Madrasah : Jurnal Pendidikan Madrasah
E-ISSN : 3063-7937
Vol. 3 No. 2 July - December 2026
https://globalpustakailmiah.com/index.php/madrasah
DOI : 10.61590/mad.v3i2.295

A Systematic Review of Stem Approaches in Science Education And Their Impact on Critical Thinking Skills Among Elementary School Students

Kajian Sistematis Pembelajaran Stem dalam Pembelajaran IPA dan Dampaknya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar

Ahmad Al Hafidz Ibnu Ruhanis[1], Naja Aliya Ruhanis[2]
[1] Pascasarjana UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung
[2] Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur
afidzafidz85@gmail.com[1], 24043010109@student.upnjatim.ac.id[2]

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak, integrasi model, media dan produk pembelajaran berbasis STEM dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar melalui kajian literatur sistematis. Penelitian menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) dengan mengacu pada tahapan PRISMA. Data diperoleh dari artikel yang terindeks Google Scholar dan DOAJ pada rentang tahun 2021–2026. Dari 347 artikel yang ditemukan, sebanyak 5 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara mendalam. Hasil kajian menunjukkan bahwa: (1) pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa secara signifikan, yang ditunjukkan oleh peningkatan nilai berpikir kritis dari 68,33 menjadi 82,67 dan dari 38 menjadi 79,5 pada beberapa penelitian; (2) ksseberhasilan implementasi STEM didukung oleh integrasi model Project-Based Learning (PjBL), Problem-Based Learning (PBL), serta pemanfaatan media digital interaktif seperti e-worksheet, e-modul, dan LCD pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan dan kolaborasi siswa; dan (3) pembelajaran STEM menghasilkan produk teknologi sederhana yang inovatif serta mengembangkan keterampilan abad ke-21 (4C), meskipun masih menghadapi tantangan berupa keterbatasan waktu pembelajaran, kesiapan perangkat, dan kompetensi guru. Dengan demikian, STEM berpotensi menjadi pendekatan yang efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPA dan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar.

This study aims to analyze the impact, integration of models, media and STEM-based learning products in science learning in elementary schools through a systematic literature review. The study used the Systematic Literature Review (SLR) method with reference to the PRISMA stages. Data were obtained from articles indexed by Google Scholar and DOAJ in the period 2021–2026. Of the 347 articles found, 5 articles met the inclusion criteria and were analyzed in depth. The results of the study show that: (1) STEM-based learning can significantly improve students' critical thinking skills, as indicated by an increase in critical thinking scores from 68.33 to 82.67 and from 38 to 79.5 in several studies; (2) the success of STEM implementation is supported by the integration of Project-Based Learning (PjBL) and Problem-Based Learning (PBL) models, as well as the use of interactive digital media such as e-worksheets, e-modules, and learning LCDs that can increase student engagement and collaboration; and (3) STEM learning produces simple, innovative technology products and develops 21st-century skills (4C), although it still faces challenges in the form of limited learning time, device readiness, and teacher competence. Thus, STEM has the potential to be an effective approach to improving the quality of science learning and critical thinking skills of elementary school students.

KEYWORD

STEM, IPA, Keterampilan Berpikir Kritis, Sekolah Dasar

STEM, Science, Critical Thinking Skills, Elementary School

ARTICLE INFO

Published: 1 November 2026

COPYRIGHT

© Author(s) 2026
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut transformasi paradigma pembelajaran dari yang semula berpusat pada guru (*teacher-centered*) menjadi berpusat pada siswa (*student-centered*). Salah satu kompetensi krusial yang harus dimiliki oleh generasi masa depan untuk menghadapi tantangan global adalah keterampilan berpikir kritis (*critical thinking skills*).[1] Keterampilan berpikir kritis tidak sekadar kemampuan kognitif untuk menghafal formula atau teori ilmiah, melainkan sebuah kecakapan tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) yang melibatkan kemampuan siswa dalam menganalisis hubungan sebab-akibat, mengolah data, mengklarifikasi kebenaran informasi, mengevaluasi argumen, hingga melakukan regulasi diri untuk memantau proses berpikir mereka sendiri.[2] Jenjang sekolah dasar merupakan fase fondasi yang sangat strategis dalam menumbuhkan kemampuan ini, di mana anak-anak mulai bertransisi dari pola berpikir konkret menuju kemampuan berpikir kritis-analitis yang sistematis.

Namun, realitas di lapangan menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup besar dalam pelaksanaan pembelajaran, khususnya pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Pembelajaran sains di tingkat dasar sering kali masih terjebak pada metode konvensional yang monoton dan berorientasi pada hafalan materi pasif.[3] Akibatnya, fungsi kognitif anak usia dasar tidak teraktivasi secara optimal, dan siswa kesulitan dalam menghubungkan konsep ilmiah abstrak dengan fenomena riil di lingkungan sekitar mereka. Rendahnya kemampuan berpikir kritis ini tecermin dari data beberapa studi awal di lapangan yang menunjukkan masih rendahnya nilai rata-rata kognitif sains siswa sebelum diberikan intervensi inovatif.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan sebuah pendekatan pembelajaran yang integratif, kontekstual, dan mampu memicu disonansi kognitif siswa agar mereka berani mempertanyakan asumsi serta mengeksplorasi solusi dari berbagai sudut pandang. Salah satu pendekatan yang dinilai sangat efektif adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Melalui pendekatan STEM, siswa dihadapkan pada situasi pemecahan masalah nyata (*real-world problem solving*) yang menuntut penalaran logis dan bukti ilmiah. Karakteristik utama STEM yang mengintegrasikan sains dengan teknologi, rekayasa, dan matematika

[1] Sigit Rahmat Basuki and Ratna Hidayah, "Transformasi Peran Guru Sekolah Dasar pada Pembelajaran Abad 2," *Social, Humanities, and Educational Studies* 8, no. 3 (2025), https://jurnal.uns.ac.id/shes.

[2] Tiwi Juliyantika and Hamdan Husein Batubara, "Tren Penelitian Keterampilan Berpikir Kritis Pada Jurnal Pendidikan Dasar Di Indonesia," *Jurnal Basicedu* 6, no. 3 (April 2022), https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2869; Nofamataro Zebua, "Studi Literatur: Peranan Higher Order Thinking Skills Dalam Proses Pembelajaran," *Edukasi Elita : Jurnal Inovasi Pendidikan* 1, no. 2 (April 2024), https://doi.org/10.62383/edukasi.v1i2.110.

[3] Amanda Gosynda Putri, Ernita Vika Aulia, and Muhamad Arif Mahdiannur, "Pendekatan Inovatif dalam Pembelajaran IPA : Sebuah Systematic Review 2020-2025," *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa* 3, no. 5 (September 2025), https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i5.791.

terbukti mampu mendorong siswa untuk memproduksi karya teknologi sederhana, melatih keterampilan kolaborasi (4C), sekaligus mendongkrak capaian kognitif mereka secara signifikan.[4]

Meskipun potensi pendekatan STEM dinilai sangat masif, implementasinya di jenjang sekolah dasar masih menghadapi berbagai tantangan tersendiri, seperti kendala manajemen waktu pelaksanaan pengajaran serta perlunya kesiapan instruksional yang matang dari pihak pendidik. Oleh karena itu, diperlukan sebuah kajian yang komprehensif untuk memetakan secara empiris sejauh mana efektivitas, pola integrasi model/media, serta manifestasi produk dari penerapan STEM ini pada konteks sekolah dasar.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian mendalam mengenai dampak pembelajaran berbasis STEM dalam pembelajaran IPA terhadap keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Melalui metode *Systematic Literature Review* (SLR), penelitian ini diharapkan dapat menyintesis berbagai temuan data kuantitatif dan kualitatif dari penelitian-penelitian terdahulu yang relevan. Hasil penelitian ini ditargetkan mampu memberikan landasan teoretis yang kuat serta gambaran objektif yang dapat dipertanggungjawabkan bagi para guru, praktisi, dan pengambil kebijakan pendidikan dalam mengimplementasikan STEM secara berkelanjutan di masa depan.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian yang digunakan adalah studi pustaka (*library research*) dengan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR). Pendekatan ini digunakan untuk mengidentifikasi, menelaah, dan mensintesis berbagai hasil penelitian yang relevan secara sistematis sehingga diperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai peran media dalam menguatkan fokus pembelajaran Bahasa Indonesia secara sistematis dan terstruktur. Penggunaan pendekatan SLR bertujuan agar proses pengumpulan literatur dilakukan secara lebih objektif, terarah, dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Selain itu, pendekatan ini memungkinkan peneliti memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas media pembelajaran berdasarkan hasil penelitian sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menyajikan kumpulan teori, tetapi juga melakukan sintesis terhadap berbagai temuan penelitian yang berkaitan dengan fokus kajian.

Penelitian ini menggunakan teknik analisis *literature review* dengan mengumpulkan berbagai penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Selanjutnya, penelitian-penelitian tersebut dikaji dan dianalisis untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan, memperkuat landasan teori, serta memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai permasalahan yang diteliti. Menurut Ramdhani, menjelaskan empat tahapan dalam membuat literatur review, yaitu:

[4] Suwardi Suwardi, "STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi Era Merdeka Belajar Abad 21," *PAEDAGOGY : Jurnal Ilmu Pendidikan dan Psikologi* 1, no. 1 (July 2021), https://doi.org/10.51878/paedagogy.v1i1.337.

1. Memilih topik yang akan direview
2. Melacak dan memilih artikel yang cocok/relevan
3. Melakukan analisis dan sintesis literatur dan
4. Mengorganisasi penulisan review.[5]

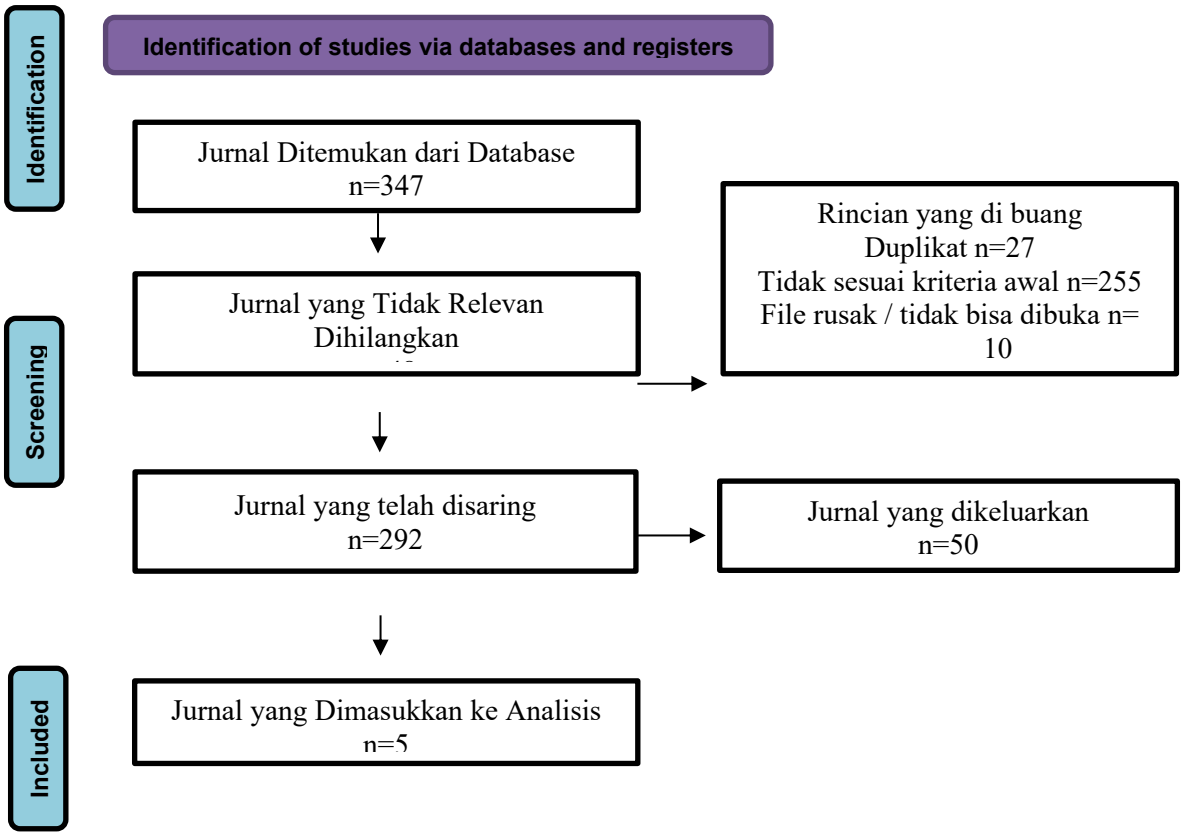
Teknik pengumpulan data yang dilakukan yaitu dengan menggunakan tahapan diagram PRISMA yang terdapat beberapa kriteria dalam pengambilan sampel berupa jurnal atau artikel. Adapun penentuan kriteria hasil penelitian yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah:

Tabel 1. Kriteria Inklusi Artikel dalam Proses Seleksi Literatur

No	Kriteria Seleksi Artikel	Deskripsi
1	Publikasi Ilmiah	Artikel telah dipublikasikan dalam jurnal ilmiah.
2	Indeksasi Jurnal	Artikel dipublikasikan pada jurnal yang terindeks Google Scholar atau DOAJ (*Directory of Open Access Journals*).
3	Rentang Tahun Publikasi	Artikel diterbitkan pada periode tahun 2021–2026.
4	Kesesuaian Topik	Artikel membahas penerapan pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran IPA terhadap keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar.
5	Kata Kunci Pencarian	Artikel diperoleh menggunakan kata kunci: STEM, IPA, Berpikir Kritis, dan Sekolah Dasar.

Berdasarkan kriteria tersebut peneliti melakukan skrining pengumpulan hasil penelitian terdahulu dan ditemukan 5 artikel dari 347 Artikel yang telah dikumpulkan.

[5] Abdullah Ramdhani, Muhammad Ali Ramdhani, and Abdusy Syakur Amin, "Writing a Literature Review Research Paper: A Step-by-Step Approach," *International Journal of Basic and Applied Science* 03, no. 01 (2014).



Gambar 1. Diagran PRISMA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penyaringan sistematis terhadap literatur yang relevan dengan dampak pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran IPA terhadap keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar, diperoleh 5 artikel jurnal utama sebagai sumber data primer. Ringkasan temuan dan data konkret dari kelima artikel tersebut disajikan dalam tabel matriks komparatif berikut:

Tabel 1. Ringkasam Temuan dan Data Konkret

NO	Penulis & Tahun	Judul Artikel	Hasil Penelitian / Temuan Konkret
1	Widiyono, et al. (2024)	The Influence of LCD Media through PjBL-STEM on Critical Thinking Skills	Terjadi lonjakan nilai rata-rata berpikir kritis sebesar 14,33 poin, yaitu dari nilai *pretest* sebesar 68,33 meningkat menjadi 82,67 pada saat *posttest*.
2	Lidya Savana Sari (2024)	STEM Approach to 4C Skills in Elementary School Students: A Systematic Literature Review	Sebagian besar produk yang dihasilkan siswa masuk dalam kategori teknologi sederhana biasa yang memuat elemen 4C yang efektif dan efisien.

3	Devidi, et al (2021)	Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar	Rerata nilai kelas kontrol/eksperimen melonjak dari posisi 38 ke 79,5 dengan nilai t hitung < t tabel (-36,254 < 1,983) serta korelasi positif yang signifikan sebesar 0,676.
4	WP Sari, et al. (2025)	Enhancing Critical Thinking in Science Education Through STEAM Integration: A Framework for Innovative Pedagogy	Diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,001 (kurang dari 0,05) dengan capaian nilai produk proyek rata-rata sebesar 89,33 dan nilai kerja sama sebesar 96,10.
5	Diana Rossa Martatiyana, et al.(2024)	Development of STEM-PJBL based Science electronic worksheets to Improve Students' Collaboration Skills	Pengembangan lembar kerja dengan model 4D terbukti sangat valid dengan persentase rata-rata validator ahli sebesar 86,9% serta perolehan *N-gain score* sebesar 0,5 dan 0,4

Analisis Dampak Pendekatan STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis

Berdasarkan visualisasi data pada tabel matriks di atas, hasil penelaahan kepustakaan membuktikan secara empiris bahwa pendekatan pembelajaran berbasis STEM memberikan dampak positif yang sangat signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada jenjang sekolah dasar. Keberhasilan ini ditunjukkan secara nyata melalui perbedaan angka kuantitatif yang dikumpulkan dari berbagai studi eksperimen di lapangan. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Widiyono, et al., mencatat peningkatan nilai rata-rata berpikir kritis siswa sebesar 14,33 poin setelah diterapkan model STEM.[6] Lonjakan hasil belajar yang bahkan lebih drastis dilaporkan oleh Davidi (2021) pada siswa SD di Kecamatan Wae Ri'i, di mana nilai rerata keterampilan berpikir kritis meningkat pesat dari angka awal 38 menjadi 79,5 pada akhir pembelajaran.[7] Temuan kuantitatif ini diperkuat oleh nilai signifikansi uji hipotesis yang berada di bawah standar 0,05 pada hampir seluruh literatur, yang menegaskan bahwa

[6] Aan Widiyono and Anik Ghufron, "The Influence of LCD Media through PjBL-STEM on Critical Thinking Skills," *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan* 26, no. 3 (December 2024), https://doi.org/10.21009/jtp.v26i3.46734.

[7] Elisabeth Irma Novianti Davidi, Eliterius Sennen, and Kanisius Supardi, "Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar," *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 11, no. 1 (January 2021), https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22.

kelas dengan intervensi pembelajaran STEM memiliki kecakapan berpikir kritis yang jauh lebih unggul dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan metode inovatif Kurikulum 2013 biasa.

Tabel 2 .Dampak Pembelajaran Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar

No.	Peneliti	Temuan Kuantitatif	Indikator Dampak
1	Widiyono et al. (2024)	Nilai rata-rata berpikir kritis meningkat dari 68,33 menjadi 82,67 (kenaikan 14,33 poin).	Menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis setelah penerapan STEM.
2	Davidi et al. (2021)	Nilai rata-rata keterampilan berpikir kritis meningkat dari 38 menjadi 79,5.	Menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan pada kemampuan berpikir kritis siswa.
3	Davidi et al. (2021)	Nilai korelasi positif sebesar 0,676.	Menunjukkan hubungan positif yang kuat antara penerapan STEM dan keterampilan berpikir kritis siswa.
4	Berbagai penelitian dalam kajian	Nilai signifikansi uji hipotesis < 0,05.	Menunjukkan bahwa pembelajaran STEM berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dibandingkan pembelajaran konvensional.
5	Hasil sintesis literatur	Kelas yang menerapkan STEM memiliki capaian berpikir kritis lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol.	Membuktikan efektivitas STEM dalam mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*).

Berdasarkan Tabel Dampak Pembelajaran Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar, terlihat bahwa penerapan pendekatan STEM memberikan pengaruh yang positif dan signifikan terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Apabila dianalisis menggunakan kerangka berpikir kritis Facione, aktivitas STEM berhasil menstimulasi enam elemen kognitif dasar anak, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, eksplanasi, dan regulasi diri (*self-regulation*).[8] Data hasil *posttest* menunjukkan bahwa setelah mendapatkan stimulus STEM, capaian siswa pada aspek klarifikasi masalah, penilaian keputusan (*judgment*), penarikan kesimpulan (*inference*), dan penyusunan strategi berada dalam kategori yang tinggi.[9] Hal ini dikarenakan karakteristik STEM membiasakan siswa sekolah dasar untuk mengolah data, mengklarifikasi kebenaran informasi, menganalisis hubungan sebab-akibat, serta melatih kemampuan regulasi diri mereka untuk memantau dan mengontrol proses berpikir mereka sendiri selama pembelajaran IPA berlangsung.

[8] Henny Riris Pakpahan et al., "Pengaruh Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Padang Pada Pembelajaran Biologi," *SEMNAS BIO*, 2023.

[9] Indana Zulfa Muharam and Aan Widiyono, "Pengaruh Pendekatan STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis IPAS Materi Energi dan Sumbernya di Sekolah Dasar," *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)* 6, no. 1 (February 2026), https://doi.org/10.53299/jppi.v6i1.3871.

Peningkatan yang konsisten di berbagai daerah ini mengindikasikan bahwa keterpaduan antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika mampu mengaktifkan fungsi kognitif anak usia dasar secara optimal.[10] Melalui pemecahan masalah yang riil, siswa dituntut untuk tidak sekadar menghafal formula ilmiah, melainkan mengonstruksi pemahaman berdasarkan data empiris yang mereka temukan sendiri.[11] Proses berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) ini menjadi terbiasa dilakukan karena siswa selalu dihadapkan pada situasi yang menuntut argumen logis dan bukti ilmiah. Dengan demikian, implementasi STEM di sekolah dasar berperan besar sebagai fondasi transformasi kognitif siswa dari berpikir konkret menuju kemampuan berpikir kritis-analitis yang sistematis.

Integrasi Model dan Media dalam Pembelajaran STEM di Sekolah Dasar

Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa secara signifikan erat kaitannya dengan pemilihan model pembelajaran aktif yang dikombinasikan dengan pendekatan STEM. Pola integrasi yang paling dominan dan efektif ditemukan dalam literatur adalah perpaduan STEM dengan pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning* / PjBL-STEM) dan pembelajaran berbasis masalah (*Problem-Based Learning* / STEM-PBL).[12] Model ini menuntut siswa untuk melakukan inkuiri terbuka serta eksplorasi lintas disiplin ilmu guna memecahkan masalah nyata di lingkungan sekitar mereka. WP Sari menjelaskan bahwa pembelajaran sains yang terintegrasi dengan seni dan rekayasa (STEAM) mampu memicu disonansi kognitif di dalam benak siswa.[13] Disonansi kognitif inilah yang memaksa siswa keluar dari pola hafalan pasif, merangsang mereka untuk berani mempertanyakan asumsi, menghubungkan berbagai konsep ilmiah, serta melatih analisis sistemik dalam mengevaluasi efektivitas solusi dari berbagai sudut pandang.

Di samping ketepatan model pembelajaran, pemanfaatan media teknologi terbukti memegang peranan krusial sebagai alat bantu (katalisator) dalam mengoptimalkan potensi kognitif anak SD. Implementasi teknologi digital interaktif, seperti pengembangan modul elektronik (*e-worksheet*) berbasis STEM-PjBL dengan model 4D, mencatatkan tingkat validitas ahli yang sangat tinggi sebesar 86,9% dan dinilai sangat layak digunakan.[14] Penggunaan teknologi digital serta media visual seperti

[10] Nida'ul Kairiyah, *Pendekatan Science, Technology, Engineering Dan Mathematics (STEM).* (Medan: Guepedia.com, 2021).

[11] Yuyun Elizabeth Patras et al., "Pembelajaran Berbasis STEM Di Sekolah Dasar Guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Rangka Menyongsong Pencapaian Kompetensi Siswa Abad 21," *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan* 12, no. 2 (June 2024), https://doi.org/10.20961/jkc.v12i2.87662.

[12] Edy Waluyo, "Penerapan Stem Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Lesson Study," *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif* 6, no. 3 (2023), https://doi.org/DOI%2010.22460/jpmi.v6i3.17345.

[13] Winda Purnama Sari, Herman Dwi Surjono, and Slamet Suyanto, "Enhancing Critical Thinking in Science Education Through STEAM Integration: A Framework for Innovative Pedagogy," *Participatory Educational Research* 12, no. 5 (September 2025), https://doi.org/10.17275/per.25.63.12.5.

[14] Rr Tasya Noor Nabila and Agus Kamaludin, "Development of E-Worksheet Based on STEAM-PjBL in Reaction Rate Material to Improve Creative Thinking Skills High School Student," *Jurnal Iqra' : Kajian Ilmu Pendidikan* 8, no. 1 (August 2023), https://doi.org/10.25217/ji.v8i1.3540.

LCD membantu menyederhanakan fenomena sains yang semula abstrak menjadi lebih konkret dan kontekstual bagi anak usia sekolah dasar. Dampak tidak langsung dari penggunaan media dan *e-modul* interaktif ini adalah terciptanya iklim kelas yang kooperatif. Data menunjukkan adanya peningkatan keterampilan kolaborasi kelompok kecil dengan kategori *N-gain* sedang serta skor kerja sama siswa yang sangat memuaskan mencapai rata-rata 96,10.[15] Kemampuan kolaborasi dan kerja sama yang baik ini menjadi pondasi penting yang mempermudah siswa untuk saling bertukar pikiran dan mengasah penalaran kritis mereka secara berkelompok.

Tabel 3. Peran Media Teknologi dalam Mendukung Implementasi STEM di Sekolah Dasar

No.	Peneliti	Media/Produk STEM	Temuan Kuantitatif	Implikasi Pembelajaran
1	Rr Tasya Noor Nabila & Agus Kamaludin (2023)	E-worksheet berbasis STEM-PjBL dengan model 4D	Tingkat validitas ahli mencapai 86,9%	Media dinilai sangat layak digunakan untuk mendukung pembelajaran STEM di sekolah dasar.
2	Mariam Hoerunnisa et al. (2024)	E-modul dan media digital interaktif berbasis STEM	N-gain keterampilan kolaborasi berada pada kategori sedang (0,4–0,5)	Media digital mampu meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa selama proses pembelajaran.
3	Mariam Hoerunnisa et al. (2024)	Pembelajaran STEM berbantuan media digital	Skor kerja sama siswa mencapai rata-rata 96,10	Menunjukkan tingkat kerja sama siswa yang sangat tinggi dalam aktivitas kelompok.
4	Widiyono et al. (2024)	Media visual LCD dalam pembelajaran PjBL-STEM	Membantu visualisasi konsep dan fenomena sains	Fenomena sains yang abstrak menjadi lebih konkret dan mudah dipahami siswa.
5	Hasil Sintesis Literatur	Teknologi digital interaktif dalam pembelajaran STEM	Meningkatkan keterlibatan dan interaksi siswa	Menciptakan lingkungan belajar yang lebih kooperatif, aktif, dan berpusat pada siswa.

Berdasarkan tabel di atas, media teknologi memiliki peran penting dalam mendukung keberhasilan implementasi pembelajaran berbasis STEM di sekolah dasar. Penggunaan *e-worksheet* berbasis STEM-PjBL menunjukkan tingkat validitas yang sangat tinggi, yaitu sebesar 86,9%, sehingga

[15] Mariam Hoerunnisa, Shinta Purnamasari, and Andinisa Rahmaniar, "Analisis Analisis Implementasi Science Technology Engineering Mathematics (STEM) Dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam," *JURNAL PENDIDIKAN MIPA* 14, no. 1 (March 2024), https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1469.

layak digunakan sebagai perangkat pembelajaran. Selain itu, pemanfaatan media digital interaktif dan e-modul berbasis STEM terbukti mampu meningkatkan keterampilan kolaborasi siswa dengan kategori N-gain sedang serta menghasilkan skor kerja sama yang sangat tinggi, yaitu 96,10. Media visual seperti LCD juga membantu menyajikan konsep-konsep sains yang abstrak menjadi lebih konkret dan kontekstual sehingga lebih mudah dipahami oleh siswa. Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dalam pembelajaran STEM tidak hanya mendukung pemahaman konsep IPA, tetapi juga menciptakan lingkungan belajar yang kolaboratif, aktif, dan berpusat pada siswa sehingga dapat mengoptimalkan perkembangan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan sosial siswa sekolah dasar.

Sinergi antara model pembelajaran berbasis proyek atau masalah dengan media digital interaktif menciptakan sebuah lingkungan belajar yang berpusat penuh pada siswa (*student-centered learning*). Saat siswa berdiskusi memanfaatkan *e-worksheet*, mereka berbagi peran untuk menyelesaikan tantangan rekayasa teknologi yang diberikan oleh guru.[16] Penggunaan media teknologi tidak lagi menempatkan anak sebagai penonton visual yang pasif, melainkan sebagai operator yang mengeksplorasi simulasi sains.[17] Lingkungan belajar yang suportif dan berbasis teknologi ini memicu motivasi internal siswa untuk lebih lama terlibat dalam tugas-tugas kognitif yang kompleks.[18] Akibatnya, integrasi media dan model ini sukses mengubah suasana kelas sains menjadi laboratorium mini yang interaktif, yang secara simultan mempercepat penyerapan materi sekaligus menumbuhkan kebiasaan berpikir kritis kelompok.

Manifestasi Produk dan Tantangan Penerapan STEM di Sekolah Dasar

Indikator keberhasilan dari berkembangnya penalaran kritis siswa melalui pembelajaran STEM tercermin langsung pada kualitas hasil produk atau karya rekayasa yang mereka ciptakan. Lidya Savana Sari menemukan bahwa implementasi pendekatan STEM di tingkat dasar bermuara pada kemampuan siswa dalam merancang produk teknologi sederhana yang efektif dan efisien.[19] Proses pembuatan proyek teknologi fisik ini secara otomatis mengintegrasikan seluruh komponen kecakapan abad ke-21 atau keterampilan 4C. Ketika siswa dituntut memproduksi suatu karya sains, mereka secara simultan harus berpikir kritis dalam memecahkan masalah desain, berkomunikasi dan berkolaborasi dalam kelompok, serta memunculkan gagasan kreativitas yang inovatif. Keberhasilan dimensi psikomotorik dan produk ini didukung penuh oleh data dari WP Sari, et al., yang mencatat bahwa nilai rata-rata

[16] Syarifah Ayu and Wardani Rahayu, "Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis," *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika* 1, no. 2 (December 2022), https://doi.org/10.56587/jipm.v1i2.81.

[17] M. Muslich, *Authentic Assessment: Penilaian Berbasis Kelas Dan Kompetensi* (Jakarta; Jakarta: Bumi Aksara, 2021).

[18] Mohamad Syarief Abdullah, "Penerapan Pendekatan Stem Dalam Pembelajaran Ipa Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas 5 SD," *SINERGI : Jurnal Riset Ilmiah* 2, no. 4 (April 2025), https://doi.org/10.62335/sinergi.v2i4.1140.

[19] Lidya Savana Sari et al., "STEM Approach to 4C Skills in Elementary School Students: A Systematic Literature Review," *Scientiae Educatia* 13, no. 1 (June 2024), https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v13i1.18062.

kualitas produk yang dihasilkan oleh siswa berbasis pembelajaran STEAM menyentuh angka yang sangat tinggi, yaitu sebesar 89,33.[20]

Meskipun memberikan rangkaian dampak positif yang masif, hasil studi kepustakaan ini juga menyingkap adanya hambatan atau keterbatasan yang kerap membayangi penerapan STEM pada konteks sekolah dasar. Kendala utama yang dialami oleh para praktisi di lapangan adalah masalah manajemen waktu pelaksanaan pembelajaran. Pendekatan STEM-PjBL atau STEM-PBL yang berorientasi pada proyek transdisipliner dan inkuiri mendalam membutuhkan alokasi waktu pengajaran yang relatif lama dan berpotensi memicu hambatan teknis di tengah jalan jika koordinasi kelas kurang berjalan baik.[21] Oleh karena itu, implikasi penting dari penelitian ini bagi sekolah dan guru sekolah dasar adalah keharusan untuk menyusun draf perencanaan instruksional serta mempersiapkan perangkat pembelajaran (seperti *e-worksheet* atau modul) secara matang jauh-jauh hari. Guru dituntut menentukan langkah strategis yang efisien agar integrasi muatan sains, matematika, rekayasa, dan teknologi dapat berjalan seimbang tanpa mengganggu ketercapaian target kurikulum wajib lainnya.

Keterbatasan ini menjadi alarm pengingat bahwa implementasi STEM tidak bisa dilakukan secara instan tanpa kesiapan pedagogis dari pihak pendidik. Guru sekolah dasar dituntut memiliki kompetensi profesional yang tinggi dalam memetakan durasi setiap sintaks pembelajaran, mulai dari tahap orientasi masalah hingga evaluasi produk akhir.[22] Kegagalan dalam mengelola alokasi waktu tidak hanya menyebabkan tujuan kurikulum harian tidak tercapai, tetapi juga dapat menurunkan kualitas daya kritis siswa karena mereka terburu-buru menyelesaikan proyek tanpa melalui proses refleksi mendalam. Oleh sebab itu, penyediaan pelatihan berkelanjutan bagi guru mengenai desain instruksional STEM yang taktis serta dukungan kebijakan sekolah dalam fleksibilitas jadwal pelajaran sains menjadi kunci penentu mutlak agar keberhasilan peningkatan keterampilan berpikir kritis ini dapat terwujud secara berkelanjutan di masa depan.

[20] Sari, Surjono, and Suyanto, "Enhancing Critical Thinking in Science Education Through STEAM Integration."

[21] Rasikh Tariq et al., "Computational Thinking in STEM Education: Current State-of-the-Art and Future Research Directions," *Frontiers in Computer Science* 6 (January 2025), https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1480404.

[22] Sherly Laila et al., "Peran Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) dalam Pembelajaran," *Journal of Natural Sciences* 5, no. 3 (November 2024), https://doi.org/10.34007/jonas.v5i3.703.

Tabel 4. Manifestasi Produk dan Tantangan Implementasi STEM di Sekolah Dasar

No.	Aspek	Peneliti	Temuan Utama	Implikasi
1	Produk Teknologi Siswa	Lidya Savana Sari et al. (2024)	Siswa mampu menghasilkan produk teknologi sederhana yang efektif dan efisien.	Menunjukkan keberhasilan implementasi STEM dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah dan inovasi siswa.
2	Keterampilan 4C	Lidya Savana Sari et al. (2024)	Proses pembuatan produk mengintegrasikan *critical thinking, creativity, collaboration,* dan *communication*.	STEM mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 secara terpadu.
3	Kualitas Produk	WP Sari et al. (2025)	Nilai rata-rata kualitas produk mencapai 89,33.	Produk yang dihasilkan siswa berada pada kategori sangat baik dan menunjukkan keberhasilan pembelajaran berbasis proyek.
4	Manajemen Waktu	Tariq et al. (2025)	Pembelajaran STEM-PjBL dan STEM-PBL membutuhkan alokasi waktu yang relatif panjang.	Guru perlu melakukan perencanaan pembelajaran yang matang agar target kurikulum tetap tercapai.
5	Kesiapan Perangkat Pembelajaran	Tariq et al. (2025)	Diperlukan persiapan perangkat pembelajaran seperti modul dan *e-worksheet* sebelum pembelajaran berlangsung.	Perangkat yang terencana dengan baik mendukung efektivitas implementasi STEM.
6	Kompetensi Guru	Laila et al. (2024)	Guru perlu memiliki kemampuan mengelola sintaks pembelajaran STEM dari tahap orientasi hingga evaluasi produk.	Kompetensi pedagogis menjadi faktor penting dalam keberhasilan implementasi STEM.
7	Dukungan Sekolah	Hasil Sintesis Literatur	Diperlukan pelatihan berkelanjutan dan fleksibilitas kebijakan sekolah.	Mendukung keberlanjutan penerapan STEM dan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

Berdasarkan Tabel diatas, keberhasilan implementasi STEM di sekolah dasar tidak hanya tercermin pada peningkatan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga pada kualitas produk yang dihasilkan siswa. Hasil kajian menunjukkan bahwa siswa mampu menghasilkan produk teknologi sederhana yang efektif dan efisien serta mengintegrasikan keterampilan abad ke-21 (4C), yaitu *critical thinking, creativity, collaboration,* dan *communication*. Keberhasilan tersebut diperkuat oleh temuan WP Sari et al., yang menunjukkan nilai rata-rata kualitas produk siswa mencapai 89,33. Namun demikian, implementasi STEM juga menghadapi beberapa tantangan, terutama terkait kebutuhan alokasi waktu yang lebih panjang, kesiapan perangkat pembelajaran, serta kompetensi guru dalam mengelola pembelajaran berbasis proyek dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, keberhasilan

penerapan STEM memerlukan perencanaan yang matang, penguatan kompetensi guru, dan dukungan kebijakan sekolah agar pembelajaran dapat berjalan secara efektif dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dianalisis, pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terbukti memberikan kontribusi positif terhadap pembelajaran IPA di sekolah dasar. Pertama, penerapan STEM secara konsisten mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, yang ditunjukkan melalui peningkatan kemampuan menganalisis masalah, mengevaluasi informasi, menarik kesimpulan, serta merumuskan solusi berdasarkan bukti ilmiah. Berbagai temuan empiris menunjukkan bahwa siswa yang belajar menggunakan pendekatan STEM memperoleh hasil berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.

Kedua, keberhasilan pengembangan keterampilan berpikir kritis didukung oleh integrasi STEM dengan model pembelajaran aktif seperti *Project-Based Learning* (PjBL) dan *Problem-Based Learning* (PBL), serta pemanfaatan media teknologi digital seperti *e-worksheet*, e-modul, dan media visual pembelajaran. Kombinasi tersebut menciptakan lingkungan belajar yang aktif, kolaboratif, dan berpusat pada siswa sehingga mampu meningkatkan keterlibatan belajar, keterampilan kerja sama, serta pemahaman konsep IPA yang lebih mendalam.

Ketiga, implementasi STEM menghasilkan luaran pembelajaran yang nyata berupa produk teknologi sederhana yang inovatif dan fungsional. Proses pengembangan produk tersebut sekaligus mendorong berkembangnya keterampilan abad ke-21 (4C), yaitu *critical thinking, creativity, collaboration,* dan *communication*. Namun demikian, implementasi STEM masih menghadapi berbagai tantangan, terutama terkait kebutuhan waktu pembelajaran yang lebih panjang, kesiapan perangkat pembelajaran, serta kompetensi guru dalam merancang dan mengelola pembelajaran berbasis proyek. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan pembelajaran yang matang, peningkatan kompetensi guru secara berkelanjutan, serta dukungan kebijakan sekolah agar implementasi STEM dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di sekolah dasar.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Mohamad Syarief. "Penerapan Pendekatan Stem Dalam Pembelajaran Ipa Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas 5 SD." *SINERGI : Jurnal Riset Ilmiah* 2, no. 4 (April 2025). https://doi.org/10.62335/sinergi.v2i4.1140.

Amanda Gosynda Putri, Ernita Vika Aulia, and Muhamad Arif Mahdiannur. "Pendekatan Inovatif dalam Pembelajaran IPA : Sebuah Systematic Review 2020-2025." *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu pengetahuan Alam, Kebumian dan Angkasa* 3, no. 5 (September 2025). https://doi.org/10.62383/algoritma.v3i5.791.

Basuki, Sigit Rahmat, and Ratna Hidayah. "Transformasi Peran Guru Sekolah Dasar pada Pembelajaran Abad 2." *Social, Humanities, and Educational Studies* 8, no. 3 (2025). https://jurnal.uns.ac.id/shes.

Davidi, Elisabeth Irma Novianti, Eliterius Sennen, and Kanisius Supardi. "Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar." *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan* 11, no. 1 (January 2021). https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22.

Juliyantika, Tiwi, and Hamdan Husein Batubara. "Tren Penelitian Keterampilan Berpikir Kritis Pada Jurnal Pendidikan Dasar Di Indonesia." *Jurnal Basicedu* 6, no. 3 (April 2022). https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2869.

Kairiyah, Nida'ul. *Pendekatan Science, Technology, Engineering Dan Mathematics (STEM).* Medan: Guepedia.com, 2021.

Laila, Sherly, Rini Sri Wardani, Aura Rhomatul Umayah, Muhammad Khomarul Huda, and Ahmad Fakhri Hutahuruk. "Peran Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic) dalam Pembelajaran." *Journal of Natural Sciences* 5, no. 3 (November 2024). https://doi.org/10.34007/jonas.v5i3.703.

Mariam Hoerunnisa, Shinta Purnamasari, and Andinisa Rahmaniar. "Analisis Analisis Implementasi Science Technology Engineering Mathematics (STEM) Dalam Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam." *JURNAL PENDIDIKAN MIPA* 14, no. 1 (March 2024). https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1469.

Muharam, Indana Zulfa, and Aan Widiyono. "Pengaruh Pendekatan STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis IPAS Materi Energi dan Sumbernya di Sekolah Dasar." *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Indonesia (JPPI)* 6, no. 1 (February 2026). https://doi.org/10.53299/jppi.v6i1.3871.

Muslich, M. *Authentic Assessment: Penilaian Berbasis Kelas Dan Kompetensi*. Jakarta. Jakarta: Bumi Aksara, 2021.

Nofamataro Zebua. "Studi Literatur: Peranan Higher Order Thinking Skills Dalam Proses Pembelajaran." *Edukasi Elita : Jurnal Inovasi Pendidikan* 1, no. 2 (April 2024). https://doi.org/10.62383/edukasi.v1i2.110.

Pakpahan, Henny Riris, Jelly Kumala Sari, Mutia Ramadina, Mutiara Salsabila Warman, and Rahmadhani Fitri. "Pengaruh Pendekatan STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa di Padang Pada Pembelajaran Biologi." *SEMNAS BIO*, 2023.

Patras, Yuyun Elizabeth, Clarissa Yolanita, Diki Akmal Wildan, and Lili Fajrudin. "Pembelajaran Berbasis STEM Di Sekolah Dasar Guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Rangka Menyongsong Pencapaian Kompetensi Siswa Abad 21." *Kalam Cendekia: Jurnal Ilmiah Kependidikan* 12, no. 2 (June 2024). https://doi.org/10.20961/jkc.v12i2.87662.

Ramdhani, Abdullah, Muhammad Ali Ramdhani, and Abdusy Syakur Amin. "Writing a Literature Review Research Paper: A Step-by-Step Approach." *International Journal of Basic and Applied Science* 03, no. 01 (2014).

Rr Tasya Noor Nabila and Agus Kamaludin. "Development of E-Worksheet Based on STEAM-PjBL in Reaction Rate Material to Improve Creative Thinking Skills High School Student." *Jurnal Iqra' : Kajian Ilmu Pendidikan* 8, no. 1 (August 2023). https://doi.org/10.25217/ji.v8i1.3540.

Sari, Lidya Savana, Kaepah Kaepah, Pipit Fitriani, Nailah Tresnawati, and Rahmad Khodari. "STEM Approach to 4C Skills in Elementary School Students: A Systematic Literature Review." *Scientiae Educatia* 13, no. 1 (June 2024). https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v13i1.18062.

Sari, Winda Purnama, Herman Dwi Surjono, and Slamet Suyanto. "Enhancing Critical Thinking in Science Education Through STEAM Integration: A Framework for Innovative Pedagogy." *Participatory Educational Research* 12, no. 5 (September 2025). https://doi.org/10.17275/per.25.63.12.5.

Suwardi, Suwardi. "STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi Era Merdeka Belajar Abad 21." *PAEDAGOGY : Jurnal Ilmu Pendidikan dan Psikologi* 1, no. 1 (July 2021). https://doi.org/10.51878/paedagogy.v1i1.337.

Syarifah Ayu, and Wardani Rahayu. "Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis." *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika* 1, no. 2 (December 2022). https://doi.org/10.56587/jipm.v1i2.81.

Tariq, Rasikh, Bertha Maria Aponte Babines, Jesus Ramirez, Inés Alvarez-Icaza, and Fawad Naseer. "Computational Thinking in STEM Education: Current State-of-the-Art and Future Research Directions." *Frontiers in Computer Science* 6 (January 2025). https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1480404.

Waluyo, Edy. "Penerapan Stem Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Melalui Lesson Study." *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif* 6, no. 3 (2023). https://doi.org/DOI%2010.22460/jpmi.v6i3.17345.

Widiyono, Aan, and Anik Ghufron. "The Influence of LCD Media through PjBL-STEM on Critical Thinking Skills." *JTP - Jurnal Teknologi Pendidikan* 26, no. 3 (December 2024). https://doi.org/10.21009/jtp.v26i3.46734.