *Journal of Educational Technology Systems* (Vol. 50, Issue 2). https://doi.org/10.1177/00472395211047865

Ubaidah, N., Zaenuri, Z., Junaedi, I., & Sugiman, S. (2022). Mathematical Literacy: Ethnomathematics in PISA Leveling Representations. *International Conference on Science, Education, and Technology*, *8*, 1249–1258.

Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *19*(7). https://doi.org/10.29333/ejmste/13272

Wibowo, G. A., Karim, A. A., Hasan, S. H., & Ruhimat, M. (2023). Use of Technology in Active Learning: Increasing Student Interaction and Engagement. *Al-Hijr: Journal of Adulearn World*, *2*(4), 271–293. https://doi.org/10.55849/alhijr.v2i4.539

Yao, X., & Zhao, J. (2022). Chinese mathematics teachers' use of digital technologies for instruction: A survey study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *18*(8). https://doi.org/10.29333/ejmste/12209