



Efektivitas Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematics Ditinjau Dari Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar

Maryani ^{1*}, Budiharti ²

Correspondensi Author

^{1,2} Pendidikan guru
sekolah dasar, Universitas
PGRI Yogyakarta,
Indonesia

Email:

anim18038@gmail.com
budiharti@upy.ac.id

Keywords :

Efektivitas; Pendekatan
STEM; Kemampuan
Berpikir Kritis,
Siswa Sekolah Dasar

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi operasi hitung kelas IV sekolah dasar. Riset tersebut mengadopsi perspektif kuantitatif lewat prosedur quasi eksperimen serta rancang bangun nonequivalent control group design. Partisipan riset merupakan segenap murid kelas empat sekolah dasar Muhammadiyah Ambarbinangun yang terbagi dari 50-60 orang dengan kelas eksperimen serta kelas kontrol. Protokol perolehan informasi dilaksanakan lewat evaluasi naratif berwujud pretest dan posttest sekaligus instrumen pemantauan guna memvalidasi realisasi edukasi. Pemeriksaan temuan dieksekusi melewati verifikasi kriteria mencakup verifikasi normalitas serta homogenitas, lantas diteruskan pada verifikasi dugaan memakai independent sample t-test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata posttest kelas eksperimen sebesar 81,27 lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 49,73. Kelas eksperimen juga mengalami peningkatan rerata sebesar 17,30 poin setelah penerapan pendekatan Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). Hasil uji hipotesis menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,001$, lebih kecil dari 0,05, sehingga terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Dengan demikian, pendekatan STEM dinyatakan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi operasi hitung di sekolah dasar.

Abstract. This study aims to analyze the effectiveness of the Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) approach in improving students' critical thinking skills in arithmetic operations among fourth-grade elementary school students. This research employed a quantitative approach with a quasi-experimental method and a nonequivalent control group design. The participants were fourth-grade students of SD Muhammadiyah Ambarbinangun, consisting of approximately 50-60 students divided into an experimental class and a control class. Data were collected through descriptive essay tests in the form of pretest and posttest, supported by observation instruments to ensure the implementation of the learning process. Data analysis was conducted through prerequisite tests, including normality and homogeneity tests, followed by hypothesis testing using the independent sample t-test. The results showed that the posttest mean score of the experimental class was

81.27, which was higher than that of the control class at 49.73. The experimental class also showed an average increase of 17.30 points after the implementation of the STEM approach. The hypothesis test showed a significance value of $p < 0.001$, which was lower than 0.05, indicating a statistically significant difference between the two groups. Therefore, the STEM approach is considered effective in improving students' critical thinking skills in arithmetic operations at the elementary school level.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution
4.0 International License



Pendahuluan

Kemampuan berpikir kritis siswa masih belum berkembang secara optimal dalam proses pembelajaran (Hasjim et al., 2025). Hal ini terlihat dari kecenderungan siswa yang masih mengalami kesulitan dalam menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan menyusun kesimpulan secara mandiri. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya penerapan strategi pembelajaran yang mampu melatih siswa berpikir kritis, reflektif, dan mengaitkan materi dengan permasalahan nyata (Fisabilillah, 2026; Patmaniar et al., 2025). Ilmu pendidikan merujuk pada kumpulan pengetahuan sistematis yang dibangun atas dasar metode ilmiah yang ketat, yang secara aktif mengeksplorasi berbagai fenomena pendidikan, termasuk proses bimbingan yang terstruktur dari guru kepada siswa guna mempersiapkan mereka menghadapi dinamika kehidupan masa depan yang penuh ketidakpastian dan perubahan (Abd Rahman, 2022). Di tengah era perubahan global yang terjadi dengan kecepatan luar biasa, proses pembelajaran menjadi fokus fondasi utama yang secara efektif membekali individu dengan keterampilan adaptif yang esensial, mengoptimalkan potensi diri secara maksimal, serta membentuk karakter yang tangguh dan berintegritas.

Pendekatan pendidikan yang holistik dan inklusif di lingkungan sekolah, peserta didik bukan sekadar meraih wawasan primer yang solid, melainkan pula dibina pada cara menerapkannya secara aplikatif dalam konteks nyata sehari-hari, sehingga mendorong pertumbuhan intelektual yang berkelanjutan, berkualitas, dan berorientasi pada. Pada tingkat sekolah dasar sebagai fondasi pendidikan formal, kurikulum secara komprehensif mencakup berbagai mata pelajaran inti, di mana matematika menonjol selaku sebuah disiplin ilmu yang dipandang teramat vital serta taktis guna didalami secara komprehensif. Dalam lingkup instruksional di sekolah dasar, matematika mempunyai andil fundamental serta utama guna menumbuhkembangkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar lewat praktik kontinu serta gradual. Satu di antara basis pokok serta esensial dalam instruksional matematika di sekolah dasar merupakan kapabilitas operasi hitung matematika, yang secara menyeluruh meliputi penggabungan, pengurangan, pelipatgandaan, serta pembagian selaku operasi dasar yang berelasi satu sama lain. Operasi hitung adalah bagian penting dalam literasi numerasi siswa, yang jika tidak dikuasai dapat berdampak terhadap kesulitan belajar matematika secara umum (Rahmaniah et al., 2023).

Operasi hitung penting untuk dipelajari agar siswa lebih mudah memahami konsep abstrak, seperti soal cerita baru atau pemecahan masalah nyata yang ditemukan. Penguasaan operasi hitung yang lemah kerap menjadi faktor determinan utama limitasi siswa dalam berpikir kritis. Kemampuan berpikir kritis ini memfasilitasi siswa guna lazim

berhadapan dengan rintangan serta membedah problematika lewat cara menelaah kognisi personalnya guna menetapkan suatu opsi serta merumuskan inferensi secara rasional (Sulistiani & Masrukan, 2017). Matematika bukan cuma berperan selaku media mengakulasi, melainkan juga sebagai instrumen guna mengasah logika rasional, telaah, serta penentuan ketetapan secara objektif dalam rutinitas harian (Hidayati, 2017). Di samping itu, instruksional matematika pun berpartisipasi dalam menyusun kerangka nalar yang organis serta metodis yang disyaratkan dalam ragam dimensi eksistensi (Nurfadhillah et al., 2021). Kendati begitu, ciri khas matematika yang bersifat abstrak acapkali menjadi rintangan bagi siswa sekolah dasar dalam menstimulasi gagasan secara mendalam.

Permasalahan tersebut semakin diperkuat dan diperparah dari pemanfaatan pola instruksional yang tetap berkarakter tradisional serta monoton, seperti ceramah satu arah yang didominasi guru tanpa variasi media pembelajaran yang inovatif maupun aktivitas interaktif yang menarik. Metode pembelajaran yang monoton dan repetitif ini terbukti secara empiris dapat menurunkan motivasi intrinsik dan antusiasme siswa dalam belajar secara signifikan (Dewi dan Lestari, 2021). Berdasarkan temuan wawancara komprehensif bersama wali kelas IV SD Muhammadiyah Ambarbinangun yang dilakukan pada tanggal 21 April 2025, diketahui bahwa guru masih sangat mengandalkan metode ceramah tradisional dan pemakaian skema *Problem-Based Learning* (PBL) yang kurang ditunjang lewat sarana pembelajaran modern atau teknologi pendukung.

Kondisi tersebut secara langsung menyebabkan munculnya kebosanan yang meluas, penurunan minat belajar siswa yang mencolok, serta stagnasi dalam pengembangan kemampuan kognitif. Selain itu, pembelajaran di sekolah ini juga belum pernah mengintegrasikan pendekatan STEM secara sadar dan terstruktur, yang mengakibatkan berimbas buruk terhadap minimnya kemampuan berpikir kritis pelajar tatkala siklus edukasi matematika. Observasi riil tersebut selaras terhadap riset berbasis bukti yang memaparkan yakni adopsi metode ceramah dalam pembelajaran matematika menghasilkan capaian belajar yang relatif rendah, yaitu sekitar 65% dari target yang ditetapkan (Khauro, Setyawan dan Citrawati 2020).

Kemampuan berpikir kritis merupakan sebuah kecakapan krusial serta urgensi primer yang wajib diakselerasi secara luas pada edukasi kontemporer sebab secara distingtif memberikan ruang bagi pelajar guna mengkaji informasi secara menyeluruh, menakar premis secara imparial, serta merumuskan inferensi secara rasional berlandaskan keterangan yang didapat lewat berbagai referensi (Syafitri et al., 2021). Berpikir kritis bukan cuma krusial pada domain edukasi resmi, melainkan pula di rutinitas keseharian yang rumit, lantaran kemampuan tersebut mempermudah pelajar untuk menetapkan kebijakan personal yang masuk akal, presisi, serta kredibel berpijak pada fakta yang absah (Antara et al., 2023).

Kemampuan ini bertambah kian vital guna ditingkatkan secara berkelanjutan sebab tidak semata-mata berkorelasi terhadap pemahaman ide aritmatika dasar, namun pula melingkupi kapasitas individu yang lebih luas untuk menganalisis informasi secara kritis, mengevaluasi alternatif penyelesaian masalah, serta mengimplementasikan solusi secara adaptif dalam berbagai konteks kehidupan sehari-hari (Wicaksana et al., 2025). Pada hakikatnya, kemampuan berpikir kritis memberikan siswa wawasan mendalam untuk dapat memecahkan masalah yang ditemui dengan penyelesaian mandiri yang kreatif, menyimpulkan temuan secara akurat, serta menghasilkan pengetahuan atau hal baru yang bernilai bagi pengembangan diri siswa (Oktaviani et al., 2023).

Maka dari itu, kemampuan tersebut sangat fundamental guna ditumbuhkan secara sengaja pada ritme edukasi matematika agar pelajar sanggup bukan sekadar menginternalisasi teori secara konseptual, melainkan juga mengoperasikannya secara dinamis serta berdaya guna pada resolusi problematika faktual, terutama melalui penguasaan operasi hitung yang menjadi alat dasar analisis numerik dan logis. Pada pengajaran matematika, kemampuan berpikir kritis andil pada memfasilitasi pelajar mengerti kendala, menyusun skenario pemecahan, sekaligus meninjau capaian yang didapat (Rahmaini dan Ogylya Chandra 2024).

Berdasarkan hal itu, dibutuhkan metode instruksional terbaru yang secara berkesinambungan sanggup memicu partisipasi dinamis pelajar serta mengoptimalkan kemampuan berpikir kritis secara maksimal dan sistematis. Sebuah perspektif yang amat bersinggungan serta menjanjikan bagi menanggulangi isu itu ialah metode STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Metode STEM ialah sistem instruksional lintas disiplin kreatif serta padu yang secara terencana menyatukan gagasan *science, technology, engineering*, serta matematika pada lingkup resolusi problematika riil yang asli serta relevan. STEM secara lugas bermaksud guna mengarahkan pelajar berpartisipasi pada perkara resolusi konflik riil lewat mensinkronkan empat ranah keilmuan itu secara selaras. STEM yakni sistem pengajaran yang *distinctive* tatkala *science, technology, engineering*, serta matematika bersatu secara apik bersama alur edukasi yang menitikberatkan terhadap resolusi problematika di aktivitas keseharian yang faktual serta bersesuaian (Mulyani, 2019).

Implementasi metode tersebut tervalidasi secara faktual sanggup menaikkan kemampuan berpikir kritis serta resolusi problematika pelajar lewat aktivitas kooperatif, berorientasi proyek, serta hands-on yang interaktif (Su & Chang 2024). Selain itu, pendekatan STEM juga secara efektif mendorong siswa untuk berpikir logis yang terstruktur, memberikan alasan yang rasional dan berbasis bukti, serta menarik kesimpulan secara relevan dan aplikatif (Oktaviani et al., 2023). Dengan demikian, STEM menjadi solusi inovatif, berkelanjutan, dan transformatif pada mendongkrak mutu pengajaran matematika pada level sekolah dasar secara keseluruhan.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada efektivitas penerapan pendekatan STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi operasi hitung kelas IV SD Muhammadiyah Ambarbinangun. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: (1) bagaimana tahapan implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika pada materi operasi hitung? dan (2) apakah penerapan pendekatan STEM efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa? Selaras dengan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan tahapan implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika serta menganalisis efektivitasnya dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Penelitian ini dibatasi pada materi operasi hitung dengan indikator kemampuan berpikir kritis yang mencakup kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan secara logis.

Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan STEM secara kontekstual dalam pembelajaran matematika materi operasi hitung di kelas IV sekolah dasar. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang umumnya membahas STEM secara umum, penelitian ini secara khusus mengintegrasikan aktivitas hands-on yang dekat dengan kehidupan sehari-hari siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, khususnya pada aspek menganalisis, mengevaluasi, dan menarik kesimpulan secara logis.

Metode

Riset ini memakai perspektif kuantitatif lewat prosedur eksperimen yang disusun secara metodis guna memverifikasi dampak implementasi metode *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa di level edukasi dasar. Perspektif kuantitatif diputuskan lantaran memfasilitasi kalkulasi numerik yang objektif dan analisis statistik yang akurat untuk membuktikan hubungan kausal antara variabel. Penelitian dilaksanakan selama dua bulan, tepatnya pada SD Muhammadiyah Ambarbinangun, Kabupaten Bantul, DIY, yang merupakan sekolah dasar swasta dengan fasilitas pendukung pembelajaran STEM yang memadai.

Desain riset yang diterapkan ialah *quasi experimental design* berwujud *no equivalent control group design*. Arsitektur ini mengikutsertakan sepasang himpunan sejajar tanpa randomisasi utuh, yakni kelas eksperimen yang memperoleh tindakan primer serta kelas kontrol yang menerima edukasi baku (Sugiyono, 2023). Penentuan rancangan quasi-eksperimen dipilih karena kondisi sekolah dasar sering kali tidak memungkinkan pengacakan secara sempurna akibat keterbatasan administratif. Meskipun demikian, rancangan ini tetap memungkinkan peneliti untuk mengukur pengaruh perlakuan, yaitu pendekatan STEM, terhadap variabel dependen berupa kemampuan berpikir kritis dengan prosedur penelitian yang terkontrol. Tahapan penelitian dilakukan secara berurutan dan terstruktur, mencakup: (1) pemberian pretest guna mengidentifikasi kemampuan awal peserta didik pada kedua himpunan guna memastikan kesetaraan baseline; (2) pelaksanaan perlakuan berupa pembelajaran berbasis STEM pada kelas eksperimen (melalui proyek terintegrasi yang menggabungkan *science, technology, engineering*, serta matematika) dan pengajaran tradisional (berlandaskan orasi serta buku teks) pada kelas kontrol; serta (3) pemberian posttest untuk mengevaluasi kemampuan akhir siswa setelah periode intervensi selesai.

Populasi riset yakni segenap peserta didik kelas IV sekolah dasar Muhammadiyah Ambarbinangun yang tersusun atas dua kelas sejajar, lewat kuantitas individu berkisar 50-60 orang. Prosedur pengambilan sampel memakai sampel jenuh (*saturated sampling*), sehingga seluruh populasi ditetapkan sebagai sampel riset tanpa pengecualian, memastikan representasi penuh dan menghindari bias seleksi. Variabel penelitian terbagi menjadi variabel bebas (*independent variable*) yakni metode STEM selaku tindakan primer, serta variabel terikat (*dependent variable*) yakni kemampuan berpikir kritis siswa yang dioperasionalkan melalui empat indikator utama: (a) mengidentifikasi masalah secara tepat; (b) menganalisis informasi dengan logis; (c) memecahkan masalah melalui pendekatan kreatif; serta (d) menarik kesimpulan yang valid berdasarkan bukti.

Instrumen penelitian yang diaplikasikan mencakup evaluasi esai (*pretest* dan *posttest*) yang dirancang bersandarkan parameter berpikir kritis sesuai teori Facione (1990), dengan soal-soal kontekstual yang mengukur kemampuan siswa secara mendalam; yang sebelum digunakan pada penelitian diuji validitas dan reliabilitas dengan menggunakan SPSS, serta lembar pemantauan guna meninjau realisasi edukasi, termasuk hubungan antar peserta didik, pemanfaatan instrumen STEM, serta ketaatan terhadap skenario pengajaran. Protokol perolehan informasi dilaksanakan lewat evaluasi tertulis serta pemantauan seketika oleh periset serta pemantau otonom guna triangulasi informasi. Pemeriksaan informasi dieksekusi secara statistik lewat dukungan perangkat lunak SPSS edisi 26, diawali lewat verifikasi kriteria berwujud verifikasi normalitas Kolmogorov-Smirnov serta verifikasi homogenitas *Levene's test* guna memvalidasi dugaan parametrik, dibarengi verifikasi dugaan *independent sample t-test*

(pada derajat kemaknaan $\alpha=0,05$) guna menelaah selisih yang esensial kemampuan berpikir kritis antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pasca-perlakuan.

Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini secara metodologis menerapkan desain quasi-eksperimen yang ketat, rigorous, dan terstruktur melalui pengikutsertaan sepasang grup paralel yang proporsional, yakni kelas eksperimen serta kelas kontrol, untuk memastikan validitas, reliabilitas, serta objektivitas perbandingan hasil yang tinggi. Desain ini dipilih karena memungkinkan pengujian kausalitas secara kuat tanpa intervensi acak penuh, yang sesuai dengan kondisi lapangan sekolah dasar. Kelas eksperimen menerima perlakuan utama berupa pembelajaran terintegrasi dan inovatif dengan pendekatan STEM, yang secara khusus dirancang untuk menggabungkan elemen-elemen multidisiplin secara harmonis dalam konteks materi operasi hitung, mencakup akumulasi, reduksi, multiplikasi, serta distribusi, melewati kegiatan *hands-on* serta berorientasi proyek. Sebaliknya, kelas kontrol mengaplikasikan pola instruksional *Problem-Based Learning* (PBL) selaku metode konvensional dan standar untuk membentuk kelompok perbandingan yang kredibel serta baseline yang valid.

Sebelum pelaksanaan perlakuan yang intensif, kedua kelompok secara seragam dan simultan diberikan instrumen pretest yang standar, tervalidasi, serta konsisten guna mengidentifikasi kemampuan berpikir kritis pramula peserta didik secara presisi, sehingga baseline kondisi kemampuan kedua kelompok dapat dibandingkan secara akurat dan bebas bias. Selanjutnya, setelah fase perlakuan pembelajaran yang berlangsung selama beberapa pertemuan selesai dengan baik, kedua kelompok kembali dievaluasi melalui instrumen posttest yang identik, setara, dan objektif untuk mengukur perubahan, gain score, serta peningkatan kemampuan berpikir kritis secara empiris dan kuantitatif.

Hasil observasi mendalam, sistematis, dan komprehensif terhadap keterlaksanaan pembelajaran di kelas eksperimen mengindikasikan bahwa sebagian besar tahapan pembelajaran berbasis STEM telah terimplementasi dengan baik, lancar, dan efektif sesuai harapan. Dari total 10 indikator observasi utama yang digunakan sebagai parameter penilaian standar, sebanyak 8 indikator berhasil terlaksana secara optimal dan berkualitas tinggi, sehingga menghasilkan persentase keterlaksanaan sebesar 80% yang secara kategorikal termasuk dalam kriteria "baik" berdasarkan rubrik evaluasi pendidikan nasional. Hasil observasi menunjukkan bahwa implementasi pendekatan STEM telah dilaksanakan sesuai dengan tahapan yang tercantum dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP). Pada tahap pendahuluan, guru mengarahkan siswa untuk memahami tujuan pembelajaran dan mengaitkan materi dengan konteks yang dekat dengan kehidupan sehari-hari. Pada tahap penyelidikan, siswa terlibat dalam aktivitas eksplorasi, diskusi, dan kerja kelompok. Sementara itu, pada tahap penutup, guru memfasilitasi refleksi dan penarikan kesimpulan terhadap kegiatan pembelajaran yang telah dilakukan.

Meskipun demikian, ada sejumlah dimensi spesifik yang tetap membutuhkan penyempurnaan serta pembenahan berkelanjutan, seperti tahap pengembangan prototipe rekayasa sederhana dan analisis data yang mendalam serta iteratif, yang dapat ditingkatkan melalui pelatihan guru tambahan, penyediaan alat bantu pembelajaran yang lebih memadai, atau penyesuaian diferensial berdasarkan umpan balik siswa. Pada kelas kontrol, hasil observasi keterlaksanaan pembelajaran juga mencatat persentase yang sama sebesar 80% dengan kategori "baik" secara keseluruhan, yang menandakan bahwa

ritme edukasi berjalan selaras terhadap prosedur tradisional yang sudah direncanakan, berbasis diskusi kelompok terstruktur dan pemecahan masalah sederhana berorientasi masalah. Namun, pendekatan PBL ini belum sepenuhnya mampu mendorong keterlibatan aktif, mendalam, dan berkelanjutan siswa dalam pengembangan berpikir kritis yang multilevel, karena cenderung terbatas pada diskusi verbal tanpa integrasi teknologi atau rekayasa. Perbedaan hasil observasi keterlaksanaan antara kelas eksperimen serta kelas kontrol berpusat pada dimensi fundamental dan struktural, yakni perbedaan dalam penggunaan pendekatan pembelajaran secara keseluruhan hingga sintaks atau langkah-langkah operasional detail selama proses pembelajaran berlangsung secara real-time, di mana STEM menawarkan integrasi multidisiplin yang lebih kaya, dinamis, dan kontekstual dibandingkan PBL murni yang lebih monoton.

Berdasarkan analisis data deskriptif dan inferensial yang komprehensif terhadap nilai pretest, pada kelas eksperimen yang menerapkan pembelajaran STEM, rerata nilai pretest tercatat senilai 63,97 dengan standar deviasi yang menunjukkan konsistensi, rentang nilai terendah 50 dan nilai tertinggi mencapai 83,33, yang secara keseluruhan mencerminkan kondisi kemampuan awal yang relatif homogen dan siap untuk intervensi. Sementara itu di kelas kontrol lewat metode *Problem-Based Learning*, rerata skor pretest adalah 52,22 dengan variasi yang lebih tinggi, nilai tertinggi 83,33 dan nilai terendah 26,67, menunjukkan variasi kemampuan awal yang lebih lebar dan heterogen pada kelompok ini, meskipun kedua kelompok secara statistik tidak berbeda signifikan pada tahap awal (dikonfirmasi melalui uji normalitas dan homogenitas).

Selanjutnya, setelah kedua kelompok menerima perlakuan pembelajaran yang sesuai dengan desain secara konsisten, instrumen posttest diberikan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis atau sebaliknya melalui perbandingan gain score. Pada kelas eksperimen, rerata skor posttest meningkat menjadi 81,27, dengan kenaikan rerata sebesar 17,30 poin dari skor pretest. Skor terendah pada posttest kelas eksperimen adalah 56,67, sedangkan skor tertinggi mencapai 96,67. Peningkatan ini menunjukkan adanya kenaikan capaian siswa pada indikator kemampuan berpikir kritis setelah penerapan pendekatan STEM. Sementara itu, pada kelas kontrol, rerata skor posttest menurun menjadi 49,73, dengan selisih sebesar -2,49 poin dari pretest. Skor terendah pada kelas kontrol adalah 13,33, sedangkan skor tertinggi mencapai 80,00. Penurunan skor pada kelas kontrol perlu ditafsirkan secara hati-hati karena dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti kondisi pelaksanaan tes, kesiapan siswa, kesetaraan tingkat kesulitan instrumen pretest dan posttest, karakteristik pembelajaran, atau faktor lain di luar perlakuan penelitian. Oleh karena itu, temuan ini tidak hanya menunjukkan perbedaan capaian antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, tetapi juga mengindikasikan perlunya penelitian lebih lanjut terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan skor pada kelas kontrol.

Tabel 1. Hasil Uji Independent Samples Test

Variabel	Asumsi varians	Sig.(2-tailed)
Nilai	Equal variances assumed	0.000
Nilai	Equal variances not assumed	0.000

Hasil independent sample t-test menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,001$, sehingga lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05. Berdasarkan hasil tersebut, H_0 ditolak dan H_a diterima. Artinya, terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan STEM dan kelas kontrol setelah perlakuan diberikan. Inferensi yang sanggup disimpulkan ialah muncul selisih yang sangat esensial secara numerik antara kemampuan

berpikir kritis pelajar di kelas eksperimen serta kelas kontrol pasca-tindakan. Oleh sebab itu, metode STEM tervalidasi secara faktual manjur pada mengeskalasi kemampuan berpikir kritis pelajar pada materi operasi hitung di level sekolah dasar. Hasil primer tersebut secara kokoh memvalidasi bahwa edukasi berbasis STEM sanggup menyuguhkan impresi edukasi yang lebih berbobot, relevan, serta transformatif lewat rentetan aktivitas yang mengikutsertakan pelajar secara dinamis dalam prosedur resolusi problematika faktual, pemaduan wawasan multidisiplin, sekaligus penumbuhan kecakapan abad 21 yang esensial.

Studi ini mengadopsi prosedur riset eksperimen lewat tipe *Quasi Experimental*. Penelitian *quasi experimental* ialah riset yang diaplikasikan guna mengidentifikasi dampak sebuah tindakan terhadap variabel spesifik, tetapi tidak sanggup mengontrol variabel luar secara penuh (Sugiono, 2016:116). Tujuan penelitian ini secara spesifik dirancang untuk menginvestigasi dan mengeksplorasi secara mendalam apakah implementasi metode *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) tervalidasi manjur pada memperkuat kemampuan berpikir kritis pelajar kelas IV sekolah dasar Muhammadiyah Ambarbinangun pada materi operasi hitung, semisal akumulasi, reduksi, multiplikasi, serta distribusi. Capaian telaah riset tersebut secara terang serta kredibel mendemonstrasikan bahwa pemanfaatan metode STEM di materi operasi hitung itu membuahkan prestasi yang amat lebih menanjak di kelas eksperimen ketimbang di kelas kontrol yang sekadar bergantung pada skema pengajaran *Problem-Based Learning* (PBL) tradisional.

Dominasi tersebut sanggup ditinjau secara faktual lewat perolehan verifikasi numerik *independent T-test*, tatkala angka kemaknaan (*sig. 2-tailed*) terdata sejumlah 0,000, yang secara kalkulasi sangat di bawah ambang limit tradisional 0,05. Hasil tersebut secara kokoh mengisyaratkan munculnya selisih yang amat esensial secara numerik antara pencapaian himpunan kelas eksperimen serta kelas kontrol. Di samping itu, poin rerata angka kemampuan berpikir kritis di kelas eksperimen tervalidasi secara stabil lebih unggul ketimbang kelas kontrol, yang mengakibatkan selisih itu secara rasional memvalidasi bahwa implementasi metode STEM sanggup memaksimalkan penguatan kemampuan berpikir kritis pelajar secara purna serta kontinu. Pendekatan STEM dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis karena menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam membangun pengetahuan melalui proses penyelidikan, pemecahan masalah, dan perancangan solusi. Dalam perspektif konstruktivisme, siswa tidak hanya menerima konsep matematika secara langsung, tetapi mengkonstruksi pemahaman melalui pengalaman belajar yang melibatkan observasi, diskusi, percobaan, dan refleksi. Integrasi unsur *science, technology, engineering, and mathematics* mendorong siswa untuk mengidentifikasi masalah, menganalisis informasi, memilih strategi penyelesaian, menguji solusi, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti. Melalui mekanisme tersebut, pembelajaran STEM tidak hanya membantu siswa memahami materi operasi hitung, tetapi juga melatih keterampilan berpikir kritis secara lebih sistematis dan kontekstual.

Maka dari itu, sanggup diinferensikan secara mantap bahwa metode STEM tervalidasi manjur dalam mengeskalasi kemampuan berpikir kritis pelajar terutama pada materi operasi hitung di level sekolah dasar. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian *Aplikasi Pola PJBL-STEM guna Mendongkrak Kecakapan Nalar Strata Atas* (Fitriyani 2020). Pada studi ini memvalidasi bila secara faktual memverifikasi bahwa perpaduan metode STEM dalam instruksional mempunyai imbas afirmatif yang esensial dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional sebelumnya, dimana siswa menunjukkan

peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi melalui aktivitas berbasis proyek yang holistik. Penelitian selanjutnya yaitu penelitian *Metode STEM bagi Memperkuat kemampuan berpikir kritis serta Antusiasme menuntut ilmu Pelajar pada instruksional matematika* (Yusuf & Ma'rufi, 2022). Riset ini diselenggarakan pada tingkatan SMA, serta temuannya secara mendetail memaparkan bahwa realisasi instruksional matematika lewat metode STEM mengalami peningkatan yang progresif setelah pemberian perlakuan. Bukti empirisnya terlihat dari perubahan skor yang mencolok antara temuan pretest serta posttest, yang menggambarkan perbaikan kemampuan berpikir kritis serta motivasi belajar murid secara keseluruhan.

Penelitian lainnya yang membahas tentang pengaruh pendekatan STEM terhadap pembelajaran yakni berjudul riset *Efikasi LKS Berlandaskan Numerasi Berbasis Kultur lewat Metode STEM terhadap kemampuan berpikir kritis* (Novitasari 2022). Penelitian ini dilaksanakan pada jenjang SMP, dan secara komprehensif menunjukkan bahwa penerapan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis numerasi berbasis kultur yang dipadukan lewat metode STEM membuahkan daya guna tinggi dalam memperkuat kemampuan berpikir kritis pelajar, lewat metode situasional yang mengoptimalkan tradisi setempat untuk memperkaya pemahaman matematika. Penelitian yang membahas tentang pendekatan STEM berikutnya ialah riset yang berjudul *Impresi Skema instruksional STEM-PBL terhadap kemampuan berpikir kritis Pelajar dalam materi Analisis Data* dari (Wida 2025). Riset ini dilaksanakan pada tingkatan SMA, capaian riset ini secara numerik memvalidasi munculnya dampak yang esensial antara keadaan awal serta akhir pemberian perlakuan instruksional, di mana siswa menunjukkan kemajuan nyata dalam menganalisis data statistik melalui pendekatan terintegrasi STEM-PBL.

Penelitian lainnya yaitu penelitian *Implementasi Strategi STEM guna Mendongkrak Kapabilitas kemampuan berpikir kritis Murid* (Oktaviani et al., 2023). Penelitian sebelumnya pada jenjang SMA menunjukkan bahwa pendekatan STEM dapat mendukung peningkatan kemampuan berpikir kritis karena siswa pada tahap tersebut umumnya telah memiliki kemampuan abstraksi, penalaran logis, dan kemandirian belajar yang lebih berkembang. Temuan pada jenjang SD dalam penelitian ini menunjukkan kecenderungan yang sejalan, tetapi mekanisme pembelajarannya berbeda karena siswa sekolah dasar masih membutuhkan pengalaman belajar yang lebih konkret, visual, dan berbasis aktivitas langsung. Oleh karena itu, efektivitas STEM pada materi operasi hitung di kelas IV tidak hanya bergantung pada integrasi unsur *science, technology, engineering, and mathematics*, tetapi juga pada kemampuan guru mengemas masalah secara sederhana, kontekstual, dan sesuai dengan tahap perkembangan kognitif siswa. Lebih mendalam, instruksional lewat STEM tervalidasi kian manjur pada memperkuat kapabilitas kemampuan berpikir kritis ketimbang lewat strategi pembelajaran konvensional, melalui aktivitas yang mendorong kreativitas dan pemecahan masalah nyata.

Berdasarkan hasil penelitian dan didukung dengan riset sebelumnya yang sudah dipaparkan, sanggup diinferensikan secara eksplisit bila strategi STEM terverifikasi manjur serta fungsional bukan sekadar di level sekolah dasar, melainkan pula sekolah menengah pertama (SMP) serta sekolah menengah atas (SMA). Kemanjuran tersebut ditunjang lewat fakta numerik yang solid, semisal angka kemaknaan yang senantiasa di bawah 0,05 di aneka verifikasi, sekaligus poin rerata capaian edukasi kelas eksperimen yang secara stabil melampaui kelas kontrol. Di samping itu, penerapan pendekatan STEM mampu secara aktif mendorong keterlibatan siswa dalam pembelajaran yang interaktif, meningkatkan kemampuan analisis yang mendalam, serta memfasilitasi siswa untuk menyelesaikan masalah secara logis dan sistematis melalui kolaborasi multidisiplin.

Dengan demikian, pendekatan STEM sanggup diusulkan selaku opsi instruksional yang terbaru, manjur, serta kontinu guna secara maksimal mengakselerasi kemampuan berpikir kritis pelajar pada aneka level edukasi, istimewa pada konteks materi matematika seperti operasi hitung.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis antara siswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan STEM dan siswa yang mengikuti pembelajaran PBL pada materi operasi hitung kelas IV SD Muhammadiyah Ambarbinangun. Hasil uji Independent Samples T-test menunjukkan nilai signifikansi $p < 0,05$, sehingga perbedaan antara kedua kelompok dinyatakan signifikan secara statistik. Rerata skor posttest kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, yang menunjukkan bahwa pendekatan STEM memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Pendekatan STEM mendukung pengembangan berpikir kritis karena melibatkan siswa dalam aktivitas pembelajaran yang menuntut proses mengamati, menganalisis masalah, merancang solusi, menguji hasil, dan menarik kesimpulan. Aktivitas tersebut membantu siswa memahami materi operasi hitung secara lebih kontekstual melalui keterlibatan langsung dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, penerapan STEM dapat menjadi alternatif strategi pembelajaran matematika di sekolah dasar, khususnya untuk materi yang membutuhkan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa guru perlu merancang pembelajaran matematika yang tidak hanya berorientasi pada penyelesaian soal, tetapi juga memberi ruang bagi siswa untuk mengeksplorasi masalah, berdiskusi, dan menyusun solusi secara kolaboratif. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan sampel yang lebih luas, menggunakan waktu perlakuan yang lebih panjang, serta menguji efektivitas STEM pada materi matematika lain agar hasil penelitian dapat dibandingkan secara lebih komprehensif.

Daftar Pustaka

- Abd Rahman, B. P., Munandar, S. A., Fitriani, A., Karlina, Y., & Yumriani, Y. (2022). Pengertian pendidikan, ilmu pendidikan dan unsur-unsur pendidikan. *Al-Urwatul Wutsqa: Kajian Pendidikan Islam*, 2(1), 1–8. <https://journal.unismuh.ac.id/index.php/alurwatul>
- Antara, I. D. G. J., Suarni, N. K., & Margunayasa, I. G. (2023). Tinjauan pustaka sistematis: Kemampuan berpikir kritis siswa ditinjau dari motivasi belajar. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(1), 198–204. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v9i1.801>
- Fitriyani, A., Toto, T., & Erlin, E. (2020). Implementasi model PjBL-STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 1–6. <https://doi.org/10.25157/jpb.v8i2.4375>
- Fisabilillah, R. E. (2026). Implementasi strategi pembelajaran Contextual Teaching and Learning pada mata pelajaran Akidah Akhlak kelas 7 di MTs Darul Mujahadah Prupuk Kabupaten Tegal. *Bayt Al Hikmah: Jurnal Pendidikan dan Pengembangan Masyarakat Islam*, 2(1), 68–81. <https://doi.org/10.54065/BaytAl-Hikmah.593>
- Hasjim, M., Said, I. M., Balla, T., Rismayanti, R., & Iman, M. N. (2025). Pelatihan penerapan model pembelajaran Jigsaw dalam pembelajaran bahasa dan sastra. *Abdimas Langkanae*, 5(2), 489–500. <https://doi.org/10.53769/jpm.v5i2.539>

- Hidayati, A. U. (2017). Melatih keterampilan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran matematika pada siswa sekolah dasar. *Terampil: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar*, 4(2), 143–156. <https://doi.org/10.24042/terampil.v4i2.2222>
- Khauro, K., Setyawan, A., & Citrawati, T. (2020). Pengaruh metode ceramah terhadap hasil belajar dalam pelajaran matematika kelas I SDN Telang 1. *Prosiding Nasional Pendidikan: LPPM IKIP PGRI Bojonegoro*, 1(1), 667–671.
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana*, 2(1), 455–460. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/view/325>
- Novitasari, N., Febriyanti, R., & Wulandari, I. A. (2022). Efektivitas LKS berbasis etnomatematika dengan pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis. *Vygotsky: Jurnal Pendidikan Matematika dan Matematika*, 4(1), 57–66.
- Nurfadhillah, S., Wahidah, A. R., Rahmah, G., Ramdhan, F., & Maharani, S. C. (2021). Penggunaan media dalam pembelajaran matematika dan manfaatnya di sekolah dasar swasta Plus Ar-Rahmaniyah. *EDISI: Jurnal Edukasi dan Sains*, 3(2), 289–298. <https://doi.org/10.36088/edisi.v3i2.1353>
- Oktaviani, A. D., Shoffa, S., & Kristanti, F. (2023). Critical thinking ability in mathematics learning through contextual teaching and learning approach. *Journal of Education and Teaching (JET)*, 4(2), 276–282. <https://doi.org/10.51454/jet.v4i2.234>
- Patmaniar, P., Ilyas, M., Ma'rufi, M., Alam, S., Taufiq, T., Nisraeni, N., & Fitriani, A. (2025). Deep learning dalam pembelajaran matematika. *Abdimas Langkanae*, 5(1), 63–71. <https://doi.org/10.53769/jpm.v5i1.405>
- Rahmaini, N., & Chandra, S. O. (2024). Pentingnya berpikir kritis dalam pembelajaran matematika. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 4(1), 1–8. <https://doi.org/10.29303/griya.v4i1.420>
- Rahmaniah, N., Oktaviani, A. M., Arifin, F., Fitriyani, Maulana, G., Triana, H., Jayadi, Serepinah, M., Misyanto, Abustang, P. B., Manurung, A. S., Wafiqni, N., Waluyo, Wijaya, S., Widiawati, & Patras, Y. E. (2023). *Berpikir kritis dan kreatif: Teori dan implementasi praktis dalam pembelajaran*. Publica Indonesia Utama.
- Ritonga, S., & Zulkarnaini, Z. (2021). Penerapan pendekatan STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 4(1), 75–81. <https://doi.org/10.30605/jsgp.4.1.2021.519>
- Su, W.-S., & Chang, C.-Y. (2025). An integrative review with word cloud analysis of STEM education. *Journal of Science Education and Technology*, 34(5), 1227–1240. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10134-8>
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sulistiani, E., & Masrukan, M. (2017). Pentingnya berpikir kritis dalam pembelajaran matematika untuk menghadapi tantangan MEA. *PRISMA: Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 605–612.
- Syafitri, E., Armanto, D., & Rahmadani, E. (2021). Aksiologi kemampuan berpikir kritis: Kajian tentang manfaat dari kemampuan berpikir kritis. *Journal of Science and Social Research*, 4(3), 320–325. <https://doi.org/10.54314/jssr.v4i3.682>

- Wicaksana, L., Widiarti, N., & Subali, B. (2025). Kajian pustaka: Realistic Mathematics Education terhadap kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 25(2), 158–173.
<https://doi.org/10.17509/jpp.v25i2.83608>
- Wida, O. N., Candraningtyas, T. D., Widyawati, I., & Santia, I. (2025). Pengaruh model pembelajaran STEM-PBL terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dalam materi statistika. *ELIPS: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(2), 48–55.
<https://doi.org/10.47650/elips.v6i2.1989>
- Yusuf, I., Ma'rufi, & Nurdin. (2022). Pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan motivasi belajar siswa pada pembelajaran matematika. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 2(1), 26–40.
<https://doi.org/10.51574/kognitif.v2i1.416>