Science and Education Journal
Vol 5 No 3 (2026)
E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Meta-Analisis Pengaruh Pendekatan STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif: Effect Size, Heterogenitas, Dan Variabel Moderator

Bettri Yustinaningrum[1]
[1]UIN Sayyid Ali Rahmatullah, Tulungagung, Indonesia,
bettri_yustinaningrum@yahoo.com

Abstrak

Berbagai penelitian eksperimen telah menguji pengaruh stem terhadap berpikir kritis dan kreatif dan menemukan adanya pengaruh positif. Namun, setiap penelitian memiliki besar pengaruh yang berbeda-beda. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif siswa melalui metode meta-analisis dengan melihat effect size, heterogenitas, dan variabel moderator. Analisis menggunakan aplikasi open mee dengan terlebih dahulu melalui proses seleksi dengan metode PRISMA. Hasil menunjukkan bahwa STEM berpengaruh signifikan terhadap berpikir kritis (p = 0,001), tetapi belum signifikan terhadap berpikir kreatif (p = 0,051). Heterogenitas penelitian tergolong tinggi, dengan nilai I^2 sebesar 91,13% untuk berpikir kritis dan 96,012% untuk berpikir kreatif. Analisis moderator menunjukkan bahwa jenjang pendidikan berperan dalam memengaruhi efektivitas STEM. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan STEM perlu disesuaikan dengan karakteristik dan jenjang pendidikan siswa.

Kata Kunci: *Berpikir kreatif, Berpikir kritis, Effect Size, Heterogenitas, STEM, Variabel Moderator*

Abstract

Various experimental studies have examined the impact of STEM on critical and creative thinking, finding positive effects; however, the magnitude of these effects varies across studies. This study aims to analyze the impact of the STEM approach on students' critical and creative thinking skills using a meta-analysis method, specifically examining effect sizes, heterogeneity, and moderator variables. The analysis was conducted using the OpenMEE application following a selection process based on the PRISMA method. The results indicate that STEM has a significant effect on critical thinking (p = 0.001) but not on creative thinking (p = 0.051). Study heterogeneity was high, with I^2 values of 91.13% for critical thinking and 96.012% for creative thinking. Moderator analysis revealed that educational level plays a role in influencing the effectiveness of STEM. These findings suggest that the implementation of STEM needs to be tailored to the characteristics and educational levels of the students.

Keywords: *Creative thinking, Critical thinking, Effect size, Heterogeneity, STEM, Moderator variable*

Corresponding Author:
Bettri Yustinaningrum
UIN Sayyid Ali Rahmatullah, bettri_yustinaningrum@yahoo.com

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

PENDAHULUAN

Tantangan abad ke-21 mendorong perubahan besar terhadap bidang Pendidikan yang tidak hanya berorientasi kepada peningkatan pengetahuan tetapi juga pengembangan ketrampilan berpikir Tingkat tinggi (Rismana, 2025). Keterampilan berpikir tingkat tinggi umumnya dianggap sebagai kompetensi kognitif tingkat lanjut yang mencakup berpikir kritis, berpikir kreatif, dan berpikir komputasional, yang memungkinkan individu untuk secara efektif menangani masalah kompleks serta beradaptasi baik dalam konteks akademis maupun dunia nyata yang sesungguhnya (Yanping et al., 2025). Kemampuan berpikir kritis memberdayakan siswa untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argumen, dan mengambil keputusan yang berlandaskan informasi yang memadai (Ditingki et al., 2025). Sedangkan ketrampilan berpikir kreatif adalah kemampuan untuk menghasilkan gagasan baru, orisinal, dan bermanfaat (Manurung, 2025). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan ketrampilan berpikir kritis dan kreatif agar peserta didik siap menghadapi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.

Namun, berbeda dengan realita di lapangan peran guru masih mendominasi pembelajaran di sekolah. Pembelajaran yang dilaksanakan cenderung berorientasi pada penyelesaian soal rutin dan hafalan procedural sehingga ruang untuk refleksi, eksplorasi, serta dialog matematis siswa menjadi terbatas (Higgins & Parsons, 2021; Saragih et al., 2026). Diperlukan pendekatan pembelajaran yang memberi kesempatan kepada siswa untuk mengintegrasikan pengetahuan dalam memecahkan masalah dan menciptakan Solusi. Pendekatan STEM (science, technology, engineering, and mathematics) merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam menyelesaikan masalah (Sumaya et al., 2021). (R, 2016) menjelaskan mengenai karakteristik pendekatan STEM seperti (1) Integrasi setidaknya dua bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika, (2) berfokus pada masalah dunia nyata, (3) berbasis inkuiri dan berpusat pada siswa, (4) mengarah pada pengembangan produk atau proses untuk memecahkan masalah, serta (5) Kerja sama tim dan komunikasi siswa.

Studi (Sayidiman et al., 2025) menunjukkan pengaruh signifikan pendekatan stem terhadap kemampuan berpikir kritis dengan nilai uji-t sebesar 0. 001 < 0, 05. (Ayurachmawati et al., 2024) menunjukkan ada pengaruh pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) terhadap kemampuan berpikir kritis kelas V dengan t-hitung = 2,945 > t-tabel = 1,724. (Nailinda et al., 2025) melakukan penelitian pengaruh pembelajaran stem terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif di kelas V SD dengan nilai berpikir kritis sebesar 0,001 < 0,05 dan berpikir kreatif sebesar 0,012 < 0,05. (Berliana et al., 2026) menunjukkan adanya pengaruh pembelajaran stem dengan menggunakan mind mapping terhadap kemampuan berpikir kreatif dengan nilai t-hitung =(6.257) > t-Tabel = (2, 101). (Mardatillah & Kristayulita, 2024) menunjukkan adanya pengaruh pembelajaran stem terhadap berpikir kreatif dengan nilai sig 2-tailed sebesar (0,018) < (0,05). Berbagai penelitian eksperimen telah menguji pengaruh stem terhadap berpikir kritis dan kreatif dan menemukan adanya pengaruh positif. Namun, setiap penelitian memiliki besar pengaruh yang berbeda-beda. Perbedaan ini berkaitan dengan jenjang Pendidikan, desain stem, ukuran sampel, dan instrument. Untuk melihat perbedaan tersebut perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menganalisis lebih sistematis terhadap pengaruh stem terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

Sejumlah meta-analisis telah mensintesis pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif. (Asrizal et al., 2024) menganalisis 20 artikel tentang pengaruh pembelajaran STEM terhadap berpikir kritis dan kreatif.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Analisisnya berfokus pada effect size, kemudian mengelompokkan hasil berdasarkan jenjang pendidikan, model pembelajaran, dan materi pembelajaran. Namun, analisis tersebut lebih menekankan pada besarnya effect size dan belum secara mendalam menjelaskan variasi efek antarpenelitian melalui pengujian heterogenitas. (Feziyasti et al., 2025) melakukan meta-analisis yang lebih spesifik pada PjBL dengan pendekatan STEM, dengan moderator bidang ilmu dan materi pembelajaran. Penelitian tersebut menggunakan 16 artikel periode 2018–2024. Penelitian sebelumnya cenderung menggabungkan kedua kemampuan tersebut. Padahal, berpikir kritis dan berpikir kreatif merupakan konstruk yang berbeda. Selain itu masih terdapat ruang untuk melakukan analisis yang lebih komprehensif dengan menguji heterogenitas terlebih dahulu, kemudian menjelaskan sumber variasi tersebut melalui analisis moderator. Oleh karena itu, penelitian ini memperluas dan memperbaharui sintesis meta analisis mengenai pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif dengan tidak hanya mencari besarnya effect size, tetapi juga menguji heterogenitas dan mengidentifikasi variable moderator yang bertujuan menemukan variasi besarnya pengaruh antar penelitian.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memberikan sintesis kuantitatif yang lebih komprehensif mengenai pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Berbeda dari kajian sebelumnya, penelitian ini tidak hanya mengestimasi effect size secara keseluruhan, tetapi juga menganalisis heterogenitas dan mengeksplorasi karakteristik studi yang berpotensi menjelaskan variasi pengaruh STEM. Dengan demikian, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan bukti yang lebih kuat mengenai efektivitas STEM sekaligus memberikan informasi mengenai kondisi pembelajaran yang berpotensi menghasilkan pengaruh yang lebih optimal terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode meta analisis untuk menganalisis dan mengintegrasikan secara kuantitatif hasil berbagai penelitian mengenai pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Proses identifikasi, seleksi, dan pelaporan berpedoman pada PRISMA. Tahapan meta analisis antara lain identifikasi artikel, penyaringan, penilaian kelayakan, ekstraksi data, pengodean karakteristik penelitian, perhitungan ukuran efek, analisis heterogenitas, dan analisis variable moderator.

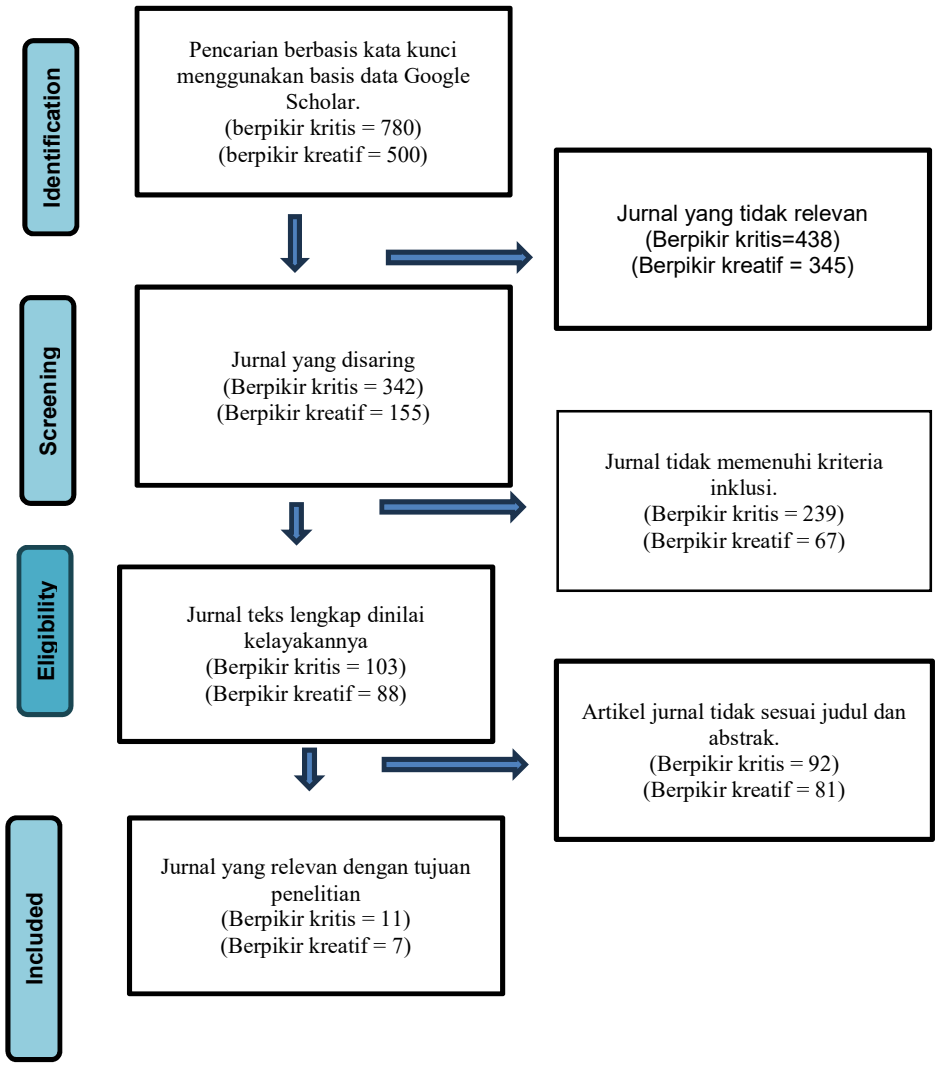
Pencarian artikel dilakukan secara sistematis pada basis data ilmiah google scholar melalui publish of perish (POP). Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci seperti “Pengaruh” , “STEM”,”Berpikir kritis”, dan “Pengaruh”, “STEM”, “Berpikir kreatif”. Pencarian dilakukan pada rentang waktu 2019-2025. Hasil pencarian kemudian di saring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria inklusi dan eksklusi

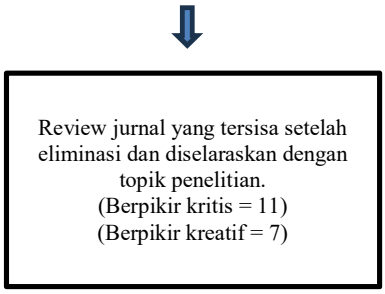
Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Merupakan penelitian empiris kuantitatif atau eksperimen/kuasi eksperimen.	Bukan merupakan penelitian empiris
Menginvestigasi penerapan pendekatan	Tidak berfokus pada implementasi pendekatan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

STEM dalam proses pembelajaran	STEM
Memiliki kelompok eksperimen dan kontrol	Tidak memiliki kelompok eksperimen dan kontrol
Mengukur kemampuan berpikir kritis dan/atau berpikir kreatif sebagai variabel hasil.	Tidak mengukur kemampuan berpikir kritis maupun berpikir kreatif.
Menyediakan data statistik yang memungkinkan perhitungan ukuran efek, seperti rata-rata, standar deviasi, jumlah sampel, atau data statistik relevan lainnya.	Tidak menyediakan data statistik yang dapat digunakan untuk menghitung ukuran efek
Artikel tersedia dalam teks lengkap.	Tidak tersedia dalam teks lengkap
Artikel diterbitkan pada jurnal ilmiah atau prosiding yang memenuhi kriteria kualitas yang telah ditetapkan.	Artikel tidak diterbitkan pada jurnal ilmiah atau prosiding yang memenuhi kriteria kualitas yang telah ditetapkan
Artikel diterbitkan dalam rentang tahun 2019-2025	Artikel tidak diterbitkan dalam rentang tahun 2019-2025



E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X



Gambar 1. Prosedur seleksi penelitian berdasarkan prisma

Penelitian yang sudah melalui proses seleksi PRISMA kemudian dimasukan ke dalam lembar pengodean. Informasi yang dikumpulkan meliputi: (1) Identitas penelitian seperti nama penulis dan tahun publikasi, (2) Jenjang pendidikan, (3) Jumlah sampel, (4) Variabel hasil, dan (5) Data statistik yang diperlukan untuk menghitung ukuran efek seperti rata-rata, standar deviasi.

Setelah di ekstraksi dan pengodean langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis uji effect size, analisis heterogenitas, dan analisis moderator menggunakan aplikasi open mee. Langkah selanjutnya dilakukan interpretasi ke kategori *Effect Size Cohen's* dengan ketentuan berikut. (Cohen et al., 2007)

Tabel 2. Kriteria Nilai Effect Size Cohen's

No	Nilai Effect Size	Kategori
1	0-0,20	Sangat rendah
2	0,21 – 0,50	Rendah
3	0,51 – 1,00	Sedang
4	>1,00	Tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada studi ini akan dianalisis sebanyak 11 artikel pengaruh pendekatan stem terhadap kemampuan berpikir kritis dan 7 artikel pengaruh pendekatan stem terhadap kemampuan berpikir kreatif dengan jangka waktu dari tahun 2019 sampai 2025, mulai jenjang SD sampai PT. Analisis ini digunakan untuk mengetahui *effect size* pengaruh pendekatan stem pada kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Langkah pertama yang dilaksanakan yaitu memberikan kode sesuai di tabel 3.

Tabel 3. Pemberian Kode Terhadap Penelitian Meta Analisis

Kemampuan	Peneliti	Tahun Terbit	Tingkatan	Bentuk Publikasi	Kode
Berpikir Kritis	Dewi et al	2023	SD	Artikel	R1
	Abdullah et al	2025	SD	Artikel	R2
	Adiwiguna et al	2019	SD	Artikel	R3
	Nilinda et al	2025	SD	Artikel	R4
	Fadhilah	2021	PT	Artikel	R5
	Davidi et al	2021	SD	Artikel	R6
	Ardianti et al	2019	SMA	Artikel	R7
	Pulia wati et al	2024	SD	Artikel	R8

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

	Herlita et al	2023	SMP	Artikel	R9
	Ardianti et al	2020	SMA	Artikel	R10
	Susiloningsih	2025	SD	Artikel	R11
Berpikir Kreatif	Karlina et al	2023	SMP	Artikel	P1
	Mardatilah & Kristayulita	2024	SMP	Artikel	P2
	Palangi	2025	SMA	Artikel	P3
	Prastiwi	2024	SD	Artikel	P4
	Wardani	2023	SMA	Artikel	P5
	Karmila	2022	SMA	Artikel	P6
	Susiloningsih	2025	SD	Artikel	P7

Pengkodean pada analisis studi di atas dengan memperhatikan beberapa hal seperti nama peneliti, tahun terbit, jenjang yang diteliti, bentuk publikasi, dan kode. Langkah kedua setelah pemberian kode adalah menentukan nilai effect size yang disajikan di tabel 4.

Tabel 4. Effect Size dari Tiap Penelitian

Kemampuan	Kode Studi	Bentuk Publikasi	Effect Size	Kategori
Berpikir Kritis	**R1**	Artikel	1.602	Tinggi
	R2	Artikel	1.619	Tinggi
	R3	Artikel	0.788	Sedang
	R4	Artikel	2.111	Tinggi
	R5	Artikel	1.828	Tinggi
	R6	Artikel	2.131	Tinggi
	R7	Artikel	3.210	Tinggi
	R8	Artikel	0.000	Sangat Rendah
	R9	Artikel	0.998	Sedang
	R10	Artikel	3.217	Tinggi
	R11	Artikel	2.829	Tinggi
Berpikir kreatif	**P1**	Artikel	1.729	Tinggi
	P2	Artikel	0.556	Sedang
	P3	Artikel	0.571	Sedang
	P4	Artikel	-0.896	Sangat Rendah
	P5	Artikel	0.805	Sedang
	P6	Artikel	0.196	Sangat Rendah
	P7	Artikel	3.269	Tinggi

Menurut tabel 4. Dapat dijelaskan bahwa hasil nilai *effect size* untuk kemampuan berpikir kritis didominasi dengan kategori tinggi (8 publikasi), sedang (2 publikasi), dan sangat rendah (1 publikasi) sedangkan untuk kemampuan berpikir kreatif terdiri dari kategori tinggi (2 publikasi), sedang (3 publikasi) dan sangat rendah (2 publikasi). Kategori *effect size* sangat rendah dan rendah dalam publikasi dapat disebabkan oleh sample size yang kecil, publikasi bias, desain studi yang kurang optimal, kurangnya kontrol variabel, dan kesalahan dalam pengukuran (Schäfer & Schwarz, 2019). Langkah selanjutnya adalah mencari pengaruh dari pendekatan stem terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif yang disajikan di tabel 5.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

Tabel 5. Dampak Pengaruh Pendekatan STEM Pada Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif

Kemampuan	Perkiraan	Batas Bawah	Batas Atas	Std Error	p-Value
Berpikir kritis	1.821	1.255	2.388	0.289	< 0.001
Berpikir kreatif	0.884	-0.005	1.773	0.454	0.051

Dilihat dari tabel 5. Nilai p-value sebesar 0,001 < 0,05 berarti pendekatan STEM efektif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dan 0.051 > 0.05 berarti pendekatan STEM belum terbukti signifikan secara statistic berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kreatif. Nilai *estimate effect size* untuk berpikir kritis adalah 1.821 tergolong kriteria tinggi dan berpikir kreatif 0.884 tergolong kriteria sedang. Melalui dua pembahasan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa pendekatan STEM terbukti efektif terhadap kemampuan berpikir kritis dengan kekuatannya berkategori tinggi. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa STEM berpengaruh terhadap kemampuan berpikir kritis (Ananda & Salamah, 2021; Fitriani et al., 2024). Sedangkan untuk kemampuan berpikir kreatif, pendekatan STEM belum terbukti berpengaruh signifikan secara statistik. Hal ini senada dengan (Madhukumar, 2022) menjelaskan faktor yang mempengaruhi nilai P adalah ukuran sample dan besarnya perbedaan antar kelompok. Semakin besar ukuran sampel, semakin besar kemungkinan suatu penelitian menemukan hubungan yang signifikan dan jika terdapat perbedaan yang besar antar kelompok, akan lebih mudah untuk mendeteksinya. Hasil studi ini selaras dengan salah satu penelitian (Sirajudin et al., 2020) yang menjelaskan bahwa nilai p > 0,05 untuk interaksi antara tingkat kemampuan berpikir kreatif dan pendekatan STEM yang berarti tidak terdapat interaksi antara kedua faktor tersebut terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa.

Tahapan berikutnya yaitu mencari nilai Heterogeneity untuk syarat menentukan variabel moderator yang disajikan di tabel 6.

Tabel 6. Varians Pengaruh Pendekatan STEM Pada Kemampuan Berpikir Kritis dan Kreatif

Kemampuan	tau^2	Q (df)	Het. P-Value	I^2
Berpikir kritis	0.822	112.737	<0.001	91.13
Berpikir kreatif	1.374	150.459	<0.001	96.012

Menurut tabel 6. heterogeneity dari kemampuan berpikir kritis dan kreatif, hasilnya beragam. Hal tersebut dapat diperhatikan dari niali I^2 sebesar 91,13% dan 96.012% lebih besar dari 50% sehingga ditarik kesimpulan bahwa penelitian yang sudah dilaksanakan bersifat beragam serta dapat dilanjutkan ke analisis variabel moderator.

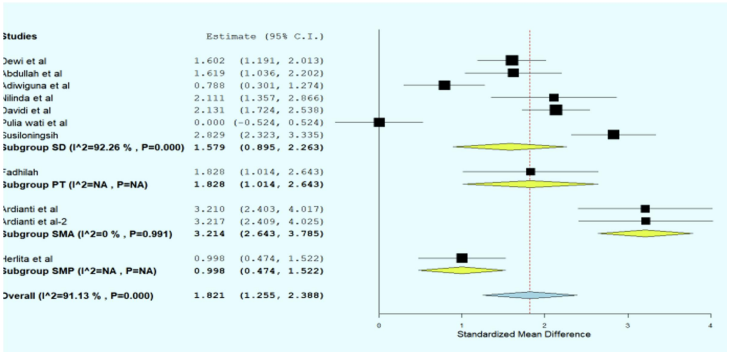
Tabel 7. Variabel Moderator Tingkatan Pendidikan

Kemampuan	Penelitian	Perkiraan	Batas Bawah	Batas Atas	Std. error	p-Val
Berpikir Kritis	Subgroup SMP	0.998	0.474	1.522	0.267	< 0.001
	Subgroup SD	1.579	0.895	2.263	0.349	NA
	Subgroup SMA	3.214	2.643	3.785	0.291	<0.001
	Subgroup	1.828	1.014	2.643	0.416	NA

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

	PT					
	Overall	1.821	1.255	2.388	0.289	<0.001
Berpikir Kreatif	Subgroup SMP	1.729	1.136	2.322	0.303	NA
	Subgroup SD	1.183	-2.898	5.264	2.082	0.570
	Subgroup SMA	0.609	0.283	0.935	0.166	<0.001
	Overall	0.884	-0.005	1.773	0.454	0.051

Menurut tabel 7. dapat dilihat bahwa tidak semua subgrup tingkatan memiliki nilai rata-rata *effect size* kurang dari 0,05. Subgrup yang memiliki nilai dibawah 0,05 pada kemampuan berpikir kritis adalah subgrup SMP dan SMA sedangkan subgrup SD dan SMA tertulis *not available* (NA) atau tidak tersedia. Subgroup yang memiliki nilai dibawah 0,05 pada kemampuan berpikir kreatif adalah SMA sedangkan subgroup SD lebih dari 0.05 dan subgroup SMP not available (NA). Nilai *effect size* dari subgrup SD pada kemampuan berpikir kreatif di atas 0,05 menunjukkan hasil tidak signifikan, efeknya sangat kecil dan tidak relevan secara praktis. Subgrup SMP, SMA menunjukkan nilai not available yang artinya nilai P-value tidak dapat dihitung disebabkan oleh kurangnya data, hasil konsisten atau sama, dan kesalahan pada perhitungan. Solusi untuk mengatasi nilai P-value not available (NA) adalah meninjau model statistik, penambahan studi, memperbaiki informasi atau data, menerapkan pendekatan alternatif, dan analisis subgroup (Higgins & Parsons, 2021). Gambar 2. Menyajikan hasil forest plot dari meta analisis yang dilakukan terhadap jenjang Pendidikan.



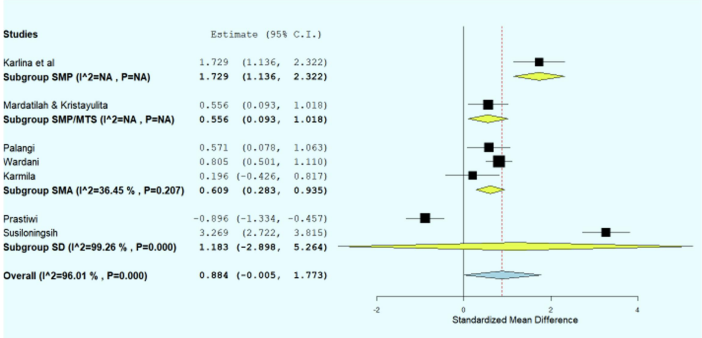
Gambar 2.Subgroup Forest Plot Pengaruh Pendekatan STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis

Gambar di atas menunjukkan forest plot setiap subkelompok memiliki nilai Standardized Mean Difference (SMD) yang berbeda-beda, menandakan adanya variasi pengaruh pendekatan STEM pada tiap jenjang pendidikan. Subkelompok SD memiliki nilai SMD sebesar 1.579 (95% CI: 0.895–2.263) dengan heterogenitas tinggi (I^2 = 92.26%), menunjukkan efek yang kuat namun bervariasi antar penelitian. Subkelompok PT menunjukkan efek sebesar 1.828 (95% CI: 1.014–2.643), sedangkan subkelompok SMA memiliki efek tertinggi yaitu 3.214 (95% CI: 2.643–3.785) dengan heterogenitas rendah (I^2 = 0%), artinya hasil penelitian antar studi pada tingkat SMA relatif konsisten. Subkelompok SMP memiliki efek sedang sebesar 0.998 (95% CI: 0.474–1.522).

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa tingkat pendidikan menjadi variabel moderator yang memengaruhi besarnya pengaruh pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kritis, di mana efek paling tinggi terlihat pada jenjang SMA, dan paling rendah pada SMP. Nilai heterogenitas keseluruhan (I^2 = 91.13%, p = 0.000)

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

menandakan adanya perbedaan yang cukup besar antar kelompok, memperkuat bahwa jenjang pendidikan berperan penting sebagai faktor pembeda (moderator) dalam meta-analisis ini.



Gambar 3. Subgroup Forest Plot Pengaruh Pendekatan STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif

Gambar 3. di atas menampilkan forest plot hasil pada gambar terlihat bahwa setiap subkelompok memiliki nilai Standardized Mean Difference (SMD) yang berbeda. Subkelompok SMP menunjukkan nilai efek sebesar 1.729 (95% CI: 1.136–2.322), yang menunjukkan pengaruh kuat dan signifikan. Subkelompok SMA memiliki efek sedang dengan SMD 0.609 (95% CI: -0.283–0.935) dan heterogenitas moderat (I^2 = 36.45%, p = 0.207), menandakan variasi antar penelitian tidak terlalu besar. Sementara itu, subkelompok SD memperlihatkan hasil yang paling bervariasi dengan SMD 1.213 (95% CI: -2.898–5.264) dan heterogenitas sangat tinggi (I^2 = 99.26%, p = 0.000), menandakan adanya perbedaan besar antar studi pada jenjang ini.

Secara keseluruhan, nilai gabungan (overall effect) menunjukkan SMD 0.884 (95% CI: -0.005–1.773) dengan tingkat heterogenitas tinggi (I^2 = 96.01%, p = 0.000), yang berarti ada perbedaan signifikan antar kelompok. Hal ini mengindikasikan bahwa jenjang pendidikan berperan sebagai variabel moderator yang mempengaruhi seberapa besar efektivitas pendekatan STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil meta-analisis, pendekatan STEM terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, dengan nilai *p-value* 0,001 < 0,05. Sementara itu, pengaruh STEM terhadap kemampuan berpikir kreatif belum menunjukkan hasil yang signifikan secara statistik karena nilai *p-value* sebesar 0,051 > 0,05. Hasil analisis juga menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar antarpenelitian, terlihat dari nilai I^2 sebesar 91,13% untuk kemampuan berpikir kritis dan 96,012% untuk kemampuan berpikir kreatif. Tingginya nilai heterogenitas tersebut menunjukkan bahwa efektivitas STEM dapat berbeda-beda bergantung pada kondisi dan karakteristik penelitian. Hasil analisis moderator semakin memperkuat temuan tersebut, karena jenjang pendidikan terbukti dapat memengaruhi besarnya efektivitas STEM dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan STEM tidak dapat dilakukan dengan cara yang sama pada setiap jenjang pendidikan, tetapi perlu disesuaikan dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu melihat faktor lain yang mungkin memengaruhi keberhasilan STEM, seperti jenis mata pelajaran, model STEM yang diterapkan, lama pembelajaran, jumlah peserta didik, serta instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, penelitian berikutnya diharapkan

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kondisi pembelajaran seperti apa yang paling efektif dalam menerapkan pendekatan STEM.

DAFTAR PUSTAKA

Ananda, P. N., & Salamah, U. (2021). Meta Analisis Pengaruh Integrasi Pendekatan STEM Dalam Pembelajaran IPA Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, *7*(1), 54–64.

Asrizal, Virijai, F., N, A., & Usmeldi. (2024). Effects Of STEM Learning On Critical and Creative Thinking Skills: A Meta-Analysis. *International Journal Of Advanced Research (IJAR)*, *12*(2), 114–121. https://doi.org/10.21474/IJAR01/18273

Ayurachmawati, P., Asmara, R., Nopriyanti, T. D., Guru, P., Dasar, S., Kritis, K. B., Asmara, R., Nopriyanti, T. D., & Skills, T. (2024). Pengaruh Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Kelas V SD Negeri 01 Rasuan. *Indonesian Research Journal on Education*, *4*(2), 380–384.

Berliana, D., Putra, M. J., & Sunaedi. (2026). Pengaruh Model STEAM Menggunakan Bantuan Mind Mapping Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Matematika Materi Geometri Kelas II SD. *Jurnal Wahana Pendidikan*, *24*(1), 69–80.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education (6th Edition)*. Routledge.

Ditingki, A. M., Cimene, A., Cimene, D. R. A., & Thaise, F. (2025). Inquiry-Based Learning Strategies and Critical Thinking Skills of College Students. *Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies, Vol.5, 5*(8), 637–650. https://doi.org/10.47760/cognizance.2025.v05i08.028

Feziyasti, A., Saputri, I., Assrizal, & Mufit, F. (2025). The Effect of Project-Based Learning Model (PjBL) with STEM Approach to Promote Students ' Critical and Creative Thinking Skills : A Meta Analysis. *Radiasi : Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, *18*(1), 11–22.

Fitriani, I., Wijayanti, K., Mariani, S., & Agoestanto, A. (2024). Meta Analisis: Pengaruh Model Project Based Learning Berpendekatan STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Siswa. *Histogram: Jurnal Pendidikan Matematika*, *8*(1), 169–181.

Higgins, J., & Parsons, R. (2021). Instructional Coaches' Framing of a Mathematics Reform. *International Journal of Mentoring and Coaching in Education*, *10*(4), 435–448. https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJMCE-01-2021-0013

Madhukumar. (2022). Statistical Significance versus Clinical Significance. *Journal of Ophithamology Clinics and Research*, *2*(2), 59–61.

Manurung, A. S. (2025). The Role of Creative Thinking Models in Statistics Courses for Elementary School Teacher Education Students at Esa Unggul University. *The Virtual International Conference on Economics, Law and Humanities Volume*, *4*(1), 203–210.

Mardatillah, B. L. R., & Kristayulita. (2024). Pengaruh Pembelajaran Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan*, *4*(1), 472–482.

Nailinda, V., Alim, J. A., & Sekarwinahyu, M. (2025). IMPLEMENTASI PEMBELAJARAN STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS) TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SEKOLAH DASAR. *Science:Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, *5*(1), 363–374.

E-ISSN : 2962-9713
P-ISSN : 2963-928X

R, A. J. (2016). *STEM By Design*. Routledge. https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315679976

Rismana, N. (2025). Pengembangan Kurikulum di Indonesia Dalam Menghadapi Tuntutan Abad Ke-21. *Al I'tibar:Jurnal Pendidikan Islam*, *12*(1), 1–8.

Saragih, J. P., Susarno, L. H., Wahyuda, S., Diningrat, M., Surabaya, U. N., & Surabaya, K. (2026). Pengaruh Problem Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Literasi Digital Siswa SMP dalam Pembelajaran IPA dan Matematika : Systematic Literature Review. *JagoMIPA:Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, *6*(2), 976–996.

Sayidiman, Rahman, A., & Pratiwi, L. I. (2025). Pengaruh Pembelajaran STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Sekolah Dasar. *ETEDU:Elementary of Teacherr Education*, *02*(01), 101–114.

Schäfer, T., & Schwarz, M. A. (2019). The Meaningfulness of Effect Sizes in Psychological Research : Differences Between Sub-Disciplines and the Impact of Potential Biases. *Frontiers in Psychology*, *10*, 1–13. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00813

Sirajudin, N., Suratno, J., & Pamuti. (2020). Developing Creativity Through STEM Education. *International Conference on Mathematics and Science Education*, 1–5. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012211

Sumaya, A., Israwaty, I., & Ilmi, N. (2021). Penerapan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Sekolah Dasar Di Kabupaten Pinrang. *PINISI Journal Of Education*, *1*(2), 217–223.

Yanping, R., Huiyi, J., & Yanjuan, Z. (2025). The Relationship Between Higher-order Thinking Skills and Academic Engagement in Online English Learning : The Mediating Role of Academic Emotion Regulation Strategies. *Acta Psychologica*, *258*(May), 105225. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105225