

## **Pemetaan Pendekatan Silo, Embedded, dan Integrated pada Pembelajaran STEM di Indonesia**

**Miranda Puja Rakhmandani<sup>1</sup>, Imam Sujarwo<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>UIN Maulana Malik Ibrahim, Indonesia

Email: [250108210006@student.uin-malang.ac.id](mailto:250108210006@student.uin-malang.ac.id)

*Corresponding Author:* Miranda Puja Rakhmandani

### **ABSTRACT**

Penelitian ini merupakan *Systematic Literature Review* (SLR) yang bertujuan untuk memetakan tingkat keterpaduan pendekatan pembelajaran STEM di Indonesia berdasarkan kategori silo, embedded, dan integrated. Penelitian ini juga menganalisis keterpaduan STEM pada komponen pembelajaran yang meliputi model pembelajaran, bahan ajar, LKPD, dan asesmen. Metode penelitian yang digunakan mengacu pada PRISMA 2020 melalui tahapan identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi artikel. Data dianalisis secara kualitatif dengan teknik analisis tematik terhadap 29 artikel terpilih yang diperoleh dari berbagai database ilmiah dalam rentang tahun 2016 hingga 2026. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEM di Indonesia didominasi oleh kategori embedded sebesar 72,41%, diikuti oleh integrated sebesar 24,14%, dan silo sebesar 3,45%. Pada analisis komponen pembelajaran, integrasi paling dominan terjadi pada model pembelajaran, sedangkan bahan ajar, media pembelajaran, dan asesmen masih menunjukkan tingkat integrasi yang rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa implementasi STEM di Indonesia masih berada pada tahap transisi menuju pembelajaran yang lebih terintegrasi secara menyeluruh.

Kata Kunci: STEM, pembelajaran, matematika, silo, embedded, integrated

### **ABSTRACT**

*This study is a Systematic Literature Review (SLR) that aims to map the level of integration of STEM learning approaches in Indonesia based on the categories of silo, embedded, and integrated. This study also analyzes the integration of STEM in learning components that include learning models, teaching materials, LKPD, and assessments. The research method used refers to PRISMA 2020 through the stages of identification, screening, eligibility, and inclusion of articles. Data were analyzed qualitatively using thematic analysis techniques on 29 selected articles obtained from various scientific databases in the period 2016 to 2026. The results show that the STEM approach in Indonesia is dominated by the embedded category at 72.41%, followed by integrated at 24.14%, and silo at 3.45%. In the analysis of learning components, the most dominant integration occurs in learning models, while teaching materials, learning media, and assessments still show a low level of integration. These findings indicate that STEM implementation in Indonesia is still in the transition stage towards a more comprehensively integrated learning.*

*Keywords: STEM, learning, mathematics, silo, embedded, integrated*

## PENDAHULUAN

Perkembangan pendidikan pada abad ke-21 menuntut peserta didik untuk memiliki kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta keterampilan dalam memecahkan permasalahan secara tepat (Putri et al., 2024). Salah satu pendekatan yang banyak digunakan adalah *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang bersifat interdisipliner karena menggabungkan empat bidang ilmu secara terpadu dalam satu proses pembelajaran. Bybee (2013) menjelaskan bahwa pembelajaran STEM tidak hanya berfokus pada penyampaian konsep sains dan matematika secara teoritis di kelas, tetapi juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengaplikasikan teknologi serta proses rekayasa dalam menghadapi permasalahan yang terjadi di kehidupan nyata (Bybee, 2013). Pendekatan ini memiliki peran penting dalam mempersiapkan generasi muda agar mampu beradaptasi dengan perkembangan global dan kebutuhan dunia kerja di masa depan. Keterpaduan keempat bidang tersebut diharapkan dapat menciptakan proses pembelajaran yang lebih bermakna, kontekstual, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

Penerapan STEM di dalam kelas nyatanya tidak selalu berjalan dalam satu bentuk yang seragam. Secara teoritis, Roberts & Cantu (2012) mengklasifikasikan pelaksanaan pendidikan STEM ke dalam tiga pendekatan utama, yaitu pendekatan *silo*, *embedded* (tertanam), dan *integrated* (terpadu). Pendekatan *silo* merupakan bentuk paling dasar di mana setiap mata pelajaran diajarkan secara terpisah oleh guru (Roberts & Cantu, 2012). Pada pendekatan ini, peserta didik harus mencari sendiri keterkaitan antar disiplin ilmu tanpa adanya panduan yang eksplisit (Zubaidah, 2016). Sementara itu, pendekatan *embedded* mengutamakan satu materi ilmu utama yang didukung oleh materi dari disiplin STEM lainnya (Roberts & Cantu, 2012). Misalnya, seorang guru mengajarkan materi biologi dengan menyisipkan sedikit elemen teknologi sebagai alat bantu pelengkap. Di sisi lain, pendekatan *integrated* secara utuh meleburkan batas-batas keempat disiplin ilmu menjadi satu kesatuan subjek yang padu (Roberts & Cantu, 2012). Pendekatan terpadu ini dianggap paling ideal karena mengharuskan peserta didik untuk menggabungkan berbagai ilmu untuk memecahkan suatu masalah secara langsung.

Tingkat keterpaduan pendekatan STEM di sekolah dapat diamati melalui berbagai komponen operasional pembelajaran yang dirancang oleh guru. Komponen pertama adalah model pembelajaran yang digunakan saat kegiatan tatap muka di dalam kelas. Model seperti Project Based Learning (PjBL) atau Problem Based Learning (PBL) berbasis STEM seringkali diandalkan untuk menciptakan pembelajaran yang interaktif (Dewi et al., 2025; Izzah, 2025). Selain model, rancangan modul ajar juga menjadi bukti fisik tentang bagaimana guru menstrukturkan materi STEM tersebut. Dalam proses pembelajaran juga memerlukan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD berbasis STEM dapat menunjukkan aktivitas langsung peserta didik, apakah mereka hanya menjawab soal teori atau benar-benar melakukan proses rekayasa pemecahan masalah (Arifanti et al., 2021; Hermawan et al., 2022; Permatasari, 2024). Terakhir, guru juga harus merancang asesmen atau instrumen penilaian untuk mengevaluasi hasil belajar peserta didik. Asesmen ini akan membuktikan apakah guru hanya menilai pengetahuan kognitif secara terpisah atau telah menilai keterampilan pemecahan masalah secara terpadu.

Di Indonesia, tren penelitian mengenai pembelajaran STEM mengalami peningkatan yang pesat dalam satu dekade terakhir. Banyak sekolah dan pendidik di Indonesia mengklaim telah mengimplementasikan pendidikan STEM di dalam kelas mereka. Klaim ini sering didukung oleh banyaknya publikasi artikel ilmiah yang

membahas efektivitas STEM terhadap hasil belajar peserta didik di berbagai jenjang pendidikan. Namun, realita implementasi STEM di lapangan menunjukkan kondisi yang cenderung bervariasi dan belum terpetakan dengan baik. Banyak guru masih terjebak pada pengajaran konvensional dan sekadar menyisipkan istilah teknologi tanpa adanya proses rekayasa sains yang benar. Hal ini berarti bahwa klaim implementasi STEM di Indonesia mungkin saja masih berada pada level *silo* atau sebatas *embedded*.

Beberapa kajian literatur terdahulu telah menelaah implementasi pendekatan STEM di Indonesia dari berbagai sudut pandang. Rahmawati & Juandi (2022) menemukan bahwa pendekatan STEM secara umum dapat diimplementasikan melalui bentuk *silo*, *embedded*, maupun *integrated* dengan dominasi model *Project Based Learning* (PjBL). Selanjutnya, tinjauan komparatif oleh Maesaroh et al. (2025) menunjukkan adanya perbedaan tren konten STEM di Indonesia dan Malaysia beserta ragam tantangan kompetensi guru di lapangan. Di bidang sains, Widiyatmoko & Darmawan (2023) melaporkan bahwa penerapan STEM paling banyak difokuskan pada jenjang SMA untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian Rahmadhani et al. (2023) juga membuktikan efektivitas STEM dalam meningkatkan kompetensi peserta didik melalui pengembangan instrumen pendukung seperti modul dan LKPD elektronik. Meskipun demikian, berbagai tinjauan sistematis tersebut mayoritas hanya berfokus pada evaluasi efektivitas pembelajaran, jenis model yang digunakan, atau pengembangan media semata. Sehingga belum terpetakan dengan jelas apakah perangkat pembelajaran guru di Indonesia (seperti modul ajar, LKPD, dan asesmen) masih bersifat *silo*, *embedded*, atau sudah mencapai tahap *integrated*.

Berdasarkan pemaparan tersebut, terdapat kesenjangan penelitian dalam literatur pendidikan STEM di Indonesia. Penelitian terdahulu belum melakukan penelitian komprehensif yang secara khusus memetakan sejauh mana tingkat keterpaduan STEM (apakah *silo*, *embedded*, atau *integrated*) diterapkan oleh guru melalui rancangan pembelajarannya termasuk dalam modul ajar, LKPD, dan asesmen. Kondisi inilah yang menjadi kebaruan utama dari penelitian tinjauan literatur sistematis ini. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan pendekatan pembelajaran STEM di Indonesia berdasarkan literatur yang ada. Hasil tinjauan ilmiah ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi strategis bagi perbaikan desain kurikulum dan program pelatihan guru STEM di Indonesia ke depannya.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, menganalisis, dan menyintesis artikel-artikel ilmiah yang berkaitan dengan pembelajaran STEM yang diterapkan termasuk didalamnya terdapat modul, LKPD, media, dan asesmen. Metode SLR dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memperoleh pemetaan komponen dari penerapan pembelajaran STEM. Prosedur pelaksanaan penelitian mengacu pada tahapan PRISMA, yaitu identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi artikel. PRISMA 2020 menyediakan panduan pelaporan *systematic review* melalui *checklist* dan *flow chart* untuk memperjelas proses pemilihan studi yang dimasukkan dalam kajian.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu: 1) menentukan fokus dan pertanyaan penelitian; 2) menentukan sumber data dan kata kunci pencarian; 3) melakukan pencarian artikel pada database yang relevan; 4) menyeleksi artikel berdasarkan judul dan abstrak; 5) membaca artikel secara penuh berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi; 6) melakukan ekstraksi data; 7) mengelompokkan komponen pengembangan pembelajaran STEM; dan 8) menyusun sintesis hasil dalam bentuk tabel dan model konseptual. Tahapan penelitian ini disajikan pada Gambar berikut.



Gambar 1. Alur Penelitian *Systematic Literature Review* Berdasarkan Tahapan PRISMA

Gambar 1 menunjukkan bahwa tahapan penelitian dilakukan secara bertahap mulai dari penentuan fokus kajian sampai penyusunan model sintesis. Tahap identifikasi dilakukan dengan mencari artikel melalui database yang telah ditentukan. Tahap penyaringan dilakukan dengan menyeleksi artikel berdasarkan judul, abstrak, dan kesesuaian topik. Tahap kelayakan dilakukan dengan membaca teks lengkap artikel untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Tahap akhir adalah inklusi, yaitu penetapan artikel yang dianalisis dalam penelitian.

Sumber data dalam penelitian ini berupa artikel ilmiah nasional dan internasional yang membahas mengenai pengembangan STEM dalam pembelajaran, baik dalam mengembangkan modul, LKPD, media, dan asesmen. Pencarian artikel dilakukan melalui aplikasi *Publish or Perish* (PoP), dengan pencarian pada sumber Google Scholar, Scopus, dan PubMed. Seluruh pencarian tersebut digunakan untuk membantu menelusuri artikel dari sumber akademik, khususnya artikel nasional yang relevan dengan topik penelitian. Namun, seluruh literatur akan digunakan adalah penelitian yang terfokus pada penelitian dalam negeri atau penelitian yang dilakukan di Indonesia selama tahun 2016-2026.

Tabel 1. Kata Kunci Pencarian

Bahasa	Kata Kunci Utama	Kata Kunci Pendekatan	Formulasi Pencarian
Indonesia	Pembelajaran STEM, Pendidikan STEM, Pendekatan STEM	Silo, <i>Embedded</i> , Tertanam, <i>Integrated</i> , Terintegrasi, Terpadu	("Pembelajaran STEM" OR "Pendidikan STEM" OR "Pendekatan STEM") AND ("Silo" OR "Embedded" OR "Tertanam" OR "Integrated" OR "Terintegrasi" OR "Terpadu") AND "Indonesia"

Inggris	STEM <i>learning</i> , STEM <i>education</i> , STEM <i>approach</i>	<i>Silo</i> , <i>Embedded</i> , <i>Integrated</i> , <i>Integration</i>	("STEM education" OR "STEM learning" OR "STEM approach") AND ("silo" OR "embedded" OR "integrated" OR "integration") AND ("Indonesia" OR "Indonesian")
---------	--	---	--

Seleksi artikel dalam penelitian ini mengacu pada kriteria inklusi dan eksklusi yang telah disusun. Kriteria inklusi menetapkan bahwa artikel harus dipublikasikan dalam rentang waktu tahun 2016 sampai 2026. Penelitian tersebut juga wajib mengambil latar tempat di Indonesia dan membahas implementasi pendekatan STEM secara nyata. Komponen STEM yang diteliti harus mencakup perangkat pembelajaran seperti model pembelajaran, modul ajar, LKPD, maupun instrumen asesmen. Sementara itu, kriteria eksklusi digunakan untuk menyaring artikel yang tidak memenuhi standar relevansi penelitian. Artikel yang terbit di luar rentang tahun target dan di luar wilayah Indonesia langsung dieliminasi dari daftar pencarian. Dokumen non-jurnal seperti tesis, skripsi, ulasan buku, dan artikel populer ilmiah juga tidak diikutsertakan dalam analisis ini. Penerapan kedua kriteria tersebut bertujuan untuk menjamin bahwa seluruh literatur yang terpilih benar-benar valid, berkualitas, dan relevan dengan tujuan pemetaan.

**Table 1.** Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Aspek Seleksi	Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
<b>Tahun Terbit</b>	Artikel dipublikasikan dalam rentang tahun 2016 sampai 2026.	Artikel dipublikasikan sebelum tahun 2016 atau setelah tahun 2026.
<b>Lokasi Penelitian</b>	Penelitian mengambil latar tempat atau wilayah di Indonesia.	Penelitian mengambil latar tempat di luar wilayah Indonesia.
<b>Fokus Pembahasan</b>	Artikel membahas implementasi pendekatan STEM secara nyata di kelas.	Artikel tidak membahas pendekatan STEM atau hanya membahas teori dasar saja.
<b>Komponen Pembelajaran</b>	Penelitian mengkaji model pembelajaran, modul ajar, LKPD, atau instrumen asesmen STEM.	Penelitian tidak memuat salah satu dari keempat komponen operasional pembelajaran tersebut.
<b>Jenis Dokumen</b>	Dokumen berupa artikel ilmiah yang diterbitkan dalam jurnal ( <i>peer-reviewed journal</i> ).	Dokumen non-jurnal seperti skripsi, tesis, disertasi, ulasan buku, dan artikel populer.

Data dianalisis menggunakan teknik analisis tematik secara kualitatif. Analisis dilakukan dengan cara mengidentifikasi karakteristik pendekatan STEM yang muncul dalam setiap artikel. Karakteristik tersebut kemudian dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu pendekatan *silo*, *embedded*, atau *integrated*. Proses analisis ini dilakukan melalui tiga tahapan terstruktur. Tahapan tersebut meliputi reduksi data, kategorisasi, dan sintesis data. Pada tahap reduksi data, peneliti mengeluarkan informasi yang tidak berkaitan langsung dengan fokus penelitian. Peneliti hanya mengambil data yang berkaitan dengan komponen dan pendekatan STEM. Pada tahap kategorisasi, data yang memiliki makna serupa dikelompokkan ke dalam jenis pendekatan STEM yang sesuai. Pada tahap sintesis, data yang telah dikategorikan disusun menjadi peta implementasi STEM di Indonesia.

Hasil analisis data kemudian digunakan untuk menyusun pemetaan tingkat keterpaduan pembelajaran STEM di Indonesia. Karakteristik yang ditemukan secara berulang dalam artikel dikelompokkan berdasarkan empat komponen operasional pembelajaran. Komponen tersebut terdiri atas model pembelajaran, modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan instrumen asesmen. Peneliti menganalisis

setiap komponen tersebut untuk melihat kecenderungan level integrasinya. Level integrasi diukur berdasarkan apakah komponen pembelajaran masih bersifat terpisah (*silo*), menempel (*embedded*), atau sudah menyatu (*integrated*). Pengelompokan ini menjadi dasar utama dalam penyusunan model sintesis profil pembelajaran STEM. Model profil implementasi tersebut akan disajikan secara komprehensif pada bagian hasil dan pembahasan artikel ini.

Keabsahan data dalam penelitian ini dijaga melalui beberapa langkah pengujian. Langkah pertama dilakukan melalui pengecekan ulang kesesuaian artikel dengan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan. Peneliti juga melakukan pembacaan mendalam secara berulang pada bagian metode dan hasil setiap artikel. Proses ini bertujuan untuk mencocokkan data implementasi komponen STEM yang ditemukan dengan fokus utama penelitian. Selain itu, sintesis dilakukan dengan membandingkan temuan dari berbagai artikel yang telah lolos seleksi. Perbandingan ini memastikan bahwa komponen dan karakteristik yang dihasilkan mencerminkan pola umum di Indonesia. Dengan demikian, hasil pemetaan tidak hanya didasarkan pada temuan dari satu artikel saja melainkan dari akumulasi data yang valid.

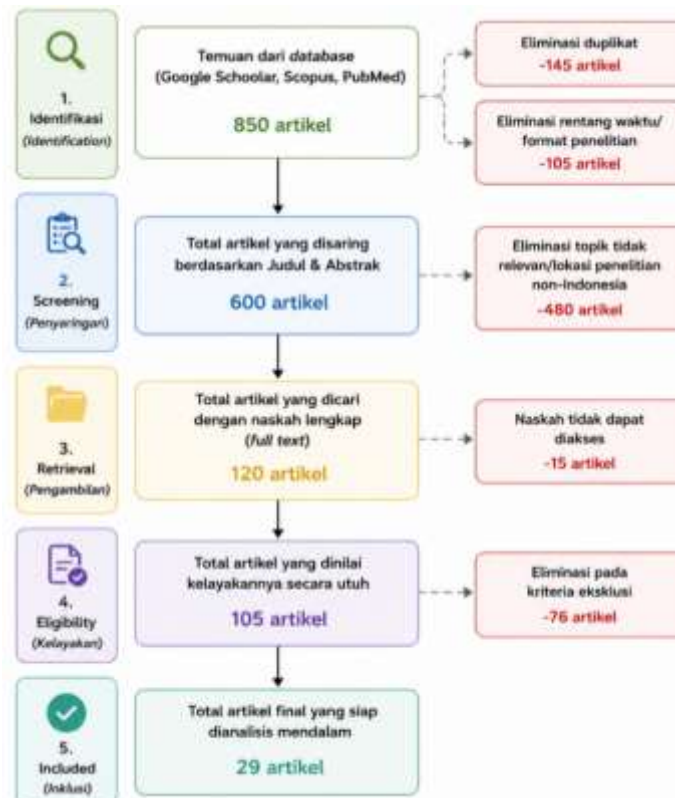
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pencarian literatur dilakukan melalui aplikasi *Publish or Perish*, dengan pencarian utama Google Scholar, Scopus, dan PubMed. Pada tahap identifikasi awal diperoleh pada pencarian (1) Google Scholar sebanyak 400 dokumen, (2) Scopus sebanyak 200 dokumen, (3) PubMed sebanyak 250 dokumen. Seluruh dokumen yang ditemukan termasuk dalam jenis buku, artikel, report, conference, dan skripsi. Sehingga, total dokumen yang ditemukan pada tahap awal secara keseluruhan adalah 850 dokumen. Peneliti kemudian melakukan pembersihan data awal dengan menghapus 145 artikel yang teridentifikasi sebagai duplikat dari ketiga database tersebut. Sebanyak 105 dokumen langsung dieliminasi secara otomatis karena diterbitkan di luar rentang waktu tahun 2016–2026. Proses penyaringan awal ini pada akhirnya menyisakan 600 artikel untuk dievaluasi pada tahapan berikutnya.

Tahap selanjutnya adalah penyaringan dokumen berdasarkan relevansi judul dan abstrak. Proses seleksi ini mengacu secara ketat pada kriteria inklusi dan eksklusi. Peneliti mengeluarkan 480 artikel pada tahap ini karena fokus kajian pada judul dan abstrak tidak sesuai dengan tujuan penelitian. Kebanyakan artikel yang dieksklusi tersebut tidak membahas pendekatan STEM secara spesifik atau lokasinya teridentifikasi kuat berada di luar wilayah Indonesia. Dari tahapan penyaringan tersebut, tersisa 120 artikel potensial yang dianggap cukup relevan dengan kriteria. Seluruh artikel tersebut kemudian dicari ketersediaan naskah lengkapnya (*full text*) untuk diunduh secara utuh. Namun, sebanyak 15 artikel terpaksa dieksklusi lebih awal karena naskah lengkapnya berstatus berbayar, tidak dapat diakses secara terbuka, atau tautannya rusak (*error*). Dengan demikian, terdapat 105 naskah artikel utuh yang siap masuk ke tahap penilaian kelayakan secara mendalam.

Peneliti melakukan penilaian kelayakan naskah lengkap dengan membaca bagian metode dan hasil pada setiap artikel secara cermat. Tahap ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap artikel memuat komponen operasional pembelajaran STEM yang sesuai dengan fokus penelitian. Sehingga, dapat dieliminasi sebanyak 76 artikel karena tidak memenuhi kriteria kelayakan. Sebanyak 18 artikel dikeluarkan karena penelitian berlatar di Malaysia dan Thailand, meskipun beberapa penulis memiliki afiliasi dari Indonesia. Sebanyak 32 artikel juga dikeluarkan karena hanya membahas STEM secara konseptual tanpa menunjukkan perangkat operasional pembelajaran di kelas. Selain itu, 14 dokumen tidak disertakan karena berbentuk prosiding seminar

atau skripsi dari repository universitas, sehingga tidak memenuhi kriteria artikel jurnal *peer-reviewed*. Sebanyak 12 artikel lainnya dieliminasi karena hanya mengklaim penggunaan STEM, tetapi tidak menunjukkan indikator silo, embedded, atau integrated secara jelas dan terukur. Seleksi ketat ini memastikan bahwa artikel yang dianalisis benar-benar relevan, berkualitas, dan sesuai dengan konteks pendidikan di Indonesia. Pada tahap akhir inklusi, peneliti memperoleh 29 artikel terpilih yang layak untuk diekstraksi datanya. Seluruh artikel tersebut digunakan sebagai dasar pemetaan tingkat keterpaduan pendekatan STEM dalam pembelajaran di Indonesia. Tahap ini juga dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 1. Tahap Seleksi Artikel

Berdasarkan proses seleksi literatur melalui tahapan PRISMA, diperoleh 29 artikel yang memenuhi kriteria dan digunakan dalam analisis penelitian ini. Selanjutnya, 29 artikel yang memenuhi kriteria inklusi akan dilakukan tahapan analisis artikel yang dipilih berdasarkan fokus bahasan dan juga pendekatan STEM dalam penelitian tersebut dipaparkan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Analisis Artikel

No	Peneliti, Tahun	Judul Penelitian	Temuan	Fokus Bahasan	Integrasi STEM
1	Ardianti et al. (2020)	The Impact of the Use of STEM Education Approach on the Blended Learning to Improve Student's Critical Thinking Skills	Blended learning dengan pendekatan STEM meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.	Model pembelajaran, yaitu blended learning berbasis STEM.	Embedded (Fisika)
2	Alam et al. (2025)	Implementasi Pembelajaran STEM Terintegrasi	STEM terintegrasi computational	Model pembelajaran, yaitu STEM	Integrated

		Computational Thinking untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Murid	thinking meningkatkan kemampuan pemecahan masalah murid.	terintegrasi computational thinking.	
3	Taqiyah et al. (2023)	Android-Assisted LKPD Development with a STEM Approach to Improve Critical Thinking Skills	LKPD berbantuan Android dengan pendekatan STEM layak dan mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.	LKPD dan media pembelajaran digital.	Embedded (Fisika)
4	Abdullah (2025)	Penerapan Pendekatan STEM dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas 5 SD	Pendekatan STEM meningkatkan keterampilan berpikir kritis, keterlibatan, dan motivasi belajar siswa.	Model pembelajaran berbasis STEM.	Embedded (IPA)
5	Fajarwati et al. (2025)	Inovasi Pembelajaran IPA dengan Pendekatan STEM pada Materi Pesawat Sederhana melalui Pembelajaran Berdiferensiasi	STEM yang dipadukan dengan pembelajaran berdiferensiasi meningkatkan hasil belajar, motivasi, dan keterlibatan siswa.	Model pembelajaran, yaitu STEM dengan pembelajaran berdiferensiasi.	Embedded (IPA)
6	Lestari et al. (2018)	Implementasi LKS dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	LKS berbasis STEM meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada kategori sedang.	LKS/LKPD berbasis STEM.	Embedded (Fisika)
7	Putri et al. (2025)	Peningkatan Kemampuan Representasi Matematis Siswa melalui Pembelajaran dengan Pendekatan STEM	Pembelajaran STEM meningkatkan kemampuan representasi matematis siswa.	Model pembelajaran berbasis STEM.	Embedded (Matematika)
8	Nurhidayati et al. (2023)	Pengaruh Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) dengan Pendekatan STEM terhadap Keterampilan Argumentasi pada Materi Cahaya dan Alat Optik	Model dengan pendekatan STEM berpengaruh terhadap keterampilan argumentasi tertulis siswa.	Model pembelajaran, yaitu ADI dengan pendekatan STEM.	Silo (Fisika)

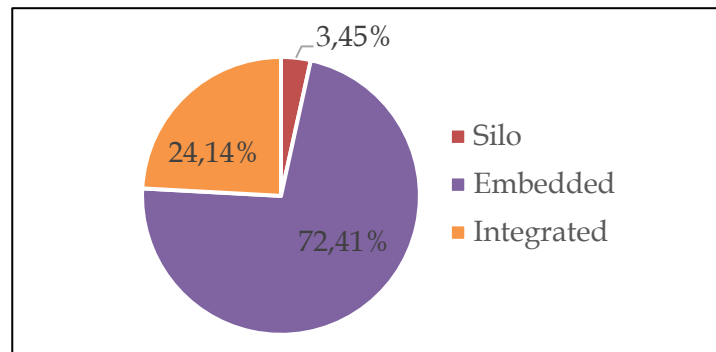
9	Wibowo (2018)	Peningkatan Keterampilan Ilmiah Peserta Didik dalam Pembelajaran Fisika melalui Penerapan Pendekatan STEM dan E-Learning	STEM dan e-learning meningkatkan keterampilan ilmiah siswa dalam pembelajaran fisika.	Model pembelajaran dan media e-learning.	Embedded (Fisika)
10	Sukmana (2018)	Implementasi Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar	Pendekatan STEM berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa SD.	Model pembelajaran berbasis STEM.	Integrated
11	Saputra et al. (2025)	Media Pembelajaran STEM Berbasis Augmented Reality dengan Boardbook pada Materi IPAS	Media STEM berbasis AR dengan boardbook layak dan efektif digunakan dalam pembelajaran IPAS.	Media pembelajaran berbasis AR dan boardbook.	Embedded (IPAS)
12	Wahono et al. (2021)	Teaching Socio-Scientific Issues through Integrated STEM Education: An Effective Practical Averment from Indonesian Science Lessons	STEM-SSI melalui STEM-6E meningkatkan pemahaman, performa, dan kesadaran belajar siswa.	Model pembelajaran, yaitu STEM-6E berbasis isu sosiosaintifik.	Integrated
13	Komalasari et al. (2024)	Implementation of STEM Learning with a Scientific Approach to Improving Critical, Creative Thinking, and Learning Outcomes	STEM dengan pendekatan saintifik berpengaruh terhadap berpikir kritis, berpikir kreatif, dan hasil belajar.	Model pembelajaran, yaitu STEM dengan pendekatan saintifik.	Embedded (Mata Kuliah First Aid)
14	Afriana et al. (2016)	Project Based Learning Integrated to STEM to Enhance Elementary School's Students Scientific Literacy	PjBL terintegrasi STEM meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar.	Model pembelajaran, yaitu PjBL terintegrasi STEM.	Integrated
15	Hanif et al. (2019)	Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning	STEM-PjBL mampu mengembangkan kreativitas siswa dalam pembelajaran sains.	Model pembelajaran, yaitu STEM Project-Based Learning.	Integrated
16	Sumarni & Kadarwati (2020)	Ethno-STEM Project-Based Learning: Its Impact to Critical and Creative Thinking Skills	Ethno-STEM berbasis proyek meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa.	Model pembelajaran, yaitu Ethno-STEM Project-Based Learning.	Integrated

17	Ariyatun & Octavianelis (2020)	Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	PBL terintegrasi STEM berpengaruh signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.	Model pembelajaran, yaitu PBL terintegrasi STEM.	Embedded (Kimia)
18	Purwaningsih et al. (2020)	The Effect of STEM-PjBL and Discovery Learning on Improving Students' Problem-Solving Skills of the Impulse and Momentum Topic	STEM-PjBL meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi impuls dan momentum.	Model pembelajaran, yaitu STEM-PjBL.	Embedded (Fisika)
19	Alatas & Yakin (2021)	The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Students' Problem Solving Skill	Pembelajaran STEM meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa pada materi usaha dan energi.	Model pembelajaran berbasis STEM.	Embedded (Fisika)
20	Saefullah et al. (2021)	Implementation of PjBL-STEM to Improve Students' Creative Thinking Skills on Static Fluid Topic	PjBL-STEM meningkatkan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi fluida statis.	Model pembelajaran, yaitu PjBL-STEM.	Embedded (Fisika)
21	Fadlina et al. (2021)	Penerapan Model Discovery Learning Berbasis STEM pada Materi Sistem Gerak untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis	Discovery learning berbasis STEM meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.	Model pembelajaran, yaitu discovery learning berbasis STEM.	Embedded (Biologi)
22	Pahrudin et al. (2021)	The Effectiveness of Science, Technology, Engineering, and Mathematics-Inquiry Learning for 15-16 Years Old Students Based on K-13 Indonesian Curriculum: The Impact on the Critical Thinking Skills	STEM-inquiry efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa.	Model pembelajaran, yaitu STEM-inquiry learning.	Embedded (IPA)
23	Hakim et al. (2023)	Improving Climate Literacy of High School Students through Physics Teaching Materials Based on STEM	Bahan ajar fisika berbasis STEM meningkatkan literasi iklim siswa SMA.	Bahan ajar fisika berbasis STEM.	Embedded (Fisika)
24	Astuti et al. (2023)	Implementasi Pendekatan Science, Technology,	Pendekatan STEM meningkatkan	Model pembelajaran	Embedded (IPA)

		Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Kreativitas Siswa	literasi sains dan kreativitas siswa.	berbasis STEM.	
25	Herlita et al. (2023)	The Effect of the PjBL-STEM Model on Students' Critical Thinking Ability in Science Learning	PjBL-STEM lebih efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dibandingkan PjBL biasa.	Model pembelajaran, yaitu PjBL-STEM.	Embedded (IPA)
26	Kurniahtunnisa et al. (2023)	STEM-PjBL Learning: The Impacts on Students' Critical Thinking, Creative Thinking, Communication, and Collaboration Skills	STEM-PjBL berdampak positif terhadap keterampilan 4C siswa.	Model pembelajaran, yaitu STEM-PjBL.	Embedded (Biologi)
27	Roslina et al. (2024)	Project Based Learning with STEM Approach to Alternative Energy Material as Effective Learning to Improve Problem Solving Skills	PjBL dengan pendekatan STEM meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa.	Model pembelajaran, yaitu PjBL dengan pendekatan STEM.	Embedded (Fisika)
28	izky & Saptono (2024)	How Can STEM Approaches Improve Students' Critical Thinking Skills and Communication Skills?	Pendekatan STEM meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan komunikasi siswa.	Model pembelajaran berbasis STEM.	Embedded (Matematika)
29	Atmojo et al. (2025)	Bridging STEM and Culture: The Role of Ethnoscience in Developing Critical Thinking and Cultural Literacy	STEM berbasis etnosains meningkatkan berpikir kritis dan literasi budaya siswa.	Model pembelajaran, yaitu STEM berbasis etnosains.	Integrated

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa pendekatan pembelajaran STEM di Indonesia masih didominasi oleh kategori embedded. Hal ini terlihat dari banyaknya penelitian yang mengintegrasikan STEM hanya sebagai pendukung dalam model pembelajaran tertentu seperti PBL, PjBL, atau discovery learning. Sementara itu, kategori integrated hanya muncul pada beberapa penelitian yang benar benar menggabungkan keempat komponen STEM secara utuh dalam satu kesatuan pembelajaran. Adapun kategori silo masih ditemukan pada beberapa studi yang

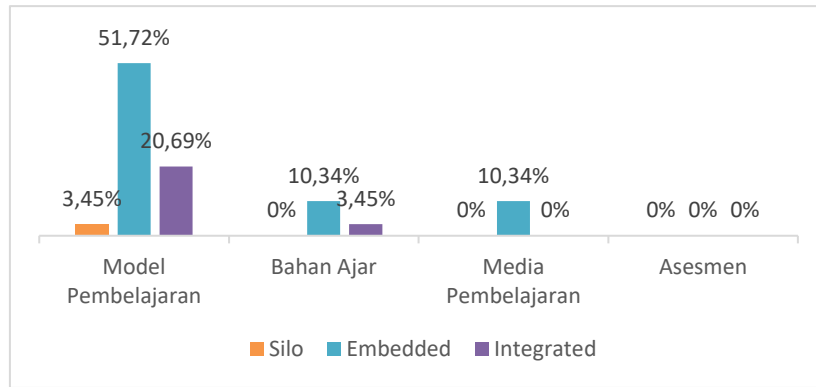
cenderung memisahkan disiplin ilmu tanpa integrasi yang jelas. Pemetaan ini dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 3 berikut.



**Gambar 2.** Pemetaan Pendekatan STEM pada Artikel

Berdasarkan hasil pemetaan pada Gambar 3, dapat diketahui bahwa pendekatan pembelajaran STEM di Indonesia masih didominasi oleh kategori embedded dengan persentase sebesar 72,41%. Dominasi ini menunjukkan bahwa sebagian besar penelitian belum menjadikan STEM sebagai pendekatan utama dalam pembelajaran. Pada kategori ini, integrasi STEM masih terbatas pada penguatan proses pembelajaran tertentu tanpa menyatukan seluruh komponen STEM secara utuh. Sementara itu, kategori integrated berada pada urutan kedua dengan persentase sebesar 24,14%. Hal ini menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil penelitian yang telah menggabungkan keempat komponen STEM secara menyeluruh dalam satu desain pembelajaran. Adapun kategori silo memiliki persentase paling rendah yaitu 3,45%, yang menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang benar benar memisahkan disiplin ilmu sudah sangat jarang ditemukan. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa implementasi STEM di Indonesia masih berada pada tahap perkembangan menuju pembelajaran yang lebih terpadu dan belum sepenuhnya mencapai integrasi penuh.

Selanjutnya, jika dianalisis berdasarkan komponen pembelajaran seperti model pembelajaran, media, LKPD, dan asesmen, terlihat bahwa masing masing komponen memiliki tingkat integrasi yang berbeda. Pada aspek model pembelajaran, dominasi terlihat pada pendekatan embedded melalui penerapan PBL dan PjBL berbasis STEM. Pada aspek media dan LKPD, STEM lebih sering digunakan sebagai penguat materi yang membantu peserta didik memahami konsep, namun belum sepenuhnya terintegrasi dalam desain pembelajaran secara menyeluruh. Sementara itu, pada aspek asesmen, masih sangat terbatas penelitian yang menunjukkan adanya penilaian berbasis STEM yang benar benar terintegrasi. Sebagian besar asesmen masih berfokus pada aspek kognitif dan belum banyak mengukur keterampilan pemecahan masalah secara holistik. Secara spesifik, hal ini dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Pemetaan Pendekatan STEM pada Setiap Komponen Pembelajaran

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 4, komponen model pembelajaran kategori embedded mendominasi dengan persentase 51,72%, diikuti oleh kategori integrated sebesar 20,69%, dan kategori silo sebesar 3,45%. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan STEM pada model pembelajaran masih lebih banyak berperan sebagai pendekatan pendukung dalam strategi seperti PBL dan PjBL, meskipun sudah mulai muncul bentuk integrasi yang lebih utuh. Pada komponen bahan ajar, kategori embedded hanya sebesar 10,34% dan kategori integrated sebesar 3,45%, sementara kategori silo tidak ditemukan, yang menunjukkan bahwa pengembangan bahan ajar berbasis STEM masih terbatas. Pola yang sama juga terlihat pada komponen media pembelajaran, di mana kategori embedded sebesar 10,34% dan tidak terdapat kategori silo maupun integrated, sehingga menunjukkan bahwa media berbasis STEM masih belum berkembang secara optimal. Adapun pada komponen asesmen, seluruh kategori berada pada angka 0%, yang mengindikasikan bahwa penelitian terkait penilaian berbasis STEM belum banyak dilakukan. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa integrasi STEM paling dominan terjadi pada model pembelajaran, sedangkan pada bahan ajar, media, dan terutama asesmen masih sangat terbatas sehingga implementasi STEM belum merata pada seluruh perangkat pembelajaran.

Implementasi pendekatan STEM di Indonesia masih menunjukkan kecenderungan yang belum sepenuhnya terintegrasi secara utuh pada seluruh komponen pembelajaran. Kondisi ini menunjukkan bahwa STEM masih berada diposisi sebagai pendekatan pendukung dalam pembelajaran daripada sebagai kerangka utama yang menghubungkan seluruh komponen secara sistematis. Temuan ini sejalan dengan penelitian Martín-Páez et al. (2019) yang menjelaskan bahwa implementasi STEM di berbagai konteks pendidikan masih menunjukkan variasi tingkat integrasi, dan sebagian besar praktik pembelajaran berada pada level *partial integration* dibandingkan integrasi penuh antar disiplin (Martín-Páez et al., 2019). Selain itu, Kelley & Knowles (2016) menegaskan bahwa pembelajaran STEM yang ideal menuntut keterpaduan antara tujuan, aktivitas, dan asesmen pembelajaran, sehingga tidak hanya berhenti pada penggunaan model pembelajaran berbasis proyek atau masalah saja (Kelley & Knowles, 2016). Hal ini juga diperkuat oleh English (2016) yang menyatakan bahwa tantangan utama implementasi STEM adalah memastikan keterhubungan yang konsisten antara konten, proses, dan penilaian agar pembelajaran benar benar bersifat integratif (English, 2016).

Hasil sintesis dari kedua analisis tersebut menunjukkan bahwa implementasi STEM di Indonesia cenderung berkembang secara bertahap dari silo menuju embedded, dan sebagian kecil menuju integrated. Perkembangan ini menunjukkan

adanya upaya positif dari peneliti dan pendidik dalam mengadaptasi pendekatan STEM dalam pembelajaran. Namun demikian, integrasi yang masih dominan pada level embedded menunjukkan bahwa pembelajaran STEM belum sepenuhnya menjadi pendekatan yang utuh dalam pembelajaran di kelas. Hal ini mengindikasikan perlunya penguatan desain pembelajaran yang lebih konsisten agar seluruh komponen pembelajaran dapat saling terhubung secara sistematis. Dengan demikian, implementasi STEM tidak hanya berhenti pada penggunaan istilah, tetapi benar benar tercermin dalam struktur pembelajaran. Model sintesis ditunjukkan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 3. Model Sintesis

Berdasarkan Gambar 5, model sintesis yang dihasilkan menunjukkan bahwa tingkat integrasi STEM tidak hanya dapat dipahami sebagai perbedaan kategori silo, embedded, dan integrated, tetapi juga dapat dijelaskan melalui keterhubungan antar komponen pembelajaran yang meliputi model pembelajaran, bahan ajar, LKPD, dan asesmen. Model ini memperlihatkan bahwa integrasi STEM yang ideal tercermin ketika seluruh komponen tersebut saling mendukung dalam satu kesatuan desain pembelajaran yang utuh seperti pada level integrated. Pada level embedded, terlihat bahwa integrasi masih terbatas pada penggunaan STEM dalam model pembelajaran tertentu tanpa diikuti penguatan pada bahan ajar, LKPD, dan asesmen secara konsisten. Sementara itu, pada level integrated, seluruh komponen sudah menunjukkan keterpaduan yang lebih sistematis melalui aktivitas berbasis investigasi, pemecahan masalah, dan penilaian autentik. Hasil ini sejalan dengan Thibaut et al. (2018) dan menjelaskan bahwa kualitas integrasi STEM sangat ditentukan oleh sejauh mana keterkaitan antar komponen pembelajaran dapat dibangun secara konsisten dalam praktik kelas, bukan hanya pada level konsep atau model semata (Thibaut et al., 2018). Sejalan dengan itu, Martín-Páez et al. (2019) juga menemukan bahwa implementasi STEM yang efektif memerlukan desain pembelajaran yang mampu menghubungkan konten, proses, dan evaluasi secara terpadu sehingga mendukung

pengembangan keterampilan abad ke 21 secara lebih optimal (Martín-Páez et al., 2019).

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa implementasi pendekatan STEM di Indonesia masih didominasi oleh level embedded, baik pada analisis pendekatan secara umum maupun pada setiap komponen pembelajaran yang meliputi model pembelajaran, bahan ajar, LKPD, dan asesmen. Temuan ini menunjukkan bahwa STEM lebih banyak digunakan sebagai pendekatan pendukung dalam model pembelajaran seperti PBL dan PjBL tanpa diikuti keterpaduan yang konsisten pada seluruh perangkat pembelajaran, sehingga integrasi yang terbentuk masih bersifat parsial. Sementara itu, kategori integrated sudah mulai muncul meskipun dalam jumlah yang terbatas, sedangkan kategori silo berada pada proporsi yang sangat kecil yang menandakan bahwa pemisahan disiplin ilmu sudah mulai ditinggalkan dalam praktik pembelajaran. Kondisi ini mengindikasikan bahwa implementasi STEM di Indonesia masih berada pada tahap transisi menuju pembelajaran yang lebih terpadu dan sistematis. Implikasi dari temuan ini menunjukkan perlunya penguatan desain pembelajaran yang tidak hanya berfokus pada model, tetapi juga pada keselarasan bahan ajar, LKPD, dan asesmen agar integrasi STEM dapat tercapai secara utuh, serta penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah artikel yang dianalisis dan subjektivitas dalam proses kategorisasi sehingga diperlukan kajian lanjutan dengan cakupan data yang lebih luas dan instrumen analisis yang lebih terstandar.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. S. (2025). Penerapan Pendekatan STEM dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas 5 SD. *SINERGI : Jurnal Riset Ilmiah*, 2(4), 2014–2022.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Project based learning integrated to stem to enhance elementary school's students scientific literacy. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(2). <https://doi.org/10.15294/jpii.v5i2.5493>
- Alam, S. R., Siswanto, D. H., & Aprilia, D. (2025). Implementasi pembelajaran STEM terintegrasi computational thinking untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah murid. *Papanda Journal of Mathematics and Science Research*, 4(1), 38–48. <https://doi.org/10.56916/pjmsr.v4i1.1130>
- Alatas, F., & Yakin, N. A. (2021). The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Students' Problem Solving Skill. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1). <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i1.1829>
- Ardianti, S., Sulisworo, D., Pramudya, Y., & Raharjo, W. (2020). The impact of the use of STEM education approach on the blended learning to improve student's critical thinking skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3 B). <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081503>
- Arifanti, D. R., Thalbah, S. Z., Mafidapuspada, M., & Muzaini, M. (2021). PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK BERBASIS STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KREATIVITAS MATEMATIKA. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4). <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.4258>
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*, 2(1). <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.1.5434>

- Astuti, W., Sulastri, S., Syukri, M., & Halim, A. (2023). Implementasi Pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Kreativitas Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(1). <https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i1.26646>
- Atmojo, S. E., Anggriani, M. D., Rahmawati, R. D., Skotnicka, M., Wardana, A. K., & Anindya, A. P. (2025). BRIDGING STEM AND CULTURE: THE ROLE OF ETHNOSCIENCE IN DEVELOPING CRITICAL THINKING AND CULTURAL LITERACY. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 14(2). <https://doi.org/10.15294/jpii.v14i2.23505>
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education : Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association.
- Dewi, A. C., Reffiane, F., & Suyitno. (2025). Analisis Model PBL Terintegrasi STEM Mata Pelajaran IPAS pada Kemampuan Berfikir Siswa. *JlIP (Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan)*, 8(5).
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 3, Number 1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Fadlina, F., Artika, W., Khairil, K., Nurmaliah, C., & Abdullah, A. (2021). Penerapan Model Discovery Learning Berbasis STEM pada Materi Sistem Gerak Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1). <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18591>
- Fajarwati, L., Nuryantini, A. Y., & Windayani, N. (2025). INOVASI PEMBELAJARAN IPA DENGAN PENDEKATAN STEM PADA MATERI PESAWAT SEDERHANA MELALUI PEMBELAJARAN BERDIFERENSIASI. *Jurnal Pendidikan IPA*, 15(1).
- Hakim, A., Efwinda, S., Damayanti, P., Syam, M., Mutmainah, O., & Norsaputra, A. (2023). IMPROVING CLIMATE LITERACY OF HIGH SCHOOL STUDENTS THROUGH PHYSICS TEACHING MATERIALS BASED ON STEM. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(4). <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i4.43188>
- Hanif, S., Wijaya, A. F. C., & Winarno, N. (2019). Enhancing Students' Creativity through STEM Project-Based Learning. *Journal of Science Learning*, 2(2). <https://doi.org/10.17509/jsl.v2i2.13271>
- Herlita, F., Yamtinah, S., & Wati, I. K. (2023). The Effect of the PjBL-STEM Model on Students' Critical Thinking Ability in Science Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2). <https://doi.org/10.21831/jipi.v9i2.57963>
- Hermawan, A. E., Leksono, I. P., & Rusmawati, R. D. (2022). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Digital Matematika Berbasis STEM dengan Edmodo. *Didaktis: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Pengetahuan*, 22(3). <https://doi.org/10.30651/didaktis.v22i3.13733>
- Izzah, M. (2025). A LITERATURE REVIEW: PENGARUH PROJECT BASED LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF PESERTA DIDIK DI SMA/MA. *Al-Alam: Islamic Natural Science Education Journal*, 4(2). <https://doi.org/10.33477/al-alam.v4i2.11313>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. In *International Journal of STEM Education* (Vol. 3, Number 1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Komalasari, Y., Nugraha, M. E., Danim, S., & Razak, A. Z. A. (2024). IMPLEMENTATION OF STEM LEARNING WITH A SCIENTIFIC APPROACH TO IMPROVING CRITICAL, CREATIVE THINKING, AND LEARNING

- OUTCOMES. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 13(2). <https://doi.org/10.15294/nkwfa914>
- Kurniahtunnisa, K., Anggraito, Y. U., Ridlo, S., & Harahap, F. (2023). STEM-PjBL Learning: The Impacts on Students' Critical Thinking, Creative Thinking, Communication, and Collaboration Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(7). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.2985>
- Lestari, D. A. B., Astuti, B., & Darsono, T. (2018). Implementasi LKS Dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 4(2). <https://doi.org/10.29303/jpft.v4i2.809>
- Maesaroh, S., Andriani, P., & Astuti, A. M. (2025). Studi *Systematic Literature Review* (SLR): Pembelajaran Matematika Berbasis STEM pada Sekolah Menengah di Indonesia dan Malaysia Tahun 2020-2024. *Jurnal Riset Dan Inovasi Pembelajaran*, 4(3), 2293–2308. <https://doi.org/10.51574/jrip.v4i3.2602>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. In *Science Education* (Vol. 103, Number 4). <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Nurhidayati, E., Masykuri, M., & Fakhruddin, I. A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) dengan Pendekatan Stem terhadap Keterampilan Argumentasi pada Materi Cahaya dan Alat Optik. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 12(3). <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v12i3.79317>
- Pahrudin, A., Misbah, Alisia, G., Saregar, A., Asyhari, A., Anugrah, A., & Susilowati, N. E. (2021). The effectiveness of science, technology, engineering, and mathematics-inquiry learning for 15-16 years old students based on K-13 Indonesian curriculum: The impact on the critical thinking skills. *European Journal of Educational Research*, 10(2). <https://doi.org/10.12973/eu-er.10.2.681>
- Permatasari, M. Ri. (2024). Pengembangan lembar kerja peserta didik matematika berbasis STEM (science, technology, engineering, mathematics) di kelas VI sd/mi. *UIN Raden Intan*.
- Purwaningsih, E., Sari, S. P., Sari, A. M., & Suryadi, A. (2020). The effect of stem-pjbl and discovery learning on improving students' problem-solving skills of the impulse and momentum topic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(4). <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i4.26432>
- Putri, A. D., Noer, S. H., & Triana, M. (2025). PENINGKATAN KEMAMPUAN REPRESENTASI MATEMATIS SISWA MELALUI PEMBELAJARAN DENGAN PENDEKATAN STEM. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 10(1).
- Putri, G. S. D. S., Rahmah, I. A., Janah, V. R., Suriansyah, A., & Cinantya, C. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Motivasi dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 2(4). <https://doi.org/10.60126/maras.v2i4.544>
- Rahmadhani, C., Pujiastuti, H., & Fathurrohman, M. (2023). Pendekatan STEM dalam Pembelajaran Matematika: Study Literature Review. *JlIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(1), 549–557. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i1.1280>
- Rahmawati, L., & Juandi, D. (2022). Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan Stem: *Systematic Literature Review*. *Teorema: Teori Dan Riset Matematika*, 7(1), 149–160. <https://doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6914>

- Rizky, G. A., & Saptono, B. (2024). How Can STEM Approaches Improve Students' Critical Thinking Skills and Communication Skills? *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran*, 10(4). <https://doi.org/10.33394/jk.v10i4.12596>
- Roberts, A., & Cantu, D. (2012). Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum. *Technology Education in the 21st Century*, 73, 111–118.
- Roslina, R., Liliawati, W., & Hasanah, L. (2024). PROJECT BASED LEARNING WITH STEM APPROACH TO ALTERNATIVE ENERGY MATERIAL AS EFFECTIVE LEARNING TO IMPROVE PROBLEM SOLVING SKILLS. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 13(2). <https://doi.org/10.21580/phen.2023.13.2.16609>
- Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., Rostikawati, D. A., & Zidny, R. (2021). Implementation of PjBL-STEM to Improve Students' Creative Thinking Skills On Static Fluid Topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2). <https://doi.org/10.26737/jipf.v6i2.1805>
- Saputra, B. B., Suhartini, E., Mustamiroh, M., & Muhlis, M. (2025). Media Pembelajaran STEM Berbasis Augmented Reality dengan Boardbook pada Materi IPAS. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan Sains*, 13(Special\_issue). [https://doi.org/10.21831/jpms.v13ispecial\\_issue.89716](https://doi.org/10.21831/jpms.v13ispecial_issue.89716)
- Sukmana, R. W. (2018). Implementasi Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Primaria Educationem Journal* |, 1(2).
- Sumarni, W., & Kadarwati, S. (2020). Ethno-stem project-based learning: Its impact to critical and creative thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(1). <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21754>
- Taqiyyah, S. A., Subali, B., Linuwih, S., Ellianawati, Siswanto, & Yusof, M. M. bin M. (2023). Android-Assisted LKPD Development with a STEM Approach to Improve Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12).
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Wahono, B., Chang, C. Y., & Khuyen, N. G. U. Y. E. N. T. T. (2021). Teaching socio-scientific issues through integrated STEM education: an effective practical averment from Indonesian science lessons. *International Journal of Science Education*, 43(16). <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1983226>
- Wibowo, I. G. A. W. (2018). Peningkatan Keterampilan Ilmiah Peserta Didik dalam Pembelajaran Fisika Melalui Penerapan Pendekatan STEM dan E-Learning. *Journal of Education Action Research*, 2(4). <https://doi.org/10.23887/jear.v2i4.16321>
- Widiyatmoko, A., & Darmawan, M. S. (2023). Implementasi STEM Pada Pembelajaran IPA Di Indonesia: Review Artikel Tahun 2018-2023. *Seminar Nasional IPA XIII*, 391–400.
- Zubaidah, S. (2016). Keterampilan abad ke-21: Keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. In *Seminar Nasional Pendidikan (Vol. 2, No. 2, pp. 1-17)*. *Seminar Nasional Pendidikan Dengan Tema "Isu-Isu Strategis Pembelajaran MIPA Abad 21*, 2(2).