

KAJIAN LITERATUR SISTEMATIS PEMBELAJARAN STEM BERDIFERENSIASI TERHADAP LITERASI MATEMATIS SISWA

Sulastri¹, Heni Pujiastuti², Aan Hendrayana³

^{1,2,3}Pendidikan Matematika FKIP Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

2225230106@untirta.ac.id¹, henipujiastuti@untirta.ac.id²,
aanhendrayana@untirta.ac.id³

ABSTRACT

This study aims to examine and synthesize findings from scientific publications regarding the implementation of differentiated STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) learning and its relationship with students' mathematical literacy. The increasingly complex demands of the 21st century and Indonesia's persistently low PISA 2022 results ranking 68th out of 81 countries with a mathematics score of 366 underscore the urgency of innovative and responsive learning approaches. This study employed a Systematic Literature Review (SLR) method following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) protocol. Literature searches were conducted across five databases: Google Scholar, Scopus, ERIC, ScienceDirect, and Garuda, covering the period 2015–2025. A total of 29 articles met the inclusion criteria and were analyzed using thematic synthesis. The results indicate that differentiated STEM learning encompassing differentiation of content, process, product, and learning environment demonstrates a consistently positive effect on students' mathematical literacy across multiple indicators: mathematical reasoning, representation, problem-solving, and communication. Three key facilitating factors were identified: teacher competency in understanding students' learning profiles, integration of digital technology (e.g., GeoGebra), and project-based collaborative activities. Meanwhile, major challenges include inadequate teacher training in differentiating STEM instruction and limited instructional resources. This study concludes that differentiated STEM learning is a highly promising pedagogical approach for enhancing mathematical literacy, particularly for students in primary and secondary education. Recommendations are provided for practitioners and future researchers.

Keywords: *differentiated instruction, mathematical literacy, STEM education*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan mensintesis temuan dari publikasi ilmiah mengenai implementasi pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) berdiferensiasi serta hubungannya dengan literasi matematis siswa. Tuntutan abad ke-21 yang semakin kompleks dan hasil PISA 2022 Indonesia yang masih rendah peringkat ke-68 dari 81 negara dengan skor matematika 366—menegaskan urgensi pendekatan pembelajaran inovatif dan responsif. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan protokol PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses). Penelusuran literatur dilakukan pada lima basis data: Google Scholar, Scopus,

ERIC, ScienceDirect, dan Garuda, dengan rentang tahun 2015–2025. Sebanyak 29 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis menggunakan sintesis tematik. Hasil kajian menunjukkan bahwa pembelajaran STEM berdiferensiasi yang mencakup diferensiasi konten, proses, produk, dan lingkungan belajar memberikan efek positif yang konsisten terhadap literasi matematis siswa pada berbagai indikator: penalaran matematis, representasi, pemecahan masalah, dan komunikasi matematis. Tiga faktor fasilitator utama yang teridentifikasi adalah: kompetensi guru dalam memahami profil belajar siswa, integrasi teknologi digital (contoh: GeoGebra), serta aktivitas kolaboratif berbasis proyek. Sedangkan tantangan utama meliputi kurangnya pelatihan guru dalam mendiferensiasi pembelajaran STEM dan keterbatasan sumber belajar yang sesuai. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pembelajaran STEM berdiferensiasi merupakan pendekatan pedagogis yang sangat menjanjikan untuk meningkatkan literasi matematis, khususnya pada jenjang pendidikan dasar dan menengah. Rekomendasi diberikan bagi praktisi dan peneliti lanjutan.

Kata Kunci: *literasi matematis, pembelajaran berdiferensiasi, pendidikan STEM*

A. Pendahuluan

Literasi matematis merupakan salah satu kompetensi fundamental yang harus dimiliki siswa dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Kemampuan ini tidak sekadar mencakup penguasaan prosedur hitung, melainkan kemampuan individu untuk merumuskan, menggunakan, dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks kehidupan nyata (OECD, 2023). Dalam kerangka PISA 2025, literasi matematis diartikan sebagai kemampuan bernalar secara matematis dan menggunakan konsep, prosedur, fakta, serta perangkat matematika untuk mendeskripsikan, menjelaskan, dan memprediksi fenomena (OECD, 2025). Namun, realitas di lapangan menunjukkan

bahwa literasi matematis siswa Indonesia masih jauh dari harapan. Berdasarkan data PISA 2022, Indonesia menempati peringkat ke-68 dari 81 negara yang berpartisipasi dengan skor rata-rata matematika sebesar 366, jauh di bawah rata-rata OECD yang mencapai 472 (OECD, 2023). Kondisi ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa Indonesia belum mampu mengaplikasikan konsep matematis dalam situasi kontekstual yang kompleks. Berbagai faktor berkontribusi terhadap rendahnya literasi matematis ini, di antaranya pendekatan pembelajaran yang masih berpusat pada guru, kurangnya keterlibatan siswa dalam aktivitas matematis bermakna, serta minimnya diferensiasi dalam merespons

keberagaman kemampuan siswa (Suparman & Juandi, 2019; Muhaimin et al., 2024).

Sebagai respons terhadap permasalahan tersebut, pendekatan pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) telah mendapat perhatian luas dalam dekade terakhir. STEM bukan sekadar akronim, melainkan sebuah pendekatan terpadu yang mengintegrasikan keempat disiplin ilmu tersebut dalam konteks pemecahan masalah autentik (Bybee, 2013). Dalam pembelajaran matematika, STEM memungkinkan siswa untuk mengalami matematika sebagai alat yang bermakna dan fungsional, bukan sekadar kumpulan rumus yang harus dihafalkan. Berbagai penelitian telah membuktikan efektivitas STEM dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, penalaran, dan literasi matematis siswa (Salsabilla et al., 2025; Faoziyah, 2021; Widias & El, 2022).

Di sisi lain, keberagaman karakteristik siswa di dalam satu kelas yang mencakup perbedaan kemampuan awal, gaya belajar, minat, dan latar belakang budaya menuntut guru untuk menerapkan strategi yang mampu mengakomodasi semua perbedaan

tersebut. Pembelajaran berdiferensiasi (differentiated instruction) hadir sebagai solusi pedagogis yang menekankan adaptasi proses belajar-mengajar berdasarkan kebutuhan, kesiapan, minat, dan profil belajar siswa (Tomlinson, 2017). Diferensiasi tidak berarti membuat program individual untuk setiap siswa, melainkan mengorganisasi pengalaman belajar yang beragam sehingga semua siswa dapat mengakses kurikulum secara optimal.

Integrasi antara pembelajaran STEM dan diferensiasi menjanjikan sinergi yang kuat dalam upaya peningkatan literasi matematis. Pembelajaran STEM yang berdiferensiasi memungkinkan guru untuk menyajikan konteks STEM yang relevan sekaligus menyesuaikannya dengan kebutuhan individual siswa. Astuti & Pujaningsih (2024) menemukan bahwa profil literasi matematis siswa dalam pembelajaran berdiferensiasi menunjukkan peningkatan signifikan, terutama pada komponen diferensiasi proses. Fatimah et al. (2022) juga melaporkan bahwa pendekatan diferensiasi dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa sebesar

28,7% dibandingkan pembelajaran konvensional.

Meskipun demikian, kajian yang secara spesifik mengintegrasikan STEM berdiferensiasi dalam konteks literasi matematis masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian yang ada mengkaji STEM dan diferensiasi secara terpisah, atau hanya berfokus pada satu aspek kemampuan matematis tertentu (Rahmawati et al., 2022). Gap penelitian ini mendorong perlunya kajian literatur sistematis yang komprehensif untuk mensintesis temuan-temuan penelitian tentang STEM berdiferensiasi dalam hubungannya dengan literasi matematis.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendeskripsikan karakteristik pembelajaran STEM berdiferensiasi yang dikaji dalam literatur ilmiah periode 2015–2025; (2) mensintesis temuan penelitian mengenai pengaruh pembelajaran STEM berdiferensiasi terhadap literasi matematis siswa; serta (3) mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambat efektivitas pembelajaran STEM berdiferensiasi. Hasil kajian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi guru sebagai panduan implementasi, bagi

peneliti sebagai peta jalan riset lanjutan, serta bagi pembuat kebijakan dalam merancang program pengembangan profesional guru.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dengan mengadopsi protokol PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Metode ini dipilih karena memungkinkan sintesis yang sistematis, transparan, dan dapat direplikasi terhadap sejumlah besar literatur ilmiah dalam suatu bidang kajian (Nabilah et al., 2023; Muhaimin et al., 2024). SLR berbeda dari kajian literatur naratif konvensional karena menggunakan prosedur pencarian yang eksplisit dan kriteria seleksi yang ketat.

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada lima basis data elektronik, yaitu: (1) Google Scholar, (2) Scopus, (3) ERIC (Education Resources Information Center), (4) ScienceDirect, dan (5) Garuda (Garba Rujukan Digital). Periode pencarian mencakup publikasi dari tahun 2015 hingga 2025. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: "STEM berdiferensiasi", "differentiated STEM", "literasi matematis",

"mathematical literacy", "pembelajaran STEM", "differentiated instruction mathematics", dan "STEM integration mathematical literacy". Kata kunci dikombinasikan menggunakan operator Boolean AND/OR untuk memaksimalkan cakupan pencarian.

Proses seleksi artikel mengikuti empat tahap PRISMA: (1) Identifikasi pencarian awal menghasilkan 487 artikel potensial dari seluruh basis data; (2) Screening duplikasi dihapus sehingga tersisa 312 artikel yang kemudian diskroning berdasarkan judul dan abstrak; (3) Eligibility sebanyak 89 artikel diakses teks lengkap dan dievaluasi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi; (4) Included 29 artikel dinyatakan memenuhi syarat dan dimasukkan dalam analisis akhir.

Kriteria inklusi yang diterapkan adalah: (a) artikel diterbitkan dalam jurnal terindeks (SINTA, Scopus, ERIC, atau setara) pada periode 2015–2025; (b) fokus penelitian berkaitan dengan STEM, pembelajaran berdiferensiasi, atau literasi matematis; (c) subjek penelitian adalah siswa jenjang SD, SMP, atau SMA; (d) artikel tersedia dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris; (e) metode penelitian jelas dan dapat diidentifikasi. Sedangkan kriteria

eksklusi meliputi: (a) artikel yang hanya membahas satu disiplin STEM tanpa integrasi; (b) artikel opini atau esai non-penelitian; (c) tesis dan disertasi yang belum dipublikasikan; (d) artikel tidak tersedia dalam teks lengkap.

Data dari 29 artikel yang terpilih dianalisis menggunakan teknik sintesis tematik. Proses analisis dilakukan melalui tiga tahap: (1) pengkodean terbuka (open coding) untuk mengidentifikasi konsep-konsep kunci; (2) pengembangan tema deskriptif; dan (3) pembentukan tema analitis yang menjawab pertanyaan penelitian. Setiap artikel dikodekan berdasarkan variabel-variabel berikut: metode penelitian, jenjang pendidikan, komponen diferensiasi yang diterapkan, indikator literasi matematis yang diukur, dan hasil utama penelitian.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan
Berdasarkan analisis terhadap 29 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, diperoleh gambaran komprehensif mengenai karakteristik pembelajaran STEM berdiferensiasi dan hubungannya dengan literasi matematis siswa. Temuan disajikan dalam dua bagian utama: (1) karakteristik dan sintesis artikel, serta (2) pembahasan tematik.

1. Karakteristik dan Sintesis Artikel

Dari segi metode penelitian, sebagian besar artikel (62%) menggunakan desain kuasi-eksperimen atau eksperimen semu, 21% menggunakan pendekatan kualitatif atau studi kasus, dan 17% menggunakan SLR atau meta-analisis. Dari segi jenjang pendidikan, 31% fokus pada SMP, 28% pada SMA, 24% pada SD, dan 17% lintas jenjang.

Dari segi komponen diferensiasi, diferensiasi proses paling sering diterapkan (72%), diikuti diferensiasi konten (65%), diferensiasi produk (48%), dan diferensiasi lingkungan (34%). Tabel 1 menyajikan sintesis dari 15 artikel representatif, sedangkan Tabel 2 menyajikan sintesis tematik berdasarkan komponen diferensiasi.

Tabel 1. Sintesis Artikel STEM Berdiferensiasi dan Literasi Matematis (Sampel 15 Artikel)

No.	Penulis/Tahun	Judul	Metode/Pendekatan	Temuan Utama
1	Astuti et al. (2023)	STEM untuk Literasi Sains dan Kreativitas Siswa	Quasi-eksperimen	STEM meningkatkan literasi sains 41% dan kreativitas 37% dibanding pembelajaran konvensional
2	Astuti Pujaningsih (2024)	& Profil Literasi Matematis dalam Pembelajaran Berdiferensiasi	Studi kasus kualitatif	Diferensiasi proses meningkatkan literasi matematis kategori sedang dan tinggi secara signifikan
3	Ayuni et al. (2024)	Media STEM Design Thinking untuk Pemecahan Masalah Matematis	R&D (ADDIE)	Media berbasis STEM Design Thinking meningkatkan kemampuan pemecahan masalah 32,8%
4	Fatimah et al. (2022)	Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah melalui Pembelajaran Diferensiasi	PTK eksperimen kuasi-	Diferensiasi konten dan proses meningkatkan kemampuan pemecahan masalah 28,7%
5	Fitrianti et al. (2025)	Literasi Siswa melalui Modul STEM Terintegrasi	Eksperimen, uji N-gain	Modul STEM terintegrasi meningkatkan aspek pengetahuan literasi secara signifikan
6	Kappassova et al. (2025)	Literasi Matematis dan Faktor Pengaruhnya:	Meta-analisis, SLR	Pendekatan berbasis proyek dan kontekstual konsisten meningkatkan literasi matematis

		Satu Dekade Riset				
7	Muhaimin et al. (2024)	Literasi Matematis dalam Memecahkan Masalah: SLR	Systematic Literature Review	Faktor kunci literasi matematis: representasi, reasoning matematis	konteks, dan literasi	
8	Nabilah et al. (2023)	SLR Literasi Numerasi dalam Pembelajaran Matematika	Systematic Literature Review	Model PBL dan media digital paling meningkatkan literasi numerasi lintas jenjang		
9	Pandiangan et al. (2024)	PBL dengan STEM terhadap Pemecahan Masalah Matematis	Quasi-eksperimen	PBL-STEM lebih efektif 29,5% dibanding PBL konvensional dalam pemecahan masalah		
10	Rahmawati et al. (2022)	STEM Berdiferensiasi terhadap Literasi Matematis Siswa SMP	Eksperimen kuasi	N-gain 0,68 (kategori sedang) pada kelompok STEM berdiferensiasi vs 0,41 kelompok kontrol		
11	Sa'diyah & Eminita (2024)	Pengaruh Computational Thinking melalui STEM terhadap Literasi Matematis	Quasi-eksperimen, AKM	STEM dengan CT meningkatkan literasi matematis 34,2% lebih tinggi dari kelas konvensional		
12	Salsabilla et al. (2025)	Pengaruh STEAM terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis SMA	Eksperimen semu	STEAM signifikan meningkatkan pemecahan masalah matematis siswa SMA (sig. 0,000)		
13	Siburian et al. (2022)	Efektivitas Pembelajaran Diferensiasi Online	Eksperimen semu	Diferensiasi online meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis		
14	Susanta et al. (2025)	Keterampilan Literasi melalui Modul Digital STEAM-Inquiry	Mixed-method	Modul digital STEAM-inquiry meningkatkan literasi matematis dan sains secara terintegrasi		
15	Tani et al. (2025)	Hubungan Literasi Matematis dan Literasi Digital Calon Guru	Survei korelasional	Literasi matematis berkorelasi positif dengan literasi digital pada calon guru matematika		

Sumber: Diolah dari hasil analisis artikel (2015–2025)

Tabel 2. Sintesis Tematik Komponen Diferensiasi dalam STEM terhadap Literasi Matematis

Komponen Diferensiasi	Implementasi dalam STEM	Dampak terhadap Literasi Matematis
Diferensiasi Konten	Penyesuaian materi STEM berdasarkan kesiapan belajar (readiness); penggunaan berbagai sumber belajar (teks, video, manipulatif); scaffolding bertingkat sesuai kemampuan awal	Peningkatan rata-rata literasi matematis 27-34% (Sa'diyah & Eminita, 2024; Rahmawati et al., 2022); siswa berkemampuan rendah mengalami peningkatan paling signifikan
Diferensiasi Proses	Variasi strategi inkuiri, PBL, dan desain teknik dalam STEM; pengelompokan fleksibel (homogen-heterogen); pemberian tugas dengan tingkat kompleksitas berbeda	Meningkatkan kemampuan reasoning dan representasi matematis; Astuti & Pujaningsih (2024) menemukan profil literasi kategori sedang meningkat ke tinggi
Diferensiasi Produk	Pilihan bentuk hasil belajar: laporan tertulis, prototipe, presentasi, poster, atau video; penilaian autentik berbasis portofolio STEM	Meningkatkan motivasi dan keterlibatan; produk beragam mencerminkan pemahaman matematis yang mendalam (Tomlinson, 2017; Fitrianti et al., 2025)
Diferensiasi Lingkungan	Pengaturan ruang belajar (sudut eksplorasi, lab mini STEM); integrasi teknologi digital (GeoGebra, aplikasi simulasi)	Mendukung pemahaman konsep abstrak melalui visualisasi; Ziatdinov & Valles (2022) menunjukkan efektivitas GeoGebra dalam konteks STEM

Sumber: Diolah dari hasil sintesis tematik 29 artikel

2. Pembahasan Tematik

a. Pengaruh Diferensiasi Konten

STEM terhadap Literasi Matematis

Diferensiasi konten dalam pembelajaran STEM melibatkan penyesuaian materi, sumber belajar, dan kompleksitas tugas berdasarkan kesiapan (readiness) siswa. Dalam

konteks STEM, diferensiasi konten dapat berupa penggunaan masalah matematika dengan tingkat konteks yang berbeda dari konteks sederhana sehari-hari hingga konteks engineering yang kompleks. Sa'diyah & Eminita (2024) melaporkan bahwa integrasi Computational Thinking melalui STEM berbantuan soal tipe AKM meningkatkan literasi matematis siswa sebesar 34,2% lebih tinggi dibandingkan kelas konvensional. Peningkatan ini terjadi karena soal AKM menerapkan konteks nyata yang dekat dengan kehidupan siswa, sejalan dengan prinsip diferensiasi konten (Tomlinson, 2017).

Rahmawati et al. (2022) dalam studi kuasi-eksperimennya menemukan N-gain sebesar 0,68 (kategori sedang) pada kelompok yang mendapatkan STEM berdiferensiasi, dibandingkan 0,41 pada kelompok kontrol. Perbedaan yang signifikan ini menunjukkan bahwa diferensiasi konten dalam STEM memberikan ruang bagi siswa dengan berbagai tingkat kemampuan untuk mengalami kesuksesan belajar. Kappassova et al. (2025), dalam meta-analisis satu dekade, mengkonfirmasi bahwa pendekatan berbasis proyek dan

kontekstual yang merupakan inti dari STEM konsisten meningkatkan literasi matematis di berbagai negara.

b. Peran Diferensiasi Proses dalam Membangun Literasi Matematis

Diferensiasi proses berkaitan dengan cara siswa mengolah dan memahami ide-ide matematis. Dalam pembelajaran STEM, diferensiasi proses dapat diwujudkan melalui variasi strategi: sebagian siswa melakukan inkuiri terbuka, sebagian lainnya melakukan inkuiri terstruktur, sementara siswa yang membutuhkan dukungan lebih mendapatkan pembelajaran berbantuan teknologi. Astuti & Pujaningsih (2024) menemukan bahwa diferensiasi proses secara khusus efektif dalam meningkatkan profil literasi matematis siswa berkemampuan sedang, yang seringkali terabaikan dalam pembelajaran konvensional.

Siburian et al. (2022) melaporkan bahwa pembelajaran diferensiasi berbasis daring tetap efektif meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis, mengindikasikan bahwa prinsip diferensiasi dapat ditransfer ke berbagai modalitas pembelajaran.

Fatimah et al. (2022) secara lebih spesifik menemukan bahwa kombinasi diferensiasi konten dan proses menghasilkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah sebesar 28,7%. Hal ini konsisten dengan pandangan bahwa pemecahan masalah merupakan inti dari literasi matematis (OECD, 2025; Muhaimin et al., 2024).

Penggunaan teknologi digital dalam diferensiasi proses STEM mendapat dukungan empiris yang kuat. Ziatdinov & Valles (2022) mendemonstrasikan bahwa GeoGebra sebagai platform terintegrasi memungkinkan pembelajaran STEM yang berdiferensiasi melalui visualisasi matematika yang dapat disesuaikan. Yuliardi & Andini (2024) juga membuktikan efektivitas GeoGebra dalam konteks STEM untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, sementara Suweken (2020) dan Pikalova (2021) menekankan GeoGebra sebagai sarana yang demokratis yang memungkinkan semua tingkat kemampuan siswa untuk mengakses konsep matematis yang sama.

c. Diferensiasi Produk dan Pengembangan Literasi Matematis Holistik

Diferensiasi produk memberi siswa fleksibilitas dalam mendemonstrasikan pemahaman mereka melalui berbagai bentuk: laporan tertulis, prototipe teknik, presentasi, poster, atau video animasi. Dalam konteks STEM, keragaman produk ini mencerminkan kekayaan cara pandang terhadap masalah matematis. Ayuni et al. (2024) mengembangkan media pembelajaran berbasis STEM Design Thinking berbantuan video animasi yang memungkinkan siswa mempresentasikan solusi dalam berbagai format, menghasilkan peningkatan kemampuan pemecahan masalah sebesar 32,8%.

Fitrianti et al. (2025) menemukan bahwa modul STEM terintegrasi yang memuat pilihan produk pembelajaran meningkatkan aspek pengetahuan literasi secara signifikan. Susanta et al. (2025) memperkuat temuan ini dengan menunjukkan bahwa modul digital STEAM-inquiry yang mengintegrasikan pilihan produk berhasil meningkatkan literasi matematis dan sains secara simultan.

Keragaman produk dalam STEM tidak hanya meningkatkan motivasi belajar, tetapi juga mendorong siswa untuk mengomunikasikan pemikiran matematis mereka dalam berbagai representasi salah satu indikator kunci literasi matematis (OECD, 2023).

d. Integrasi STEM, Diferensiasi, dan Peningkatan Literasi Matematis

Sintesis dari 29 artikel yang dikaji menunjukkan bahwa integrasi STEM dan diferensiasi menghasilkan efek sinergis terhadap literasi matematis. Pembelajaran STEM menyediakan konteks autentik yang membuat matematika bermakna, sementara diferensiasi memastikan bahwa konteks tersebut dapat diakses oleh semua siswa tanpa memandang kemampuan awal. Salsabilla et al. (2025) melaporkan bahwa STEAM (varian STEM yang memasukkan Arts) secara signifikan meningkatkan pemecahan masalah matematis siswa SMA (sig. 0,000). Pandiangan et al. (2024) menemukan bahwa kombinasi PBL dengan STEM menghasilkan peningkatan 29,5% lebih tinggi dibandingkan PBL konvensional.

Nabilah et al. (2023) dalam SLR tentang literasi numerasi menemukan

bahwa model PBL dan media digital paling efektif meningkatkan literasi numerasi lintas jenjang—temuan yang sejalan dengan karakteristik pembelajaran STEM berbasis proyek. Tani et al. (2025) menambahkan dimensi lain dengan menunjukkan korelasi positif antara literasi matematis dan literasi digital, menegaskan relevansi integrasi teknologi dalam STEM berdiferensiasi. Astuti et al. (2023) membuktikan bahwa STEM tidak hanya meningkatkan literasi matematis, tetapi juga kreativitas dan literasi sains secara bersamaan.

e. Faktor Pendukung dan Penghambat Efektivitas STEM Berdiferensiasi

Berdasarkan sintesis tematik, tiga faktor utama yang mendukung efektivitas STEM berdiferensiasi adalah: (1) kompetensi guru dalam memahami dan merespons profil belajar siswa; (2) ketersediaan teknologi digital sebagai alat bantu diferensiasi; dan (3) budaya sekolah yang mendukung inovasi pembelajaran. Usemahu et al. (2022) menggarisbawahi pentingnya blended learning dalam STEM sebagai strategi diferensiasi yang memungkinkan

fleksibilitas waktu dan tempat belajar. N. et al. (2021) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek daring dengan STEM dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah melalui diferensiasi yang terstruktur. Di sisi lain, factor penghambat yang paling sering dilaporkan adalah: (a) kurangnya kesiapan dan pelatihan guru dalam mengimplementasikan diferensiasi dalam konteks STEM; (b) keterbatasan sumber belajar yang dapat didiferensiasi; (c) kendala waktu dalam merencanakan dan melaksanakan pembelajaran berdiferensiasi; dan (d) variabilitas akses teknologi di sekolah-sekolah. Lailaturrosidah & Abadi (2025) mencatat bahwa meskipun STEM terbukti efektif, implementasinya masih menghadapi tantangan dalam konteks matematika SMA, terutama pada topik yang abstrak seperti trigonometri. Suparman & Juandi (2019) mengingatkan bahwa perbedaan gaya belajar siswa harus menjadi pertimbangan utama dalam merancang diferensiasi.

f. Implikasi bagi Praktik Pendidikan

Temuan kajian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan. Bagi guru, hasil kajian ini mengkonfirmasi bahwa

pengintegrasian STEM dan diferensiasi bukanlah beban tambahan, melainkan strategi terpadu yang secara simultan meningkatkan literasi matematis dan merespons keberagaman siswa. Bybee (2013) menegaskan bahwa STEM sejatinya dirancang sebagai pendekatan yang kontekstual dan inklusif, sehingga diferensiasi merupakan bagian inheren dari filosofi STEM. Widiyas & El (2022) memberikan panduan praktis rancangan desain pembelajaran STEM yang dapat diadaptasi untuk berbagai konteks sekolah. Faoziyah (2021) mendemonstrasikan penerapan STEM berbasis PBL yang efektif dalam konteks sekolah Indonesia dengan keterbatasan sumber daya.

Bagi peneliti, kajian ini mengidentifikasi sejumlah area yang masih memerlukan eksplorasi lebih dalam: (a) studi longitudinal tentang efek jangka panjang STEM berdiferensiasi terhadap literasi matematis; (b) penelitian berbasis neuroeducation tentang mekanisme diferensiasi dalam pemrosesan informasi matematis; (c) pengembangan instrumen penilaian literasi matematis yang sensitif

terhadap diferensiasi; dan (d) studi komparatif antarnegara tentang implementasi STEM berdiferensiasi. Kappassova et al. (2025) mengingatkan bahwa faktor budaya dan konteks sosial-ekonomi perlu diperhatikan dalam riset literasi matematis lintas negara.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan kajian sistematis terhadap 29 artikel ilmiah periode 2015–2025, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran STEM berdiferensiasi memberikan pengaruh yang positif dan konsisten terhadap literasi matematis siswa. Empat komponen diferensiasi—konten, proses, produk, dan lingkungan—masing-masing berkontribusi terhadap peningkatan berbagai indikator literasi matematis, mulai dari penalaran dan representasi matematis hingga pemecahan masalah dan komunikasi matematis. Efek terbesar ditemukan pada diferensiasi proses dan konten, yang secara langsung merespons keberagaman kemampuan dan gaya belajar siswa.

Sinergi antara pendekatan STEM yang kontekstual dan autentik dengan prinsip diferensiasi yang responsif

menciptakan ekosistem belajar yang inklusif dan bermakna. Integrasi teknologi digital, khususnya GeoGebra dan platform berbasis proyek, menjadi katalis penting dalam memfasilitasi diferensiasi yang efektif. Di tengah kondisi literasi matematis Indonesia yang masih rendah sebagaimana terlihat dari data PISA 2022, pembelajaran STEM berdiferensiasi menawarkan jalur yang menjanjikan menuju peningkatan yang berkelanjutan.

Saran bagi praktisi (guru): (1) mulailah dengan diferensiasi proses sebelum beranjak ke diferensiasi konten dan produk; (2) manfaatkan teknologi digital yang tersedia di sekolah sebagai sarana diferensiasi yang terjangkau; (3) lakukan asesmen diagnostik secara rutin untuk memperbarui profil belajar siswa; (4) kolaborasikan rancangan pembelajaran STEM berdiferensiasi dengan rekan guru lintas mata pelajaran.

Saran bagi peneliti lanjutan: (1) lakukan studi eksperimen dengan kelompok kontrol yang ketat untuk mengukur efek bersih STEM berdiferensiasi terhadap literasi matematis; (2) kembangkan rubrik

penilaian literasi matematis yang sensitif terhadap komponen diferensiasi; (3) eksplorasi dampak STEM berdiferensiasi pada jenjang pendidikan dasar (SD) yang masih kurang terwakili dalam literatur; (4) teliti faktor moderasi seperti kemampuan awal guru dan dukungan kepala sekolah dalam keberhasilan implementasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, E., & Pujaningsih, P. (2024). Profile of students' mathematical literacy skills private high schools in Yogyakarta in differentiated learning reviewed in terms of process differentiation. *Global International Journal of Innovative Research*, 2(8). <https://doi.org/10.59613/global.v2i8.265>
- Astuti, W., Sulastri, S., Syukri, M., & Halim, A. (2023). Implementasi pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan literasi sains dan kreativitas siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(1). <https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i1.26646>
- Ayuni, S., Pasaribu, F., & Kumalasari, A. (2024). Desain media pembelajaran berbasis STEM design thinking berbantuan video animasi untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *Numeracy*, 11(1). <https://doi.org/10.46244/numeracy.v11i1.2582>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press.
- Fatimah, A., Siagian, M. S., Wahyuni, F., & Purba, A. (2022). Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa menggunakan pendekatan pembelajaran diferensiasi. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0102628>
- Faoziyah, N. (2021). Kemampuan pemecahan masalah matematis siswa melalui pendekatan STEM berbasis PBL. *Jurnal Pendidikan Matematika Pasundan*, 11(1). <https://doi.org/10.23969/pjme.v11i1.3942>
- Fitrianti, A., Suwarma, I., & Kaniawati, I. (2025). Improvement of students' literacies skills in the knowledge aspect through STEM-integrated module. *Indonesian Journal of Teaching in Science*, 4(1). <https://doi.org/10.17509/ijotis.v4i1.65864>
- Kappassova, S., Abylkassymova, A., Bulut, U., Zykrina, S., Zhumagulova, Z., & Balta, N. (2025). Mathematical literacy and its influencing factors: A decade of research findings (2015-2024). *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(7), em2671.
- Lailaturrosidah, Z., & Abadi, A. (2025). Pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan penyelesaian masalah matematika siswa SMA dalam trigonometri. *Jurnal Internasional Pendidikan Matematika dan Sains*, 2(4).

- <https://doi.org/10.62951/ijmse.v2i4.244>
- 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), em2428.
- N., Priatna, N., & Juandi, D. (2021). Meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa melalui model pembelajaran berbasis proyek daring dengan pendekatan STEM. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012213>
- Nabilah, S., Pujiastuti, H., & Syamsuri, S. (2023). Systematic literature review: Literasi numerasi dalam pembelajaran matematika, jenjang, materi, model dan media pembelajaran. *JlIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(4), 2436–2443.
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing.
- OECD. (2025). *PISA 2025 mathematics framework (draft)*. OECD Publishing.
- Pandiangan, R., Lubis, A., Williemi, J., Pasar, I., & Estate, V. (2024). Pengaruh model PBL dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *Jurnal Riset Rumpun Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 3(1).
- <https://doi.org/10.55606/jurrimip.a.v3i1.2518>
- Pikalova, V. (2021). Implementing GeoGebra as a tool for STEM education in pre-service mathematics teacher training. In *Proceedings of the 2nd Myroslav I. Zhaldak Symposium on Advances in Educational Technology*. <https://doi.org/10.5220/0012073900003431>
- Rahmawati, N., Suryadi, D., & Herman, T. (2022). Pengaruh pendekatan STEM berdiferensiasi terhadap peningkatan literasi matematis siswa SMP. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 11(2), 98–112.
- Sa'diyah, I., & Eminita, V. (2024). Pengaruh computational thinking melalui pendekatan STEM berbantuan soal tipe AKM terhadap kemampuan literasi matematis siswa. *Fibonacci: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 10(2), 227–236. <https://doi.org/10.24853/fbc.10.2.227-236>
- Salsabilla, A., Zaki, M., & Kunci, K. (2025). Pengaruh pembelajaran berbasis STEAM terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMA. *Transformasi: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 9(2). <https://doi.org/10.36526/tr.v9i2.6406>
- Siburian, R., Simanjuntak, S., & Simorangkir, F. (2022). Efektivitas pembelajaran diferensiasi online ditinjau dari kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *Jurnal Riset Pendidikan*

- | | |
|--|--|
| <p>Matematika, 9(1).
https://doi.org/10.21831/jrpm.v9i1.44439</p> <p>Suparman, S., & Juandi, D. (2019). Kemampuan literasi matematis siswa ditinjau dari gaya belajar: Sebuah studi meta-analisis. <i>Jurnal Riset Pendidikan Matematika</i>, 6(1), 12–23.</p> <p>Susanta, A., Susanto, E., Rusnilawati, Sumardi, H., & Ali, S. R. B. (2025). Literacy skills through the use of digital STEAM-inquiry learning modules. <i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>, 21(4), em2615.</p> <p>Suweken, G. (2020). STEM oriented mathematics learning with GeoGebra. In <i>Proceedings of the 3rd International Conference on Innovative Research Across Disciplines (ICIRAD 2019)</i>.
https://doi.org/10.2991/assehr.k.200115.042</p> <p>Tani, A. Y., Buyung, B., Rosmayadi, R., Marhayani, D. A., Nirawati, R., Triani, S. N., & Soeharto, S. (2025). Examining the relationship between mathematical literacy and digital literacy among pre-service mathematics teachers. <i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i>, 21(5), em2635.</p> <p>Tomlinson, C. A. (2017). <i>How to differentiate instruction in academically diverse classrooms</i> (3rd ed.). ASCD.</p> <p>Usemahu, A., Wally, P., & Marwah, A. (2022). Penerapan blended learning dengan pendekatan STEM untuk meningkatkan literasi sains dan kemampuan kognitif siswa SMA. <i>Biosel: Biology Science and Education</i>,</p> | <p>11(2).
https://doi.org/10.33477/bs.v11i2.3644</p> <p>Widias, N., & El, H. (2022). Rancangan desain pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. <i>Jurnal Griya Pendidikan dan Penerapan Matematika</i>, 2(4).
https://doi.org/10.29303/griya.v2i4.231</p> <p>Yuliardi, R., & Andini, R. (2024). Efektivitas media pembelajaran berbasis aplikasi GeoGebra dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. <i>Indo-MathEdu Intellectuals Journal</i>.
https://doi.org/10.54373/imeij.v5i2.1020</p> <p>Ziatdinov, R., & Valles, J. (2022). Synthesis of modeling, visualization, and programming in GeoGebra as an effective approach for teaching and learning STEM topics. <i>Mathematics</i>, 10(3), 398.
https://doi.org/10.3390/math10030398</p> |
|--|--|