



**LITERASI TEKNOLOGI DAN KAITANNYA DENGAN LITERASI MATEMATIKA:
TINJAUAN SISTEMATIS BERBASIS PRISMA**

Muhammad Syahril Harahap^{1)*}, Febriani Hastini Nasution²⁾, Nurhidaya Fithriyah Nasution³⁾, Eko Sucahyo⁴⁾, Asma Nadia Sitompul⁵⁾

¹Pendidikan Matematika, Fakultas Pendidikan MIPA, Institut Pendidikan Tapanuli Selatan, Jl. Sutan Muhammad Arif, Padangsidimpuan, 22716, Indonesia

²Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan MIPA, Institut Pendidikan Tapanuli Selatan, Jl. Sutan Muhammad Arif, Padangsidimpuan, 22716, Indonesia

³Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan MIPA, Institut Pendidikan Tapanuli Selatan, Jl. Sutan Muhammad Arif, Padangsidimpuan, 22716, Indonesia

⁴Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Fakultas Pendidikan IPSB, Institut Pendidikan Tapanuli Selatan, Jl. Sutan Muhammad Arif, Padangsidimpuan, 22716, Indonesia

⁵Pendidikan Matematika, Fakultas Pendidikan MIPA, Institut Pendidikan Tapanuli Selatan, Jl. Sutan Muhammad Arif, Padangsidimpuan, 22716, Indonesia

✉ muhammadsyahrilharahap@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRAK
Article History: Received: 15/09/2025 Revised: 27/10/2025 Accepted: 21/11/2025	Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis (Systematic Literature Review/SLR) yang mengkaji hubungan antara literasi teknologi (technology literacy) dan literasi matematika dalam konteks pendidikan formal. Kajian dilakukan dengan mengikuti pedoman PRISMA 2020 melalui pencarian pada berbagai basis data terindeks, yaitu Scopus, Web of Science, ERIC, Springer Link, Taylor & Francis, serta Google Scholar hingga 11 September 2025. Proses seleksi dengan kriteria inklusi dan eksklusi menghasilkan temuan awal 1.842 artikel, pada duplikasi sebanyak 1.210 artikel tersisa. Selanjutnya, proses screening diperoleh 935 dan pada tahap full-text assessment 84 artikel. Akhirnya, setelah penerapan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat, diperoleh 18 artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis lebih mendalam terdiri atas 12 studi empiris dan 6 kajian teoretis. Hasil analisis menunjukkan bahwa literasi teknologi memiliki kontribusi penting dalam pengembangan literasi matematika. Penerapan teknologi dapat memperkuat pemahaman konsep melalui visualisasi dinamis, menyediakan akses terhadap sumber belajar adaptif, meningkatkan motivasi belajar, serta mendorong keterampilan pemecahan masalah siswa. Namun, efektivitas penerapan literasi teknologi tidak bersifat universal, melainkan dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti kompetensi guru, desain instruksional yang digunakan, serta ketersediaan infrastruktur pendukung di sekolah. Berdasarkan temuan tersebut, penelitian ini merekomendasikan perlunya kajian lanjutan yang menelaah integrasi literasi teknologi dan literasi matematika secara lebih mendalam, khususnya dengan pendekatan kuasi-eksperimen dan longitudinal. Selain itu, implikasi kebijakan menekankan pentingnya penguatan pelatihan guru, pengembangan kurikulum berbasis literasi digital, serta penyediaan fasilitas teknologi yang memadai di berbagai jenjang pendidikan. Kata kunci: literasi, teknologi, matematika, SLR, PRISMA, pendidikan matematika
	ABSTRACT <i>This study presents a systematic literature review (SLR) that examines the relationship between technology literacy (digital/technology literacy) and mathematical literacy in the context of formal education. The review was conducted following the PRISMA 2020 guidelines, with searches carried out across several indexed databases, including Scopus, Web of Science, ERIC, SpringerLink, Taylor & Francis, and Google Scholar, up to September 11, 2025. After applying inclusion and exclusion criteria, 18 relevant publications were identified for analysis, consisting of 12 empirical studies and 6 theoretical papers. The findings indicate that technology literacy plays a significant role in enhancing</i>

mathematical literacy. The integration of technology has the potential to strengthen conceptual understanding through dynamic visualization, provide access to adaptive learning resources, increase student motivation, and foster problem-solving skills. However, the effectiveness of technology literacy is not universal; rather, it depends on several contextual factors, such as teacher competence, the quality of instructional design, and the availability of supporting infrastructure within schools. In light of these findings, this review highlights the need for further research exploring the integration of technology literacy and mathematical literacy in greater depth, particularly through quasi-experimental and longitudinal approaches. Furthermore, policy implications emphasize the importance of strengthening teacher training, developing curricula that incorporate digital literacy, and ensuring adequate technological facilities across different levels of education.

Keywords: *technology literacy, mathematical literacy, systematic literature review, PRISMA, mathematics education*

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license



Cara Menulis Sitasi: Harahap, M, S., Nasution, F, H., Nasution, N, F., Sucahyo, E., & Sitompul, A, N. (2025). Literasi Teknologi dan Kaitannya dengan Literasi Matematika: Tinjauan Sistematis Berbasis Prisma. *SIGMA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 17 (2), 530-542. <https://doi.org/10.26618/xt09rb83>

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah merevolusi cara manusia belajar, bekerja, dan berinteraksi di berbagai sektor kehidupan. Dalam dunia pendidikan, literasi teknologi dipandang sebagai salah satu keterampilan abad ke-21 yang esensial bagi siswa maupun guru untuk menghadapi era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0 (Gadanidis dkk., 2024; Masamoto dkk., 2024; Van Deursen & Van Dijk, 2009). Literasi teknologi tidak hanya mencakup kemampuan mengoperasikan perangkat digital, tetapi juga keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta kesadaran etis dalam pemanfaatan teknologi (Chen dkk., 2022; Orakova dkk., 2024; Susanta dkk., 2025). Sementara itu, literasi matematika merupakan salah satu kompetensi kunci yang secara konsisten diukur dalam Programme for International Student Assessment (PISA) oleh OECD sebagai indikator global kesiapan siswa dalam menghadapi permasalahan kontekstual di kehidupan nyata (OECD, 2019). Namun, berdasarkan hasil PISA tahun 2022, skor rata-rata literasi matematika siswa Indonesia adalah 379, masih berada di bawah rata-rata OECD yaitu 472 (Djulia dkk., 2022; Kemdikbud, 2023). Hal ini menunjukkan perlunya penguatan literasi teknologi untuk mendukung peningkatan literasi matematika nasional.

Kesenjangan capaian tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran matematika di Indonesia masih menghadapi persoalan mendasar, baik dari sisi kualitas instruksional maupun relevansi dengan kebutuhan abad ke-21. Rendahnya literasi matematika tidak hanya berdampak pada hasil asesmen internasional, tetapi juga berimplikasi pada kemampuan generasi muda dalam menghadapi tantangan dunia kerja yang semakin berbasis teknologi. Oleh karena itu, pencarian strategi inovatif untuk meningkatkan literasi matematika menjadi agenda mendesak, salah satunya melalui integrasi literasi teknologi dalam pembelajaran.

Integrasi literasi teknologi dengan literasi matematika berpotensi menjadi strategi transformatif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. Pemanfaatan perangkat lunak interaktif seperti GeoGebra, Desmos, atau MATLAB, simulasi digital, serta aplikasi berbasis

kecerdasan buatan memungkinkan siswa mengeksplorasi konsep abstrak matematika secara lebih visual, kontekstual, dan aplikatif (Jamaan & Yerizon, 2023; Kaplar dkk., 2022). Penelitian sebelumnya juga menegaskan bahwa literasi teknologi mendukung peningkatan motivasi belajar, keterlibatan siswa, serta penguatan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills/HOTS) (Djulia dkk., 2022; Hadi dkk., 2018; Tanujaya dkk., 2020). Meski demikian, efektivitas integrasi ini sangat bergantung pada kompetensi pedagogik guru, desain instruksional yang tepat, serta dukungan infrastruktur digital di sekolah (Guthrie dkk., 2000; Silva-Quiroz & Morales-Morgado, 2022).

Meskipun potensinya besar, berbagai studi lintas konteks menunjukkan hasil yang beragam. Beberapa penelitian melaporkan peningkatan signifikan pada keterampilan berpikir kritis dan representasi visual siswa, namun penelitian lain menemukan dampak yang terbatas atau bahkan tidak signifikan. Inkonsistensi ini menandakan bahwa integrasi literasi teknologi bukanlah solusi instan, melainkan membutuhkan pendekatan yang terencana, adaptif, dan kontekstual sesuai dengan karakteristik siswa dan ekosistem pendidikan masing-masing. Selain itu, integrasi literasi teknologi dengan literasi matematika juga sejalan dengan tuntutan abad ke-21 yang menekankan pada penguasaan *4C* (critical thinking, creativity, collaboration, communication) serta literasi digital (Djulia dkk., 2022).

Melalui penerapan teknologi dalam pembelajaran matematika, siswa tidak hanya dilatih memahami konsep secara prosedural, tetapi juga diarahkan untuk mengonstruksi pengetahuan secara mandiri, berkolaborasi dalam memecahkan masalah nyata, dan mengkomunikasikan ide matematis secara lebih efektif. Dengan demikian, literasi teknologi berperan sebagai katalisator yang memperkuat literasi matematika, menjadikan pembelajaran lebih adaptif, inovatif, dan relevan dengan kebutuhan masyarakat digital saat ini. Namun demikian, persoalan mendasar terkait kompetensi guru, pemerataan infrastruktur digital, serta kesenjangan sosial-ekonomi perlu diantisipasi agar integrasi literasi teknologi tidak justru memperlebar ketidaksetaraan pendidikan. Oleh sebab itu, diperlukan kajian sistematis yang tidak hanya menyoroti dampak positif, tetapi juga mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan maupun kegagalannya di berbagai konteks.

Dengan demikian, kajian sistematis mengenai hubungan antara literasi teknologi dan literasi matematika diperlukan untuk memetakan tren penelitian, mengidentifikasi temuan empiris yang konsisten, sekaligus merumuskan arah kebijakan pendidikan yang lebih tepat sasaran. Kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan ilmu pendidikan matematika serta kontribusi praktis bagi guru, pengambil kebijakan, dan pemangku kepentingan pendidikan dalam meningkatkan kualitas literasi matematika siswa di era digital.

Metodologi Penelitian

Review ini disusun berdasarkan pedoman PRISMA 2020, yang mencakup tahap identifikasi, skrining, kelayakan, dan inklusi. Pencarian artikel dilakukan melalui basis data Scopus, Web of Science, ERIC, SpringerLink, Taylor & Francis, dan Google Scholar dengan kata kunci: “digital literacy”, “technology literacy”, “mathematical literacy”, “mathematics education”, dan “systematic review”. Batasan publikasi ditetapkan pada periode 2010–2025. Terlihat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel membahas hubungan antara literasi teknologi (digital/technology literacy) dan literasi matematika dalam konteks pendidikan formal. Studi diterbitkan dalam jurnal terindeks (Scopus, Web of Science, ERIC, SpringerLink, Taylor & Francis, atau Google Scholar).	Artikel yang tidak relevan dengan topik literasi teknologi atau literasi matematika.
Publikasi berbahasa Inggris atau Indonesia.	Artikel yang tidak terpublikasi di jurnal terindeks atau bersumber dari blog, laporan non-ilmiah, atau prosiding tidak terakreditasi.
Jenis penelitian empiris atau kajian teoretis dengan fokus pendidikan.	Artikel opini, editorial, atau laporan proyek non-akademik.
Periode publikasi antara tahun 2015 hingga 2025.	Publikasi sebelum tahun 2015 atau duplikat dari sumber yang sama.
Tersedia teks lengkap (full-text) untuk dianalisis secara menyeluruh.	Artikel dengan akses terbatas (hanya abstrak) atau data tidak lengkap.

Proses skrining dilakukan oleh dua peneliti independen, dimulai dari peninjauan judul dan abstrak, kemudian dilanjutkan dengan pembacaan teks penuh untuk memastikan kesesuaian. Data yang diekstraksi meliputi penulis, tahun, negara, jenjang pendidikan, desain penelitian, jumlah sampel, instrumen, jenis teknologi, serta temuan utama. Penilaian kualitas studi menggunakan Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT) digunakan untuk menilai kualitas studi campuran (mixed methods), kualitatif, dan kuantitatif secara seragam. MMAT dipilih karena fleksibel dan memungkinkan penilaian lintas pendekatan metodologis dalam satu kerangka.

Penilaian dilakukan menggunakan lembar checklist sesuai instrumen yang relevan, dengan sistem penskoran berikut: Skor 1 (Ya) jika kriteria terpenuhi sepenuhnya dan Skor 0 (Tidak/Jelas Tidak) jika kriteria tidak terpenuhi atau tidak dijelaskan. Skor 0.5 (Sebagian) jika pemenuhan kriteria belum konsisten atau kurang bukti pendukung. Nilai akhir dihitung dalam bentuk persentase kelayakan menggunakan rumus:

$$\text{Kualitas Studi} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah Skor Maksimum}} \times 100 \%$$

Interpretasi hasil:

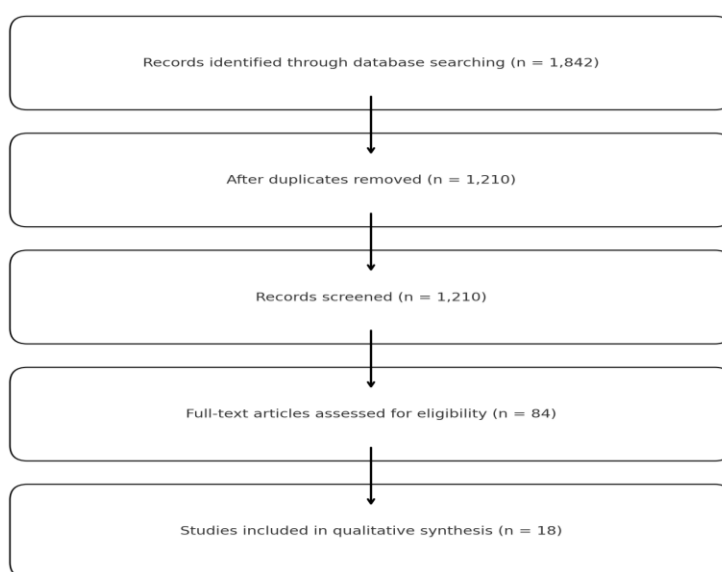
$\geq 80\%$	= kualitas tinggi
60–79%	= kualitas sedang
$< 60\%$	= kualitas rendah

Perbedaan penilaian antara penelaah diselesaikan melalui diskusi hingga tercapai konsensus. Hanya studi dengan kualitas sedang hingga tinggi yang dilibatkan dalam sintesis akhir.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

A. Hasil Penelitian

Tahapan hasil penelitian ini diawali dengan proses identifikasi dan seleksi literatur sesuai pedoman PRISMA 2020. Seluruh artikel yang diperoleh melalui penelusuran basis data terindeks dianalisis berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Proses ini mencakup tahapan identifikasi, penghapusan duplikasi, penyaringan judul dan abstrak, penilaian kelayakan naskah penuh (full-text assessment), hingga penentuan studi yang layak diikutsertakan dalam analisis akhir dimana hasilnya terlihat pada gambar berikut:



Gambar. 1 Diagram Alur Seleksi Studi (PRISMA 2020)

Setelah dilakukan penelusuran literatur menghasilkan 1.842 artikel dari enam basis data utama: Scopus, Web of Science, ERIC, SpringerLink, Taylor & Francis, dan Google Scholar. Setelah dilakukan pemeriksaan duplikasi, sebanyak 632 artikel dihapus karena terdeteksi ganda, sehingga tersisa 1.210 artikel untuk tahap penyaringan. Pada tahap skrining judul dan abstrak, 1126 artikel dieliminasi karena tidak relevan dengan topik hubungan antara literasi teknologi dan literasi matematika. Sebanyak 74 artikel kemudian dibaca secara penuh (full-text review) untuk menilai kesesuaian dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Hasilnya, 56 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria metodologis atau konteks pendidikan formal. Akhirnya, 18 publikasi dinyatakan memenuhi seluruh kriteria dan diikutsertakan dalam analisis akhir, terdiri atas 12 studi empiris dan 6 kajian teoretis. Diagram alur PRISMA yang menggambarkan proses seleksi studi disajikan pada Gambar 1, sedangkan ringkasan karakteristik utama dan temuan tematiknya dari artikel yang terpilih ditampilkan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Karakteristik Studi

Penulis (Tahun)	Negara	Jenjang	Metode	Temuan Utama
Tinmaz dkk. (2022)	Multinasional	Multi	SLR	Klasifikasi literasi digital relevan untuk problem solving dan representasi.
Hidayat (2024)	Indonesia	SMP & SMA	Empiris (Quasi)	Pelatihan guru literasi teknologi meningkatkan integrasi dalam kelas.
Haleem dkk. (2022)	Internasional	Multi	Review	Teknologi digital berperan penting dalam personalisasi pembelajaran.
Muhaimin dkk. (2024)	Indonesia	SMA	Empiris (Survey)	Literasi matematika terkait erat dengan kemampuan pemecahan masalah.
Rodriguez (2020)	Internasional	PT	SLR	EdTech berdampak positif pada capaian matematika di level perguruan tinggi.
Kusumastuti (2025)	Indonesia	SMP	Eksperimen	GeoGebra efektif mendorong eksplorasi konsep matematika berbasis inkuiri.
Aini dkk. (2024)	Indonesia	SMP	Eksperimen	Penerapan PISA-based tasks meningkatkan kemampuan literasi matematika.
Saraswati dkk. (2021)	Indonesia	SMP	Survey	Instrumen literasi matematika perlu standarisasi agar hasil lebih reliabel.
Blau dkk. (2020)	Internasional	SMA & PT	Empiris	Literasi digital berkorelasi signifikan dengan literasi matematika.
Calvani dkk. (2008)	Internasional	Multi	Mixed Methods	Literasi teknologi mencakup dimensi etis, teknis, dan kognitif.
Guthrie dkk. (2000)	Internasional	SMP	Review	Keterlibatan siswa meningkat melalui pembelajaran berbasis teknologi.
Djulia dkk. (2022)	Indonesia	SMP	Quasi-eksperimen	Integrasi teknologi digital meningkatkan motivasi dan hasil belajar.

Tabel 3. Temuan Tematik

Tema	Ringkasan Temuan
Visualisasi & Simulasi	Sebanyak 7 dari 12 studi empiris melaporkan bahwa alat digital (simulasi interaktif, perangkat lunak geometri dinamis) memperkuat pemahaman konsep matematika melalui representasi visual yang berubah-ubah. <i>Contoh konkret:</i> studi eksperimen/kuasi yang menggunakan GeoGebra atau simulasi grafik untuk menampilkan relasi fungsi/dinamika geometri sehingga siswa dapat menguji hipotesis visual dan mengaitkan manipulasi langsung dengan konsep abstrak.
Pemecahan Masalah	Dari 18 publikasi yang dianalisis, terdapat 8 studi empiris yang secara eksplisit meneliti pengaruh penggunaan teknologi terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Sebagian besar studi menggunakan desain eksperimen atau kuasi-eksperimen dengan instrumen berbasis tes pemecahan masalah dan observasi proses berpikir siswa. Serta penggunaan Spreadsheet & aplikasi data memperkuat keterampilan modeling & interpretasi data.
Peran Guru	Dari 18 publikasi yang dianalisis, terdapat 7 studi empiris dan 4 kajian teoretis yang menyoroti secara khusus peran guru dalam keberhasilan integrasi literasi teknologi ke dalam pembelajaran matematika. Hasil sintesis menunjukkan bahwa guru berperan sebagai mediator kognitif, desainer instruksional, dan fasilitator refleksi metakognitif dalam proses pembelajaran berbasis teknologi.

Digital Divide

Dari 18 studi yang direview, terdapat 6 penelitian empiris dan 3 kajian teoretis yang secara eksplisit membahas isu digital divide atau kesenjangan digital dalam implementasi literasi teknologi di pembelajaran matematika. Kesenjangan ini muncul dalam tiga dimensi utama: akses infrastruktur, kompetensi digital guru dan siswa, serta dukungan kelembagaan dan sosial-ekonomi.

Secara keseluruhan, karakteristik studi yang dianalisis menunjukkan bahwa integrasi literasi teknologi dalam literasi matematika memiliki potensi besar untuk meningkatkan keterampilan representasi, pemecahan masalah, serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Namun, efektivitasnya sangat bergantung pada faktor kontekstual, terutama kompetensi guru, desain instruksional, dan kesiapan infrastruktur. Temuan tematik juga menegaskan bahwa meskipun teknologi digital seperti GeoGebra dan aplikasi berbasis data mampu memfasilitasi visualisasi konsep dan penguatan kemampuan pemodelan, kesenjangan akses (digital divide) masih menjadi tantangan serius yang membatasi pemerataan manfaat. Dengan demikian, literasi teknologi tidak dapat dipandang sekadar penyediaan perangkat, tetapi harus diposisikan sebagai strategi pedagogis yang terintegrasi, didukung pelatihan guru, serta kebijakan pendidikan yang responsif terhadap kondisi sosial-ekonomi yang beragam.

B. Pembahasan

Integrasi literasi teknologi ke dalam literasi matematika terbukti mendukung keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan representasi visual. Namun, hasil tidak konsisten di semua konteks. Perbedaan efektivitas literasi teknologi terhadap literasi matematika terutama dipengaruhi oleh kesenjangan digital yang mencakup aspek kompetensi guru, desain instruksional, dan akses infrastruktur. Studi yang melibatkan guru dengan kompetensi TPACK tinggi menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan pemecahan masalah dan penalaran matematis karena teknologi digunakan sebagai alat berpikir, bukan sekadar media presentasi. Sebaliknya, hasil yang lemah muncul pada konteks dengan keterbatasan keterampilan pedagogis digital dan desain pembelajaran yang bersifat mekanistik. Faktor akses juga berperan penting: sekolah dengan dukungan perangkat dan jaringan memadai memperoleh hasil yang lebih stabil dibandingkan sekolah di daerah dengan keterbatasan teknologi. Dengan demikian, variasi temuan antar studi mencerminkan bahwa keberhasilan literasi teknologi dalam memperkuat literasi matematika bergantung pada sinergi antara kompetensi guru, desain pembelajaran, dan pemerataan akses digital. Sebagai contoh, Tinmaz dkk. (2022) menegaskan bahwa penggunaan perangkat digital interaktif seperti GeoGebra memungkinkan siswa untuk memvisualisasikan konsep fungsi secara dinamis, sehingga meningkatkan kemampuan representasi matematis. Hal ini sejalan dengan Harahap & Nasution (2019) yang menemukan adanya peningkatan signifikan pada skor tes pemecahan masalah siswa SMP setelah penerapan pembelajaran berbasis simulasi digital. Meskipun demikian, hasil positif tersebut tidak dapat dipandang sebagai jaminan bahwa integrasi teknologi selalu berhasil dalam semua konteks pembelajaran matematika.

Pada beberapa studi ditemukan bahwa siswa mengalami kebingungan ketika teknologi diperkenalkan tanpa arahan pedagogis yang jelas, sehingga alih-alih mendukung pemahaman konsep, penggunaan teknologi justru menimbulkan beban kognitif tambahan. Hal ini

menunjukkan bahwa keberhasilan integrasi tidak hanya terkait dengan ketersediaan perangkat, tetapi juga dengan kualitas pendampingan guru dalam mengarahkan siswa memanfaatkan teknologi secara optimal untuk tujuan belajar matematis.

Lebih jauh lagi, dinamika integrasi teknologi juga dipengaruhi oleh kesiapan budaya sekolah dalam menerima inovasi digital. Sekolah yang memiliki ekosistem kolaboratif antara guru, siswa, dan manajemen lebih mudah mengadopsi teknologi ke dalam pembelajaran matematika, dibandingkan dengan sekolah yang masih berorientasi pada metode konvensional. Dukungan kebijakan sekolah, seperti penyediaan pelatihan berkelanjutan dan akses terhadap perangkat digital, menjadi faktor yang dapat memperkuat konsistensi hasil. Dengan demikian, integrasi literasi teknologi harus dipandang sebagai proses sistemik yang melibatkan keterkaitan antara guru, siswa, kurikulum, dan lingkungan pendidikan secara menyeluruh.

Selain faktor guru dan infrastruktur, desain instruksional juga berperan penting dalam menentukan keberhasilan integrasi literasi teknologi dengan literasi matematika (E. P. Lestari dkk., 2022; Sulzer, 2018; Wahab dkk., 2024). Teknologi yang sama dapat menghasilkan dampak berbeda jika digunakan dengan pendekatan pedagogis yang berbeda. Misalnya, penerapan inquiry-based learning berbantuan GeoGebra mampu mendorong eksplorasi konsep secara mandiri, sementara penggunaan yang hanya bersifat demonstratif cenderung membatasi keterlibatan siswa. Sejalan dengan temuan Kusumastuti (2025), efektivitas teknologi dalam pembelajaran tidak semata-mata ditentukan oleh ketersediaannya, tetapi lebih pada sejauh mana guru mampu mengintegrasikannya ke dalam praktik pedagogi yang bermakna. Dengan demikian, teknologi harus diposisikan bukan hanya sebagai alat bantu, melainkan sebagai bagian integral dari strategi pembelajaran yang mengarahkan siswa pada pengalaman belajar yang aktif, reflektif, dan kontekstual. Situasi ini menegaskan pentingnya upaya validasi silang instrumen melalui pendekatan *item response theory (IRT)* atau *structural equation modeling (SEM)* untuk memetakan kesetaraan indikator yang digunakan di berbagai konteks. Dengan demikian, meskipun instrumen berbeda, tetap dimungkinkan adanya penyetaraan skala (*equating*) yang memungkinkan perbandingan hasil lintas studi secara lebih reliabel.

Namun, hasil penelitian lintas studi menunjukkan ketidakkonsistenan. Dari 12 studi empiris yang dianalisis, 8 studi (66,7%) menunjukkan bahwa literasi teknologi berpengaruh positif terhadap penguatan literasi matematika, terutama dalam aspek pemecahan masalah dan penalaran, sementara 4 studi (33,3%) menunjukkan hasil yang tidak konsisten atau bahkan tidak signifikan menemukan efek yang lemah atau tidak signifikan, terutama pada konteks dengan kesenjangan digital yang tinggi dan kompetensi pedagogis guru yang terbatas. Misalnya, Kusumastuti (2025) di Indonesia dan Rodriguez (2020) di Spanyol melaporkan bahwa penggunaan GeoGebra dan simulasi digital mendorong eksplorasi konseptual yang lebih mendalam serta meningkatkan refleksi metakognitif siswa. Namun, 4 studi lainnya (33,3%) Studi Muhaimin dkk. (2024), misalnya, mencatat bahwa integrasi teknologi di sekolah dengan akses internet rendah tidak mampu meningkatkan hasil literasi matematika secara konsisten. Perbedaan hasil ini menegaskan bahwa efektivitas literasi teknologi sangat bergantung pada sinergi antara kompetensi guru, kualitas desain instruksional, dan pemerataan akses infrastruktur digital di lingkungan belajar. Salah satu penyebabnya adalah perbedaan kompetensi guru. Studi oleh Hidayat (2024) di sekolah menengah Indonesia menekankan bahwa guru dengan pelatihan literasi teknologi yang memadai mampu merancang instruksi lebih adaptif, sedangkan guru yang kurang terlatih justru menggunakan teknologi hanya

sebagai media presentasi pasif. Selain itu, kesiapan infrastruktur juga menjadi faktor pembeda. Studi di negara maju (misalnya Haleem dkk., 2022) menunjukkan pemanfaatan luas platform pembelajaran adaptif berbasis AI, sementara studi di konteks berkembang (Indonesia, Filipina, India) melaporkan keterbatasan akses internet dan perangkat sebagai kendala utama. Hal ini mengindikasikan bahwa literasi teknologi tidak dapat dilepaskan dari faktor sosial-ekonomi. Penelitian masa depan juga penting diarahkan pada eksplorasi model pembelajaran hibrida (*blended learning*) dan pembelajaran berbasis kecerdasan buatan (*AI-based adaptive learning*) untuk melihat sejauh mana personalisasi pembelajaran dapat memperkuat literasi matematika. Selain itu, studi longitudinal dibutuhkan untuk mengukur keberlanjutan efek integrasi teknologi terhadap capaian siswa dalam jangka panjang, bukan hanya dalam konteks eksperimen jangka pendek.

Tantangan metodologis yang cukup signifikan dalam kajian ini adalah variasi instrumen yang digunakan untuk mengukur literasi matematika. Dari 18 studi yang dianalisis, sebanyak 7 studi mengadopsi indikator *mathematical literacy* dari OECD PISA, yang menekankan pada kemampuan siswa dalam merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan matematika dalam konteks kehidupan nyata (Blau dkk., 2020; OECD, 2019). Sementara itu, studi lainnya menggunakan instrumen lokal yang beragam, mulai dari tes berbasis kurikulum nasional hingga rubrik penilaian internal yang dikembangkan peneliti atau lembaga pendidikan masing-masing (Calvani dkk., 2008; Kusumastuti dkk., 2025). Keragaman instrumen ini mengakibatkan keterbatasan dalam melakukan perbandingan kuantitatif antarstudi, serta berimplikasi pada rendahnya reliabilitas bila dilakukan meta-analisis lintas konteks.

Sejumlah peneliti menegaskan pentingnya penggunaan kerangka yang lebih universal untuk pengukuran literasi matematika agar hasil penelitian dapat dibandingkan secara internasional (Aini dkk., 2024; DeLuca dkk., 2016; Saraswati dkk., 2021). Standarisasi instrumen tidak hanya akan memudahkan generalisasi hasil, tetapi juga memberikan dasar yang lebih kuat bagi kebijakan pendidikan, khususnya dalam mengevaluasi efektivitas integrasi literasi teknologi pada pembelajaran matematika. Oleh karena itu, diperlukan upaya kolaboratif antara peneliti, pendidik, dan lembaga internasional untuk merumuskan instrumen literasi matematika yang valid, reliabel, dan adaptif terhadap berbagai konteks sosial-ekonomi serta perkembangan teknologi digital. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa integrasi literasi teknologi dalam literasi matematika memang memiliki potensi besar, namun keberhasilannya sangat kontekstual. Faktor guru, infrastruktur, dan desain instruksional berperan krusial. Kolaborasi lintas negara dalam pengembangan instrumen juga dapat memanfaatkan *computerized adaptive testing* (CAT) yang memungkinkan penilaian berbasis kecerdasan buatan. Dengan cara ini, instrumen dapat disesuaikan dengan tingkat kemampuan individu siswa, sehingga menghasilkan pengukuran yang lebih akurat sekaligus mengurangi bias konteks budaya dan kurikulum lokal.

Dengan demikian, penelitian lanjutan perlu lebih fokus pada (1) pengembangan kompetensi guru berbasis teknologi, (2) evaluasi efektivitas instrumen pengukuran yang terstandar, dan (3) studi komparatif lintas negara dengan mempertimbangkan kesenjangan sosial-ekonomi. Selain itu, integrasi literasi teknologi dengan literasi matematika juga membuka peluang baru dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti kolaborasi digital, komunikasi ilmiah, serta literasi data. Misalnya, penggunaan platform kolaboratif daring memungkinkan siswa untuk bekerja sama dalam memecahkan masalah matematis

secara real-time, sekaligus mengasah kemampuan komunikasi matematis mereka melalui diskusi berbasis teknologi (Harahap dkk., 2021; Y. Lestari, 2015; Redhana, 2019; Wahab dkk., 2024). Tren global dalam pendidikan matematika juga menunjukkan pergeseran ke arah pembelajaran berbasis data (*data-driven learning*), di mana siswa tidak hanya dituntut memahami konsep matematis, tetapi juga mampu menginterpretasikan, memvisualisasikan, dan mengambil keputusan berbasis data digital. Dengan demikian, integrasi teknologi tidak hanya memperkuat literasi matematika, tetapi juga membekali siswa dengan kompetensi lintas bidang yang relevan dengan tuntutan era digital dan masyarakat berbasis pengetahuan. Hal ini sejalan dengan konsep *computational thinking* yang kini menjadi salah satu kerangka penting dalam kurikulum global. Dengan mengintegrasikan pemrograman sederhana, analisis big data, serta visualisasi digital ke dalam pembelajaran matematika, siswa dapat mengembangkan keterampilan lintas disiplin yang tidak hanya meningkatkan literasi matematika, tetapi juga literasi sains, literasi teknologi, dan literasi informasi secara terpadu.

Keterbatasan. SLR ini terbatas pada artikel berbahasa Inggris dan Indonesia, serta periode 2010–2025. Selain itu, heterogenitas metode dan instrumen membatasi generalisasi hasil. Implikasi praktis dari kajian ini adalah 1) Guru matematika perlu pelatihan literasi teknologi, 2) Kurikulum harus mengintegrasikan aktivitas matematika berbasis teknologi, 3) Pemerintah perlu mengurangi digital divide dengan penyediaan infrastruktur, dan 4) Peneliti perlu mengembangkan instrumen pengukuran literasi matematika berbasis digital.

Simpulan

Hasil tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa literasi teknologi memiliki potensi besar dalam memperkuat literasi matematika di ranah pendidikan formal. Literasi teknologi berkontribusi terhadap peningkatan pemahaman konseptual, keterampilan representasi visual, serta kemampuan pemecahan masalah matematika siswa. Temuan ini sekaligus menjawab tujuan penelitian bahwa integrasi literasi teknologi dapat menjadi salah satu strategi efektif dalam mendukung penguasaan literasi matematika, dengan catatan penerapannya sangat dipengaruhi oleh kompetensi guru, kualitas desain instruksional, serta pemerataan akses terhadap sumber daya digital.

Sejalan dengan keterbatasan penelitian yang ditinjau, studi lanjutan disarankan untuk menggunakan desain eksperimen atau kuasi-eksperimen yang lebih ketat, didukung instrumen pengukuran yang terstandar dan valid. Selain itu, perlu diperhatikan variabel kontekstual, seperti kesenjangan sosial-ekonomi dan kesiapan infrastruktur, agar hasil penelitian dapat lebih komprehensif. Upaya ini diharapkan mampu memberikan landasan ilmiah yang lebih kuat bagi perumusan kebijakan, pengembangan kapasitas guru, serta penguatan praktik pendidikan matematika di era digital.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini. Terima kasih khusus ditujukan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Pendidikan Tapanuli Selatan yang telah memfasilitasi proses penelitian, serta kepada para editor dan reviewer anonim yang telah memberikan masukan berharga dalam penyempurnaan artikel ini.

Daftar Pustaka

- Aini, V., Hidayat, T., Kusnadi, K., Williams, C., & Hadibarata, T. (2024). Analysis Numeracy Literacy Skills of High School Students in Biodiversity Material Based on Minimum Competency Assessment Questions. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(1), 128–136. <https://doi.org/10.15294/jpii.v13i1.49265>
- Baber, H., Fanea-Ivanovici, M., Lee, Y. T., & Tinmaz, H. (2022). A bibliometric analysis of digital literacy research and emerging themes pre-during COVID-19 pandemic. *Information and Learning Science*, 123(3–4), 214–232. <https://doi.org/10.1108/ILS-10-2021-0090>
- Blau, I., Shamir-Inbal, T., & Avdiel, O. (2020). How does the pedagogical design of a technology-enhanced collaborative academic course promote digital literacies, self-regulation, and perceived learning of students? *Internet and Higher Education*, 45. <https://doi.org/10.1016/J.IHEDUC.2019.100722>
- Calvani, A., Cartelli, A., Fini, A., & Ranieri, M. (2008). Models and Instruments for assessing Digital Competence at School. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 4(3), 183–193. <https://doi.org/10.20368/1971-8829/288>
- Chen, X., Zhou, J., Wang, J., Wang, D., Liu, J., Shi, D., Yang, D., & Pan, Q. (2022). Visualizing Status, Hotspots, and Future Trends in Mathematical Literacy Research via Knowledge Graph. *Sustainability (Switzerland)*, 14(21). <https://doi.org/10.3390/SU142113842>
- DeLuca, C., LaPointe-McEwan, D., & Luhanga, U. (2016). Approaches to Classroom Assessment Inventory: A New Instrument to Support Teacher Assessment Literacy. *Educational Assessment*, 21(4), 248–266. <https://doi.org/10.1080/10627197.2016.1236677>
- Djulia, E., Restuati, M., Sihotang, R., Sianturi, R. L. P., Hutagaol, M. M., & Syabrina, J. (2022). Junior High School Student's Literacy of Science Concept: Electricity & Heredity. *Journal of Education, Teaching and Social Studies*, 4(1), p63. <https://doi.org/10.22158/jetss.v4n1p63>
- Gadanidis, G., Li, L., & Tan, J. (2024). Mathematics & Artificial Intelligence: Intersections and Educational Implications. *Journal of Digital Life and Learning*, 4(1), 1–24. <https://doi.org/10.51357/jdll.v4i1.249>
- Guthrie, J. T., Wigfield, A., & VonSecker, C. (2000). Effects of integrated instruction on motivation and strategy use in reading. *Journal of Educational Psychology*, 92(2), 331–341. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.2.331>
- Hadi, S., Retnawati, H., Munadi, S., Apino, E., & Wulandari, N. F. (2018). The difficulties of high school students in solving higher-order thinking skills problems. *Problems of Education in the 21st Century*, 76(4), 520–532. <https://doi.org/10.33225/pec/18.76.520>
- 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, 275–285. <https://doi.org/10.1016/J.SUSOC.2022.05.004>
- Harahap, M. S., Nasution, F. H., & Nasution, N. F. (2021). Efektivitas Pendekatan Pembelajaran Science Technology Engineering Art Mathematic (Steam) Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 1053. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i2.3633>
- Harahap, M. S., & Nasution, S. R. A. (2019). Penerapan Flipped Classrom Berbasis Youtube

- Di Prodi Matematika Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Mahasiswa. *Jurnal Education and Development*, 7(3), 1. <https://doi.org/10.37081/ed.v7i3.1023>
- Jamaan, E. Z., & Yerizon, Y. (2023). Enhancing teacher creativity in digitalizing math-literacy modules through technological pedagogical content knowledge training. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 141–151. <https://doi.org/10.24042/AJPM.V14I1.16832>
- Kaplar, M., Radović, S., Veljković, K., Simić-Muller, K., & Marić, M. (2022). The Influence of Interactive Learning Materials on Solving Tasks That Require Different Types of Mathematical Reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(2), 411–433. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10151-8>
- Kemdikbud. (2023). Rapor Pendidikan Indonesia Tahun 2023. In *Merdeka Belajar*. <https://raporpendidikan.kemdikbud.go.id/login>
- Kusumastuti, F. A., Lutfi, M. K., & Junaedi, Y. (2025). Analisis Literasi Matematis Siswa dalam Pembelajaran Berbasis TPACK Berbantuan Media E-learning. *Wilangan: Jurnal Inovasi Dan Riset Pendidikan Matematika*, 6(1), 53. <https://doi.org/10.62870/WJIRPM.V6I1.31848>
- Lestari, E. P., Wasis, W., & Purnomo, T. (2022). Science Learning Materials in Integrated PBL Scientific Literacy Model to Improve Problem Solving Ability of Junior High School Students. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 3(4), 464–477. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v3i4.230>
- Lestari, Y. (2015). Dampak Teknologi Informasi Terhadap Pembentukan Karakter Bangsa. *Seminar Nasional, Pembangunan Karakter Melalui Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1–7. <https://www.journal.unbara.ac.id/index.php/prosiding/article/download/80/67>
- Masamoto, M., Stevens, C., & Ettinger, L. (2024). Changes in high school students attitudes toward health sciences following a hands-on outreach STEM program. *Anatomical Sciences Education*. <https://doi.org/10.1002/ase.2494>
- Muhaimin, L. H., Sholikhakh, R. A., Yulianti, S., Ardani, Hendriyanto, A., & Sahara, S. (2024). Unlocking the secrets of students' mathematical literacy to solve mathematical problems: A systematic literature review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(4). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/14404>
- OECD. (2019). Education at a Glance 2019. *Education at a Glance: OECD Indicators*. <https://doi.org/10.1787/f8d7880d-en>
- Orakova, A., Nametkulova, F., Issayeva, G., Mukhambetzhanova, S., Galimzhanova, M., & Rezuanova, G. (2024). The Relationships between Pedagogical and Technological Competence and Digital Literacy Level of Teachers. *Journal of Curriculum Studies Research*, 6(1), 1–21. <https://doi.org/10.46303/JCSR.2024.2>
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Rodríguez, S., Regueiro, B., Piñeiro, I., Valle, A., Sánchez, B., Vieites, T., & Rodríguez-Llorente, C. (2020). Success in Mathematics and Academic Wellbeing in Primary-School Students. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 3796, 12(9), 3796. <https://doi.org/10.3390/SU12093796>
- Saraswati, Y., Sifak Indana, & Elok Sudibyo. (2021). Science Literacy Profile of Junior High School Students Based on Knowledge, Competence, Cognitive, and Context Aspects. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 2(3), 329–341.

<https://doi.org/10.46245/ijorer.v2i3.118>

- Silva-Quiroz, J., & Morales-Morgado, E. M. (2022). Assessing digital competence and its relationship with the socioeconomic level of Chilean university students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 1–18. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00346-6>
- Sulzer, M. A. (2018). (Re)conceptualizing digital literacies before and after the election of Trump. *English Teaching*, 17(2), 58–71. <https://doi.org/10.1108/ETPC-06-2017-0098>
- Susanta, A., Susanto, E., Rusnilawati, Sumardi, H., & Ali, S. R. B. (2025). Literacy skills through the use of digital STEAM-inquiry learning modules: A comparative study of urban and rural elementary schools in Indonesia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(4), 1–18. <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/16170>
- Tanujaya, B., Prahmana, R. C. I., & Mumu, J. (2020). Mathematics Students' Hots Assessment. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 865. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3107>
- Van Deursen, A. J. A. M., & Van Dijk, J. A. G. M. (2009). Using the Internet: Skill related problems in users' online behavior. *Interacting with Computers*, 21(5–6), 393–402. <https://doi.org/10.1016/J.INTCOM.2009.06.005>
- Wahab, M. N. N. D., Wasis, & Yuliani. (2024). The Effectiveness of Scientific Literacy Based Learning Device to Improve Junior High School Students Scientific Literacy. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(9), 6405–6414. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i9.8573>