



Integrasi STEM dalam Pembelajaran Matematika Abad ke-21: Sebuah Systematic Literature Review

Ruth Maya Simamora*, I Wayan Puja Astawa, I Putu Pasek Suryawan

Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Pascasarjana, Universitas Pendidikan Ganesha,
Bali, Indonesia

*Penulis Korespondensi: mruth8212@gmail.com

Received: 13-05-2026; Revised: 08-06-2026; Published: 20-06-2026

Abstract : *The Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach has emerged as a prevailing paradigm in twenty-first-century mathematics education, consistently demonstrating its capacity to enhance students' higher-order thinking competencies. Despite the rapid proliferation of studies on STEM implementation in mathematics education, systematic reviews that comprehensively map research trends, implementation models, and their implications remain scarce. This study aims to analyze research trend patterns, forms of implementation, and the implications of the STEM approach in mathematics learning through a Systematic Literature Review (SLR) guided by the PRISMA protocol. Data were drawn from 28 Scopus-indexed articles published between 2020 and 2026. The novelty of this study lies in the systematic identification of three dominant patterns: (1) the predominance of PjBL/PBL as the primary implementation model; (2) an emerging shift in recent research (2025–2026) toward the integration of Artificial Intelligence (AI) and digital technology within STEM ecosystems; and (3) a consistent pattern of improvement in students' critical thinking, creativity, problem-solving skills, learning motivation, and engagement across diverse educational contexts and levels. These findings offer a conceptual map that serves as an empirical reference for researchers and practitioners in designing mathematics instruction that is innovative, meaningful, and responsive to the demands of the twenty-first century.*

Keywords: *21st-century skills, mathematics education, STEM, systematic literature review.*

Abstrak : Pendekatan STEM telah berkembang menjadi paradigma pembelajaran matematika abad ke-21 yang secara konsisten terbukti meningkatkan kompetensi berpikir tingkat tinggi siswa. Meskipun penelitian mengenai implementasi STEM dalam pendidikan matematika terus berkembang pesat, kajian sistematis yang memetakan pola tren, model implementasi, dan implikasinya secara komprehensif masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola tren penelitian, bentuk implementasi, serta implikasi pendekatan STEM pada pembelajaran matematika melalui Systematic Literature Review (SLR) dengan protokol PRISMA. Sumber data berasal dari 28 artikel terindeks Scopus tahun 2020–2026. Kebaruan penelitian ini terletak pada identifikasi tiga pola dominan secara sistematis: (1) dominasi PjBL/PBL sebagai model implementasi utama; (2) pergeseran tren terbaru (2025–2026) menuju integrasi Artificial Intelligence (AI) dan teknologi digital dalam ekosistem STEM; serta (3) pola konsisten peningkatan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, pemecahan masalah, motivasi belajar, dan keterlibatan siswa lintas konteks dan jenjang pendidikan. Temuan ini memberikan peta konseptual yang dapat dijadikan acuan empiris bagi peneliti dan praktisi dalam merancang pembelajaran matematika yang inovatif, bermakna, dan relevan dengan tantangan abad ke-21.

Kata kunci: keterampilan abad ke-21, pendidikan matematika, STEM, *systematic literature review*

PENDAHULUAN

Perkembangan abad ke-21 menuntut dunia pendidikan untuk mampu menghasilkan siswa yang memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, serta mampu memecahkan masalah dalam kehidupan nyata. Dalam konteks tersebut, pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) menjadi salah satu pendekatan

pembelajaran yang banyak dikembangkan dalam pendidikan modern, khususnya pada pembelajaran matematika. Pendekatan STEM dipandang mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu secara kontekstual sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan dengan kebutuhan siswa di era digital.

Matematika memiliki peran penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, kritis, dan kreatif. Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis dan kreativitas matematis siswa masih menjadi tantangan dalam pembelajaran matematika. Pembelajaran matematika saat ini tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep dan prosedur, tetapi juga diarahkan pada pengembangan keterampilan abad ke-21. Menurut (Sapitri, 2022), proses pembelajaran yang tidak menekankan pada pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi cenderung membuat siswa kurang mampu mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis erat kaitannya dengan kemampuan berpikir kreatif. Kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif memiliki keterkaitan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan menggunakan ide-ide baru (Fitrianiyuningsih et al., 2020). Selain itu, (Suweken, 2024) menjelaskan bahwa rendahnya keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika menjadi salah satu penyebab rendahnya pencapaian belajar matematika di berbagai negara. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan aktif siswa dalam pembelajaran matematika.

Sebagai respons terhadap tantangan tersebut, pendekatan STEM semakin banyak diimplementasikan dalam pembelajaran matematika. Salah satu pendekatan yang banyak direkomendasikan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pembelajaran berbasis STEM. Pendekatan ini memungkinkan siswa mengintegrasikan konsep matematika dengan sains, teknologi, dan rekayasa melalui aktivitas investigatif, pemecahan masalah, serta proyek berbasis konteks dunia nyata. (Suweken, 2020) menyatakan bahwa STEM education dikembangkan karena adanya penurunan minat siswa terhadap bidang STEM, padahal perkembangan teknologi modern sangat bergantung pada penguasaan bidang tersebut. Implementasi STEM telah berkembang melalui berbagai model pembelajaran, seperti *Project-Based Learning* (PjBL), *Problem-Based Learning* (PBL), *Phenomenon-Based Learning*, dan pembelajaran berbasis desain teknik. Selain itu, perkembangan teknologi digital juga mendorong integrasi STEM dengan *computational thinking*, kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), coding, dan pemodelan matematika.

Berbagai penelitian telah melaporkan dampak positif implementasi STEM terhadap pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa. (Hebebcı & Usta, 2022) menemukan bahwa pembelajaran STEM terintegrasi berpengaruh positif terhadap kemampuan pemecahan masalah, kreativitas ilmiah, dan disposisi berpikir kritis siswa. Hasil penelitian (Suweken, 2020) menunjukkan bahwa pembelajaran STEM dapat meningkatkan keterlibatan dan prestasi belajar siswa secara signifikan. (Kwon & Lee, 2025) melalui meta-analisis menunjukkan bahwa STEM berbasis proyek memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kreativitas siswa. Selain itu, (Fitriani et al., 2025) melaporkan bahwa STEM-PjBL mampu meningkatkan kemampuan *collaborative problem solving*, sementara (Asyura et al., 2026) menemukan bahwa pendekatan Ethno-STEM dapat meningkatkan kemampuan penalaran siswa. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa STEM memiliki potensi yang besar dalam mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21.

Meskipun menunjukkan hasil yang positif, penelitian terdahulu masih memiliki beberapa keterbatasan. Sebagian besar penelitian berfokus pada pengujian efektivitas STEM dalam konteks pembelajaran tertentu melalui desain eksperimen jangka pendek. Selain itu, fokus penelitian

masih didominasi oleh implementasi model pembelajaran seperti PBL dan PjBL, sehingga belum banyak mengeksplorasi variasi bentuk integrasi STEM lainnya. Peningkatan cara berpikir siswa tercermin dari kemampuan mereka dalam mengaplikasikan pengetahuan pada permasalahan kontekstual (putri widyantini, Wayan Puja Astawa, 2025). Beberapa penelitian juga lebih menitikberatkan pada aspek teknologi dan rekayasa dibandingkan pendalaman konsep matematika yang menjadi salah satu komponen utama dalam pendidikan STEM. (Ndiung et al., 2021) menjelaskan bahwa pembelajaran matematika perlu diarahkan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif siswa melalui aktivitas pemecahan masalah yang realistis.

Hasil kajian menunjukkan bahwa masih terdapat kesenjangan penelitian terkait implementasi STEM dalam pendidikan matematika. Pertama, sebagian besar penelitian memposisikan matematika sebagai komponen pendukung STEM, bukan sebagai subjek utama kajian, sehingga kontribusi spesifik STEM terhadap kompetensi matematis siswa belum terpetakan secara komprehensif. Kedua, terdapat ketidakkonsistenan dalam model integrasi STEM yang digunakan pada berbagai penelitian sehingga belum diperoleh gambaran yang komprehensif mengenai arah perkembangan STEM dalam pembelajaran matematika. Ketiga, penelitian mengenai integrasi STEM dengan teknologi mutakhir seperti kecerdasan buatan, *deep learning*, dan *computational thinking* masih relatif baru dan belum banyak disintesis secara sistematis. (Suweken et al., 2025) menjelaskan bahwa pembelajaran mendalam (*deep learning*) menekankan pentingnya keterlibatan siswa secara aktif melalui pembelajaran yang *joyful*, *mindful*, dan *meaningful*. Pendekatan tersebut relevan dengan implementasi STEM karena sama-sama menekankan keterlibatan aktif siswa dalam membangun pemahaman konseptual melalui pengalaman belajar yang autentik.

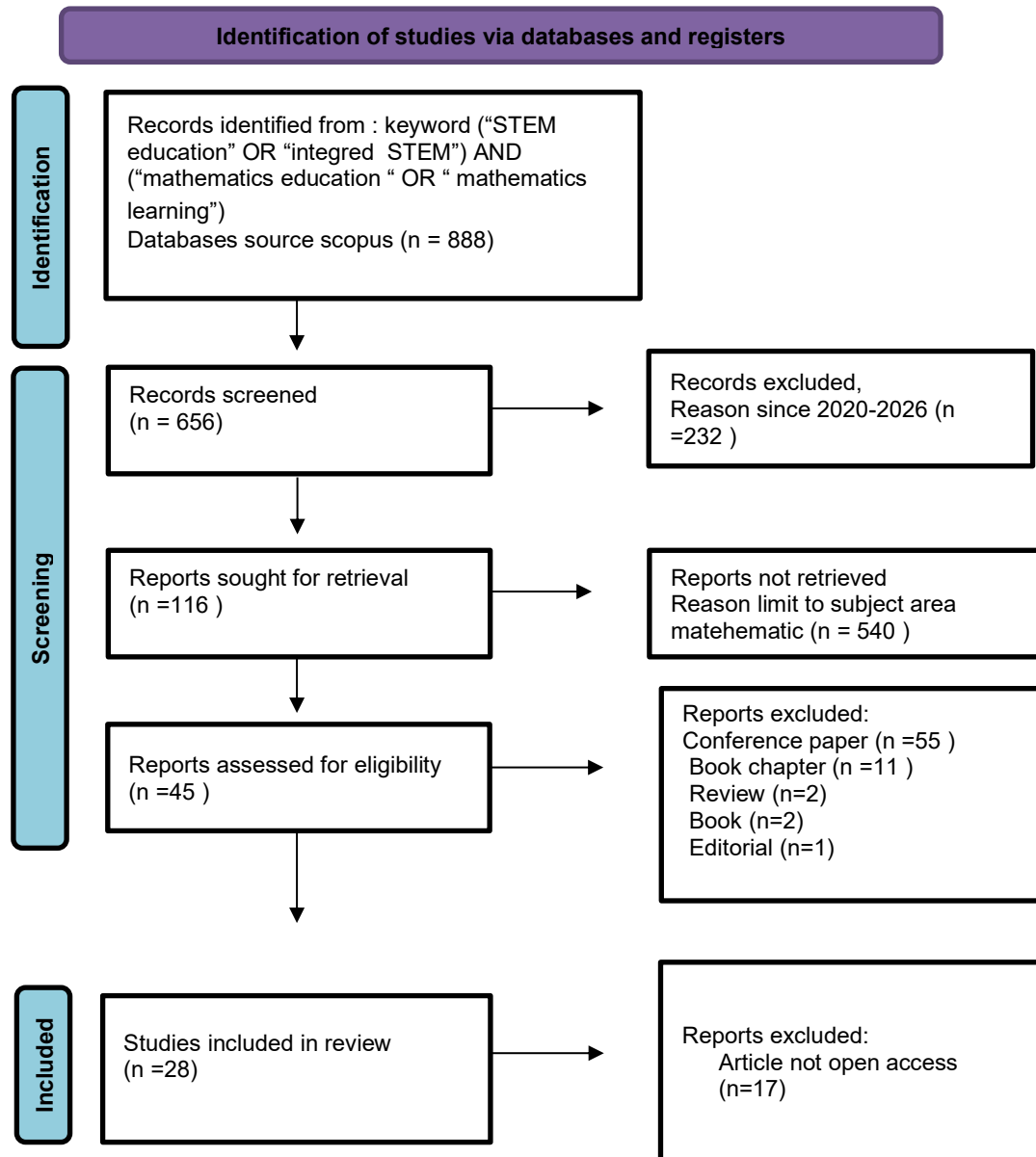
Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya berfokus pada pengujian efektivitas implementasi STEM pada konteks tertentu, penelitian ini menawarkan sintesis komprehensif mengenai perkembangan pendidikan STEM dalam pembelajaran matematika melalui pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Kajian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tren penelitian STEM dalam pembelajaran matematika, menganalisis fokus dan distribusi penelitian yang telah dilakukan, serta mengkaji implikasi teoritis dan praktis penelitian STEM di masa depan. Konteks kajian difokuskan pada artikel-artikel ilmiah terindeks Scopus yang membahas implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika. Unit analisis dalam penelitian ini adalah artikel penelitian internasional yang relevan dengan topik STEM dan pendidikan matematika.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan penelitian pendidikan STEM dalam pembelajaran matematika melalui pendekatan *Systematic Literature Review*. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi karakteristik dan tren penelitian STEM dalam pendidikan matematika; (2) menganalisis bentuk dan fokus implementasi STEM yang telah diteliti; serta (3) mengkaji implikasi teoritis dan praktis serta arah penelitian STEM di masa depan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi peneliti, guru, dan pengembang kurikulum dalam merancang pembelajaran matematika berbasis STEM yang lebih inovatif, kontekstual, dan relevan dengan tuntutan abad ke-21.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, menelaah, dan menganalisis berbagai penelitian terkait pendidikan STEM berdasarkan artikel yang terindeks dalam basis data Scopus. Penelitian ini mengacu pada

pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) 2020 dalam proses identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan penentuan artikel yang akan dianalisis. Tahapan PRISMA digunakan untuk memastikan bahwa proses seleksi artikel dilakukan secara sistematis dan terstruktur.



Gambar 1. Diagram Tahapan Prisma

Tabel 1. Kriteria inklusi dan kriteria eksklusi

Kriteria inklusi	Kriteria eksklusi
Artikel terindeks Scopus.	Makalah konferensi
Tahun publikasi 2020–2026.	Bab buku
Fokus pada implementasi STEM dalam pendidikan matematika.	Ulasan
Artikel penelitian empiris.	Buku
Artikel berbahasa Inggris.	Editorial

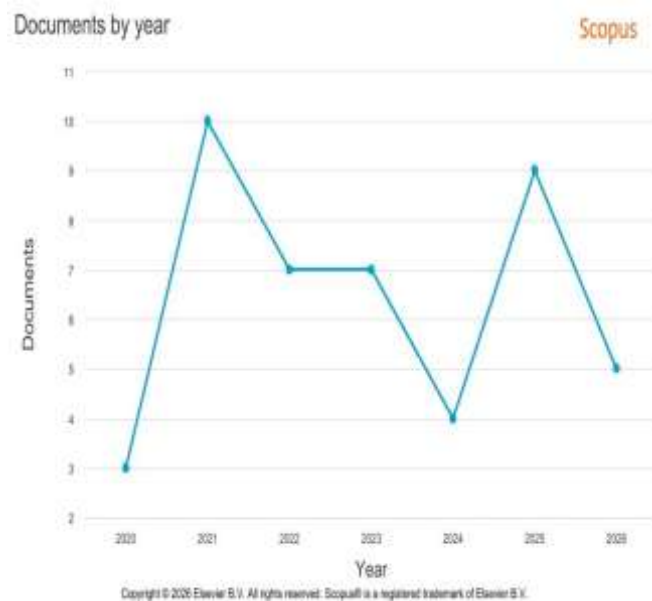
Berdasarkan Tabel 1, penelitian ini menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi untuk memastikan artikel yang dianalisis benar-benar relevan dengan fokus kajian. Pada tahap identifikasi, sumber data utama dalam penelitian ini adalah basis data Scopus karena memiliki cakupan jurnal internasional yang luas dan bereputasi. Proses pencarian artikel dilakukan menggunakan kata kunci (*“STEM education” or “integrated STEM”*) AND (*“mathematics education” or “mathematics learning”*) menghasilkan 888 dokumen. Kata kunci disusun dengan menggunakan kombinasi operator Boolean seperti and dan or agar pencarian lebih spesifik dan relevan dengan topik penelitian. Setelah temuan ini, proses penyaringan dilakukan dengan memilih dokumen dari tahun 2020 hingga 2026 sebanyak 656 artikel. Lalu dokumen tersebut dilakukan pembatasan pada subjek area mathematic menghasilkan 116 artikel. Selanjut artikel dieliminasi menjadi 45 artikel berdasarkan jenis dokumen yaitu: makalah konferensi (55), bab buku (11), ulasan (2), buku (2), editorial (1). Pada tahap inklusi, artikel yang tidak dapat diakses dan yang duplikat kemudian dihapus sehingga menghasilkan 28 artikel.

Dokumen ini kemudian dianalisis lebih lanjut dalam penelitian ini untuk menjawab RQ1: apakah eksplorasi pendidikan STEM merupakan subjek yang terus memiliki signifikansi untuk penelitian ilmiah dimasa datang? RQ2: bagaimana alokasi investigasi penelitian saat ini yang terkait dengan pendidikan STEM? RQ3: Apa implikasi teoritis dan praktis dari prespektif penelitian di masa depan?

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini berfokus pada temuan 28 artikel dalam basis data scopus tentang pendidikan STEM. Data ini bersumber dari identifikasi jumlah artikel yang diterbitkan, di publikasi selama bertahun-tahun, dan sumber jurnal.

RQ1: apakah eksplorasi pendidikan STEM merupakan subjek yang terus memiliki signifikansi untuk penelitian ilmiah dimasa datang?



Gambar 2. Tren Publikasi berdasarkan tahun di Scopus

Pencarian literatur dilakukan melalui basis data Scopus dengan rentang waktu publikasi dari tahun 2020 hingga 2026. Hasil pencarian terdapat publikasi yang terdistribusi secara tidak merata sepanjang periode tersebut. Distribusi dokumen per tahun disajikan pada Gambar 1, yang menunjukkan fluktuasi jumlah publikasi selama kurun waktu yang ditetapkan. Pada tahun 2020, ditemukan sebanyak 3 dokumen, kemudian mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2021 dengan jumlah tertinggi sebesar 10 dokumen. Tren menurun terjadi pada tahun 2022 dan 2023 dengan masing-masing 7 dokumen, diikuti penurunan tajam pada tahun 2024 menjadi 4 dokumen. Selanjutnya terjadi pemulihan pada tahun 2025 dengan 9 dokumen, sebelum kembali menurun pada tahun 2026 sebanyak 5 dokumen.

Fluktuasi ini mengindikasikan bahwa minat penelitian terhadap topik yang dikaji mengalami dinamika yang cukup tinggi. Rentang waktu 2020–2026 dipilih untuk memastikan bahwa tinjauan mencakup perkembangan penelitian terkini dan relevan dengan konteks keilmuan yang sedang berkembang. Pola tren ini memperkuat relevansi dan urgensi kajian sistematis yang dilakukan dalam penelitian ini, sekaligus menunjukkan bahwa topik yang diteliti merupakan bidang yang sedang berkembang pesat (*emerging field*) dalam literatur ilmiah internasional.

Berdasarkan hasil telaah terhadap artikel-artikel pada file yang dianalisis, pendidikan STEM masih menjadi topik yang sangat signifikan dan terus berkembang dalam penelitian ilmiah. Hal ini terlihat dari meningkatnya variasi tema penelitian, seperti integrasi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), *computational thinking*, pembelajaran berbasis proyek, *problem-based learning*, literasi STEM, kreativitas, hingga pengembangan keterampilan abad ke-21. Selain itu, sebagian besar artikel berasal dari tahun publikasi terbaru (2020–2026), yang menunjukkan bahwa penelitian mengenai pendidikan STEM masih aktif dan relevan hingga saat ini.

Tabel 2. Studi dalam Analisis

Penulis	Temuan utama
Valovičová et al., (2020)	Penggunaan aktivitas STEAM interdisipliner dengan tablet dapat meningkatkan pemikiran komputasional, khususnya dalam otomatisasi dan abstraksi.
Jackson et al., (2021)	Kerja konseptual yang berorientasi pada kesetaraan untuk literasi STEM di tingkat K-12.
Sutarto et al., (2021)	Lembar kerja berbasis pendekatan STEM valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, sebagaimana dibuktikan oleh skor N-Gain yang tinggi dan implementasi praktis.
Fitriani et al., (2025)	Pembelajaran berbasis proyek STEM (STEM-PjBL) meningkatkan keterampilan pemecahan masalah kolaboratif (CPS) pada calon guru (PST), khususnya dalam regulasi sosial, regulasi tugas, dan pembangunan pengetahuan., dan lebih baik dalam mengintegrasikan disiplin STEM ke dalam proyek dibandingkan dengan pembelajaran berbasis proyek tradisional (PjBL).
Hebebe & Usta, (2022)	Praktik pendidikan STEM terintegrasi berdampak positif terhadap kemampuan pemecahan masalah, kreativitas ilmiah, dan disposisi berpikir kritis siswa.
Weng et al., (2022)	Siswa di semua kelompok mengembangkan minat dan identitas yang lebih positif terhadap STEM, dengan kelompok bimbingan menunjukkan minat dan identitas yang lebih kuat.
Teresa & Fields, (2023)	Para siswa berprestasi sama baiknya atau bahkan lebih baik daripada mereka yang diajar melalui metode tradisional dalam ujian standar.
Zhong et al., (2024)	REP lebih menguntungkan daripada PBL dalam mengurangi beban kognitif, meningkatkan tingkat pengetahuan ilmiah, dan meningkatkan keterampilan desain teknik.
Nugraha et al., (2024)	Model STEM-DTaM dirancang untuk memberikan pengalaman pembelajaran interdisipliner yang membantu membangun pemikiran interdisipliner.
AlAli, (2024)	Peningkatan signifikan dalam keterampilan abad ke-21 siswa secara keseluruhan, khususnya keterampilan produktivitas tinggi yang meningkat dari tingkat mahir sedang menjadi mahir tinggi.
Westen et al., (2025)	Menyadari peran pentingnya dalam membentuk pendidikan STEM yang terintegrasi serta meningkatkan penerapan dan relevansi model tersebut.
Kwon & Lee, (2025)	Membelajaran berbasis proyek STEM (STEM PBL) memiliki pengaruh positif yang signifikan secara statistik terhadap kreativitas siswa
Yüksel, (2025)	Aktivitas STEM berbasis desain secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir desain para calon guru sains, dengan skor evaluasi desain yang tinggi dan persepsi positif dari para peserta.
Cottone et al., (2026)	Adanya korelasi signifikan antara prestasi akademik siswa dan strategi pedagogis berupa rutinitas berpikir dan berpikir desain dalam pendidikan STEM.
Zhang, (2026)	Integrasi pengenalan emosi, penyampaian konten adaptif, dan mekanisme umpan balik yang berpusat pada pengguna secara positif memengaruhi motivasi, keterlibatan kognitif, dan kepuasan keseluruhan siswa

Bradbury et al., (2026)	sebagai pemicu dapat secara efektif memunculkan pembicaraan terkait STEM dan ingatan yang diwujudkan pada anak-anak usia muda.
Devi & Manju et al., (2026)	guru-guru Taiwan memiliki akses yang lebih baik terhadap sumber daya, sementara guru-guru India menghadapi tantangan karena kesenjangan dan ketidaksetaraan antara daerah pedesaan dan perkotaan.
Ojeda et al., (2026)	siswa dengan prestasi akademik yang lebih rendah., mempromosikan kesetaraan dalam pembelajaran sains.
Straser et al., (2026)	rubrik tersebut mencakup aspek-aspek sentral dari berpikir kritis dan bermanfaat untuk pengajaran dan refleksi
Asyura et al., (2026)	Desain stem web interaktif Hy MAI secara signifikan meningkatkan kemampuan penalaran matematika siswa.
Liu et al., (2026)	Kesiapan AI dan kapasitas STEM memiliki hubungan yang kuat dan positif dengan modernisasi ekonomi di Tiongkok
Siostrom et al., (2026)	Adanya kesenjangan yang signifikan antara aspirasi kebijakan untuk pendidikan STEM terintegrasi dan realitas implementasi dalam program ITE sekolah dasar di Australia
Adesina & Obokoh, (2026)	Studi ini menekankan perlunya kemitraan akademisi-industri yang efektif untuk mengatasi kesenjangan ini dan mencapai tujuan Pembangunan Berkelanjutan.
Yoon et al., (2026)	Kuantitatif terjadi perubahan minimal dalam ketertarikan terhadap STEM, terdapat peningkatan kualitatif yang substansial dalam keterampilan praktis, kepercayaan diri, dan motivasi
Han et al., (2026)	Sebagai alat (orientasi utilitarian) dan sebagai tujuan (orientasi humanis), dengan para pemimpin merujuk pada yang terakhir dua kali lebih sering.
Komekova et al., (2026)	Menyoroti kekuatan prediktif dari dimensi penggunaan dan evaluasi dalam integrasi AI.
Vega Vermehren et al., (2026)	Mekanisme kognitif yang sama di berbagai disiplin ilmu STEM.
Apedoe et al., (2026)	Siswa menunjukkan peningkatan minat pada STEM serta memperoleh perspektif baru tentang karier di bidang STEM.

Berdasarkan Tabel 2, terdapat 28 artikel yang dianalisis dalam penelitian ini dengan berbagai temuan utama terkait implementasi STEM dalam pembelajaran matematika. Penelitian-penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa STEM tidak lagi dipandang hanya sebagai integrasi sains, teknologi, teknik, dan matematika, tetapi telah berkembang menjadi pendekatan multidisipliner yang berorientasi pada pemecahan masalah nyata, inovasi, kreativitas, dan kesiapan menghadapi era (Apedoe et al., 2026; Komekova et al., 2026; Liu et al., 2026; Yüksel, 2025). Dengan berkembangnya teknologi dan kebutuhan dunia kerja global, pendidikan STEM diprediksi akan tetap menjadi fokus utama penelitian pendidikan di masa depan.

Selain itu, beberapa artikel menyoroti pentingnya STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kolaborasi, kreativitas, dan literasi teknologi siswa (Weng et al., 2022; Zhang, 2026). Hal ini memperkuat bahwa eksplorasi pendidikan STEM masih memiliki urgensi tinggi baik secara akademik maupun praktis (Siostrom et al., 2026).

RQ2 : bagaimana alokasi investigasi penelitian saat ini yang terkait dengan pendidikan STEM?

Penelitian banyak membahas penggunaan AI, media digital, virtual laboratory, dan teknologi pembelajaran dalam STEM (Apedoe et al., 2026; Komekova et al., 2026; Liu et al., 2026). Banyak penelitian menggunakan pendekatan berbasis proyek dan pemecahan masalah sebagai strategi implementasi STEM (Fitriani et al., 2025; Kwon & Lee, 2025). Beberapa artikel membahas kesiapan guru, pelatihan guru STEM, dan persepsi calon guru terhadap implementasi

STEM, serta penelitian mulai mengarah pada penguatan literasi digital dan kemampuan berpikir komputasional siswa (Adesina & Obokoh, 2026; Bradbury et al., 2026; Devi & Manju P K, Josly Jose, Rajasekaran P, Sreedevi P S, 2026; Siostrom et al., 2026)

Tabel 3. Klasifikasi tema

Tema	Jumlah Artikel	Persentase
PjBL-STEM	8	28,57%
AI-STEM	5	17,86%
Computational Thinking	3	10,71%
Critical Thinking	4	14,28%

Berdasarkan tabel 3, analisis terhadap 28 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, ditemukan bahwa fokus penelitian STEM dalam pembelajaran matematika didominasi oleh implementasi *Project-Based Learning (PjBL)*, *Problem-Based Learning (PBL)*, dan pendekatan berbasis desain, dengan frekuensi sebanyak 8 artikel atau sekitar 28,57% dari total artikel yang dianalisis. Dominasi tema ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dan pemecahan masalah masih menjadi strategi utama dalam mengintegrasikan STEM ke dalam pembelajaran matematika karena dinilai efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, kreativitas, dan keterampilan pemecahan masalah siswa.

Tema penelitian kedua yang cukup menonjol adalah integrasi *Artificial Intelligence (AI)* dan teknologi digital dalam pendidikan STEM, yang ditemukan pada 5 artikel (17,86%). Meningkatnya jumlah penelitian pada tema ini menunjukkan adanya pergeseran fokus kajian STEM menuju pemanfaatan teknologi cerdas untuk mendukung proses pembelajaran yang lebih adaptif, personal, dan relevan dengan kebutuhan era digital. Tren ini terutama terlihat pada publikasi terbaru tahun 2025–2026 yang mulai mengeksplorasi kesiapan AI, literasi AI, serta penggunaan sistem pembelajaran berbasis kecerdasan buatan.

Selanjutnya, tema critical thinking ditemukan pada 4 artikel (14,28%), yang menunjukkan bahwa pengembangan kemampuan berpikir kritis masih menjadi salah satu tujuan utama implementasi STEM dalam pembelajaran matematika. Berbagai penelitian melaporkan bahwa aktivitas pembelajaran berbasis STEM mampu mendorong siswa untuk melakukan analisis, evaluasi, dan pengambilan keputusan secara lebih sistematis dalam menyelesaikan permasalahan kontekstual.

Sementara itu, tema computational thinking ditemukan pada 3 artikel (10,71%). Meskipun jumlahnya relatif lebih sedikit dibandingkan tema lainnya, hasil kajian menunjukkan bahwa computational thinking mulai memperoleh perhatian yang semakin besar seiring berkembangnya integrasi coding, pemodelan matematika, dan teknologi digital dalam pembelajaran STEM. Temuan ini mengindikasikan bahwa computational thinking berpotensi menjadi salah satu fokus utama penelitian STEM di masa depan karena memiliki keterkaitan erat dengan pengembangan keterampilan abad ke-21.

RQ3 : Apa implikasi teoritis dan praktis dari perspektif penelitian di masa depan?

Secara teoretis, hasil kajian ini menunjukkan bahwa pendidikan STEM dalam pembelajaran matematika telah mengalami perkembangan yang signifikan dari pendekatan integratif menuju pendekatan yang lebih transdisipliner. STEM tidak lagi dipahami sebagai sekadar penggabungan Science, Technology, Engineering, dan Mathematics, tetapi telah berkembang menjadi kerangka pembelajaran yang menghubungkan berbagai disiplin ilmu untuk memecahkan permasalahan dunia nyata secara holistik. Temuan (Nugraha et al., 2024) mengenai pengembangan model STEM-DTaM yang mendorong pemikiran interdisipliner, serta (Westen et

al., 2025) yang memperluas model integrasi STEM melalui lingkungan belajar yang terintegrasi, menunjukkan adanya pergeseran paradigma menuju pembelajaran yang lebih kompleks dan kontekstual. Selain itu, perkembangan teknologi digital telah mendorong munculnya integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam ekosistem STEM. Temuan (Zhang, 2026) dan (Liu et al., 2026) mengindikasikan bahwa AI tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu pembelajaran, tetapi juga berperan dalam meningkatkan keterlibatan, motivasi, dan kesiapan siswa menghadapi transformasi digital. Di sisi lain, hasil kajian juga memperlihatkan bahwa computational thinking semakin menjadi elemen fundamental dalam pendidikan STEM. Penelitian (Valovičová et al., 2020) menunjukkan bahwa aktivitas STEAM berbasis teknologi mampu meningkatkan kemampuan abstraksi dan otomatisasi sebagai komponen utama computational thinking. Oleh karena itu, hasil kajian ini memperkuat pandangan bahwa pengembangan teori STEM di masa depan perlu mempertimbangkan integrasi AI, computational thinking, dan pendekatan transdisipliner sebagai landasan konseptual baru dalam pembelajaran matematika abad ke-21.

Secara praktis, hasil kajian ini menunjukkan bahwa implementasi STEM dalam pembelajaran matematika memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, pemecahan masalah, kolaborasi, serta keterampilan abad ke-21 siswa (AlAli, 2024; Hebebcı & Usta, 2022; Kwon & Lee, 2025). Seiring dengan berkembangnya integrasi teknologi digital dan AI dalam pendidikan STEM, guru perlu memperoleh pelatihan profesional yang berfokus pada pengembangan kompetensi AI-STEM agar mampu merancang pembelajaran yang bermakna, inovatif, adaptif, dan relevan dengan kebutuhan siswa. Kebutuhan tersebut semakin penting mengingat masih terdapat kesenjangan kesiapan guru dan keterbatasan implementasi STEM di berbagai konteks pendidikan sebagaimana ditemukan oleh (Devi et al., 2026) dan (Sioström et al., 2026). Selain itu, hasil kajian juga mengindikasikan perlunya integrasi computational thinking secara sistematis dalam kurikulum matematika melalui aktivitas coding, pemodelan matematika, simulasi digital, dan pembelajaran berbasis proyek. Integrasi tersebut diharapkan dapat memperkuat kemampuan pemecahan masalah, literasi teknologi, dan kesiapan siswa menghadapi tantangan era digital. Dengan demikian, temuan penelitian ini memberikan dasar empiris bagi guru, pengembang kurikulum, dan pembuat kebijakan untuk mengembangkan pembelajaran matematika berbasis STEM yang lebih kontekstual, berorientasi teknologi, serta mampu mendukung pengembangan kompetensi siswa sesuai tuntutan abad ke-21.

SIMPULAN DAN SARAN

pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika masih menjadi topik penelitian yang relevan dan terus berkembang dalam dunia pendidikan. Berdasarkan hasil analisis artikel-artikel terindeks Scopus, penelitian terkait STEM dalam pembelajaran matematika mengalami perkembangan yang signifikan, khususnya pada integrasi teknologi digital, *project-based learning*, *problem-based learning*, *computational thinking*, dan pengembangan keterampilan abad ke-21.

Hasil kajian menunjukkan bahwa implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis, kreativitas, pemecahan masalah, kolaborasi, serta keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Selain itu, pendekatan STEM juga mampu menghubungkan konsep matematika dengan konteks kehidupan nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna dan kontekstual bagi siswa.

Distribusi penelitian STEM saat ini menunjukkan bahwa fokus penelitian tidak hanya terbatas pada integrasi sains dan teknologi, tetapi telah berkembang ke arah penggunaan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*), media digital, pemodelan matematika, dan

pembelajaran mendalam (*deep learning*). Namun demikian, hasil kajian juga menunjukkan bahwa masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian, terutama terkait konsistensi model integrasi STEM, implementasi STEM pada konteks pendidikan matematika yang lebih mendalam, serta pengembangan kerangka teoritis yang lebih komprehensif.

Secara teoritis, penelitian ini memperkuat bahwa STEM merupakan pendekatan multidisipliner yang dapat mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 dan pembelajaran matematika yang lebih inovatif. Secara praktis, hasil kajian ini memberikan implikasi bagi guru untuk mengembangkan pembelajaran matematika berbasis STEM yang lebih kontekstual, kreatif, dan berbasis teknologi, karena hasil SLR menunjukkan efektivitas pada aspek *computational thinking* dan AI, disarankan bagi pendidik matematika untuk mendesain perangkat pembelajaran berbasis pendekatan *Deeper Learning* yang melibatkan aktivitas *computational thinking* dan AI.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesina, O. S., & Obokoh, L. O. (2026). STEM education leadership and industry partnerships: Bridging the gap between educational institutions and industry. *STEM Education*, 6(2), 258–283. <https://doi.org/10.3934/steme.2026011>
- AlAli, R. (2024). Enhancing 21st Century Skills Through Integrated Stem Education Using Project-Oriented Problem-Based Learning. *Geojournal of Tourism and Geosites*, 53(2), 421–430. <https://doi.org/10.30892/gtg.53205-1217>
- Apedoe, X. S., Nielsen, K., Smith, R., Allen, J., Arriaga, S. P. S., & Kaelin, J. (2026). The Cellular Construction Workshop: an integrated STEM teacher–student co-learning experience. *Discover Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s44217-026-01197-3>
- Asyura, I., Pamungkas, A. S., Munawar, B., & Iswara, A. (2026). *Hy MAI: An ethno-STEM-based interactive website to improve high school students' reasoning skills*. 15(1), 221–240.
- Bradbury, O., Mallett, D., Pfeiffer, L., & Busch, G. (2026). STEM in the Park : Eliciting Young Children ' s Understandings Through Dialogue and Image. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 24(4), 1–27. <https://doi.org/10.1007/s10763-026-10655-1>
- Cottone, A. M., Bian, Z., Zhao, J., Yoon, S. A., Kaloustian, T., Li, H., & Wells, R. G. (2026). *Investigating Systems Complexity with the Venus Flytrap (Dionaea muscipula) Using Multiple Models : Introducing High School Students to Approaches in Mechanobiology*. 1–25.
- Devi, N., & Manju P K, Josly Jose, Rajasekaran P, Sreedevi P S, C.-Y. C. (2026). *Professional Development Training for STEM teachers – A comparison between India and Taiwan*. 22(3).
- Fitriani, R., Suwono, H., & Lukiati, B. (2025). *Enhancing preservice teachers ' collaborative problem solving through STEM project-based learning*. 14(3), 2278–2289. <https://doi.org/10.11591/ijere.v14i3.27725>
- Fitrianiyuningsih, N. B., Suarsana, I. M., & Pujawan, I. G. N. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Classwide Peer Tutoring Dalam Upaya Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematika Siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Undiksha*, 11(1), 30–37. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPM/article/view/24109>
- Han, Z., Chen, C., Chiu, T. K. F., Qiu, K., Yang, L., Wang, Z., & Chan, K. K. H. (2026). As an

- end or as a means to an end: positioning empathy in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-026-00594-2>
- Hebebcı, M. T., & Usta, E. (2022). The Effects of Integrated STEM Education Practices on Problem Solving Skills, Scientific Creativity, and Critical Thinking Dispositions. *Participatory Educational Research*, 9(6), 358–379. <https://doi.org/10.17275/per.22.143.9.6>
- Jackson, C., Mohr-Schroeder, M. J., Bush, S. B., Maiorca, C., Roberts, T., Yost, C., & Fowler, A. (2021). Equity-Oriented Conceptual Framework for K-12 STEM literacy. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00294-z>
- Komekova, S. S., Makhanbetova, A. A., Akhmetova, A. I., Yernazarova, G. S., Gelişli, Y., & Narseitova, F. F. (2026). Assessment of artificial intelligence literacy of preschool administrators in Kazakhstan. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 22(2). <https://doi.org/10.29333/ejmste/17832>
- Kwon, H., & Lee, Y. (2025). A meta-analysis of STEM project-based learning on creativity. *STEM Education*, 5(2), 275–290. <https://doi.org/10.3934/steme.2025014>
- Liu, S., Xu, M., & Xiang, X. (2026). AI readiness, STEM education, economic growth, and climate transition in China: a long-run systems analysis. *Scientific Reports*, 16(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-39949-8>
- Ndiung, S., Sariyasa, Jehadus, E., & Apsari, R. A. (2021). The effect of treffinger creative learning model with the use rme principles on creative thinking skill and mathematics learning outcome. *International Journal of Instruction*, 14(2), 873–888. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14249a>
- Nugraha, M. G., Kidman, G., & Tan, H. (2024). *Interdisciplinary STEM education foundational concepts : Implementation for knowledge creation*. 20(10).
- Ojeda, M. D., López-iñesta, E., Sousa, F. I. De, & Queiruga-dios, M. A. (2026). *Integrative STEM approach to enhance academic performance in physics among Spanish students*. 22(1), 1–13.
- putri widyantini, Wayan Puja Astawa, I. G. P. S. (2025). *International Journal of*. 3(2), 516–524.
- Sapitri, Ardana, dan G. (2022). Pengembangan Lkpd Berbasis Poblelem Based Learning Dengan Pendekatan Kontekstual Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(2), 829. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i2.4760>
- Siostrom, E., Strachan, A., Marshman, M., Scott, J. J., & McMaster, N. (2026). Australian teacher educators' perceptions of integrated STEM practices and barriers in primary initial teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 176(April), 105540. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2026.105540>
- Straser, O., Başı, M., Doorman, M., Weinberg, L., & Kapelari, S. (2026). *Fostering Critical Thinking in STEM Education*. 1–27.
- Sutarto, Prihatin, J., Hariyadi, S., & Wicaksono, I. (2021). Development of student worksheets based on STEM approach to improve students' critical thinking skills. *Journal of Physics:*

- Conference Series*, 2104(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2104/1/012009>
- Suweken, G. (2020). *STEM Oriented Mathematics Learning with GeoGebra*. 394(Icirad 2019), 258–263. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200115.042>
- Suweken, G. (2024). Modelling School Zone Border as Rich Modelling Problem for Secondary School Students. *Emerging Science Journal*, 8(5), 1991–2002. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2024-08-05-019>
- Suweken, G., Astawa, I. W. P., & Sukajaya, I. N. (2025). *Deeper learning dengan coding*. 10(1).
- Teresa, J., & Fields, D. L. (2023). Augmenting Upper and Early-Learning STEM Lessons Through Phenomenon-Based Learning Projects. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 23(18), 171–183. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v23i18.6630>
- Valovičová, L., Ondruška, J., Zelenický, L., Chytrý, V., & Medová, J. (2020). Enhancing computational thinking through interdisciplinary steam activities using tablets. *Mathematics*, 8(12), 1–15. <https://doi.org/10.3390/math8122128>
- Vega Vermehren, J. A., Dizdar, Z., & Pittich, D. (2026). Development and Validation of a Construct Map and Assessment Instrument for Abstraction in STEM. In *International Journal of Science and Mathematics Education* (Vol. 24, Issue 5). Springer Nature Singapore. <https://doi.org/10.1007/s10763-026-10663-1>
- Weng, X., Chiu, T. K. F., & Jong, M. S. Y. (2022). Applying Relatedness to Explain Learning Outcomes of STEM Maker Activities. *Frontiers in Psychology*, 12(January), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.800569>
- Westen, M., Svendsen, H., Larsen, D. M., & Svabo, C. (2025). *Expanding the STEM integration model introducing the learning environment*. 12(4), 1–19.
- Yoon, J., Ryu, J. H., Hong, O., Yoo, Y., Jung, B., Ziegler, H., & Hong, H. (2026). Fostering global STEM engagement: Evaluating the impact of a youth development program on students' affinity and aspirations. *STEM Education*, 6(2), 329–349. <https://doi.org/10.3934/steme.2026014>
- Yüksel, A. O. (2025). Design-Based STEM Activities in Teacher Education and Its Effect on Pre-service Science Teachers' Design Thinking Skills. *Journal of Science Education and Technology*, 34(4), 904–918. <https://doi.org/10.1007/s10956-025-10215-2>
- Zhang, H. (2026). *Validating emotion-driven multimodal AI for STEM vocational education : Evidence from student feedback*. 22(3).
- Zhong, B., Liu, X., & Li, X. (2024). Heliyon Effects of reverse engineering pedagogy on students ' learning performance in STEM education : The bridge-design project as an example. *Heliyon*, 10(2), e24278. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24278>