



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 6336-6343

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Meta Analisis Pengaruh Pembelajaran Fisika Berbasis STEM terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Sintya Asiah¹, Usmeldi²

¹Pendidikan IPA Universitas Tjut Nyak Dhien Medan

²Pendidikan Fisika Universitas Negeri Padang

¹sintyaasiah83@gmail.com, ²usmeldi@ft.unp.ac.id*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dengan menggunakan pendekatan meta analisis. Meta analisis merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan cara mengumpulkan, menelaah, dan menganalisis berbagai hasil penelitian yang telah ada sebelumnya guna menerima atau menolak hipotesis yang diajukan dalam penelitian terkait. Tahap awal penelitian ini dimulai dengan menetapkan permasalahan utama, yaitu mengkaji pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Selanjutnya, peneliti menentukan dan menyeleksi artikel yang relevan berdasarkan kriteria tertentu, yakni artikel yang memuat pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM dengan variabel moderator berupa kemampuan berpikir kritis, jenjang pendidikan, serta materi pembelajaran yang digunakan. Setelah proses seleksi dilakukan, tahap berikutnya adalah pengkodean data untuk memperoleh informasi tambahan yang diperlukan dalam menginterpretasikan hasil meta analisis secara lebih komprehensif dan sistematis. Langkah terakhir yaitu menghitung nilai effect size dari setiap penelitian yang dianalisis, kemudian mengelompokkannya ke dalam kategori berdasarkan variabel moderator yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM dalam pembelajaran fisika mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan kategori sangat tinggi. Selain itu, berdasarkan analisis jenjang pendidikan, diperoleh bahwa nilai effect size pada sekolah menengah atas lebih tinggi dibandingkan sekolah menengah pertama. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM lebih efektif diterapkan pada jenjang sekolah menengah atas, terutama pada materi usaha dan energi.

Kata kunci: STEM, Berpikir Kritis, Pembelajaran Fisika

1. Latar Belakang

Teknologi berkembang sangat pesat pada era sekarang dan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan manusia, mulai dari bidang sosial, ekonomi, budaya, kesehatan, hingga pendidikan. Perkembangan ini tidak hanya mengubah cara manusia berinteraksi dan bekerja, tetapi juga memengaruhi cara belajar serta proses pembentukan kualitas sumber daya manusia. Dalam konteks ini, pendidikan memegang peranan yang sangat penting dalam menciptakan sumber daya manusia yang berkualitas, kompeten, dan mampu beradaptasi dengan perubahan zaman. Abad ke-21 dikenal sebagai abad yang penuh dengan persaingan dan tantangan global. Oleh karena itu, pendidikan harus mampu membangun manusia yang unggul, kreatif, dan adaptif, serta memiliki kemampuan untuk menghadapi dan memecahkan berbagai persoalan yang kompleks. Setiap individu dituntut untuk mengembangkan potensi yang dimilikinya secara optimal sesuai dengan kemampuan dan bakatnya agar mampu bersaing dalam kehidupan nyata yang semakin dinamis.

Pendidikan abad ke-21 menuntut penguasaan berbagai keterampilan yang relevan dengan kebutuhan zaman. Salah satu kerangka keterampilan yang banyak dibahas adalah keterampilan 4C, yaitu critical thinking, communication, creative thinking, dan collaboration (Asiah & Festiyed, 2024). Keempat keterampilan ini menjadi landasan penting dalam mempersiapkan peserta didik agar mampu menghadapi tantangan global. Dari keempat keterampilan tersebut, keterampilan berpikir kritis menjadi salah satu kemampuan yang sangat esensial untuk dikembangkan dalam proses pembelajaran. Kemampuan berpikir kritis diperlukan agar peserta didik mampu menyelesaikan permasalahan secara efektif dan efisien dengan mempertimbangkan berbagai informasi yang relevan.

Berpikir kritis merupakan keterampilan dalam menganalisis informasi, mengumpulkan serta menafsirkan data, kemudian menentukan relevansinya dalam proses pemecahan masalah (Asrizal et al., 2023). Keterampilan ini tidak hanya berkaitan dengan kemampuan memahami informasi, tetapi juga mencakup kemampuan mengevaluasi, menarik kesimpulan, serta membuat keputusan yang tepat berdasarkan alasan yang rasional. Berpikir kritis juga dipahami sebagai suatu proses kognitif yang menjadi panduan dalam berpikir, di mana seseorang menyusun kerangka berpikir dengan membagi suatu permasalahan ke dalam kegiatan-kegiatan nyata yang terstruktur (Lismaya, 2019). Dengan demikian, berpikir kritis membantu individu dalam menyusun langkah-langkah sistematis untuk menyelesaikan masalah.

Selain itu, berpikir kritis merupakan kemampuan dalam pengambilan keputusan yang rasional (Usmeldi et al., 2017). Keputusan yang diambil melalui proses berpikir kritis didasarkan pada pertimbangan logis dan analisis yang mendalam, bukan sekadar asumsi atau opini semata. Dalam kehidupan sehari-hari, kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan sebagai dasar untuk mengembangkan keterampilan berpikir lainnya, seperti kemampuan dalam mengambil keputusan yang tepat dan menyelesaikan berbagai permasalahan yang dihadapi (Neolaka, 2019). Oleh sebab itu, pengembangan keterampilan berpikir kritis dalam dunia pendidikan menjadi suatu kebutuhan yang mendesak.

Salah satu mata pelajaran yang memiliki potensi besar dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis adalah fisika. Fisika merupakan ilmu yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari dan mampu menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik terhadap fenomena alam di sekitarnya. Konsep-konsep fisika tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga aplikatif dalam berbagai aspek kehidupan. Namun, dalam praktiknya, pembelajaran fisika di sekolah masih menghadapi berbagai kendala. Meskipun pendekatan saintifik telah mulai diterapkan oleh guru, kenyataannya pembelajaran masih sering didominasi oleh pendekatan konvensional yang berpusat pada guru. Hal ini menyebabkan peserta didik kurang terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran.

Beberapa permasalahan yang sering muncul dalam pembelajaran fisika antara lain peserta didik masih kurang dalam menanggapi, mengajukan pertanyaan, menganalisis, menyimpulkan, serta mengevaluasi suatu pernyataan atau permasalahan (Khoiriyah et al., 2018). Rendahnya keterlibatan aktif peserta didik menunjukkan bahwa stimulus yang diberikan dalam pembelajaran belum mampu mendorong mereka untuk berpikir secara mendalam. Peserta didik cenderung pasif dan kurang percaya diri dalam mengemukakan pendapat maupun menjawab pertanyaan yang diberikan oleh guru. Kondisi ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah (Nurazumi & Hartono, 2021).

Selain itu, dalam proses pembelajaran fisika, guru masih banyak menggunakan metode latihan soal hitungan, sementara metode diskusi dan kegiatan eksploratif masih kurang dilaksanakan (Wasiti, 2020). Akibatnya, peserta didik lebih terbiasa mengerjakan soal secara prosedural tanpa memahami konsep secara mendalam. Pembelajaran yang terlalu berfokus pada penyelesaian soal hitungan menyebabkan siswa kurang berperan aktif dalam membangun pemahaman dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang mampu mendorong keterlibatan aktif peserta didik sekaligus melatih kemampuan berpikir kritis mereka.

Berdasarkan berbagai penelitian terdahulu, salah satu solusi yang banyak ditawarkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan model pembelajaran dengan pendekatan STEM. STEM merupakan singkatan dari Science, Technology, Engineering, and Mathematics. Pembelajaran berbasis STEM merupakan suatu strategi, pendekatan, metode, dan cara pembelajaran yang mengintegrasikan keempat disiplin ilmu tersebut untuk menjawab tantangan dan permasalahan abad ke-21 (Farwati et al., 2021). Pendekatan ini menekankan pada keterpaduan konsep dan penerapannya dalam konteks nyata, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Setiap aspek dalam STEM memiliki karakteristik tersendiri. Sains berkaitan dengan pemahaman konsep dan hukum-hukum yang berlaku di alam. Teknologi mencakup keterampilan atau sistem untuk mengatur orang, pengetahuan, serta mendesain dan menggunakan alat bantu yang dapat mempermudah pekerjaan. Engineering atau teknik berkaitan dengan pengetahuan dan keterampilan dalam mengoperasikan serta merancang prosedur untuk menyelesaikan suatu masalah. Sementara itu, matematika merupakan ilmu yang berhubungan dengan besaran, angka, dan ruang yang membutuhkan argumen logis tanpa harus selalu disertai bukti empiris (Khairiyah, 2019). Integrasi keempat aspek ini dalam pembelajaran memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep secara komprehensif dan aplikatif.

Keterampilan 4C memiliki hubungan yang sangat erat dengan pembelajaran berbasis STEM (Putu et al., 2022). Melalui pendekatan STEM, peserta didik dituntut untuk berpikir kritis dalam memecahkan masalah, berkomunikasi dalam menyampaikan ide, berkolaborasi dalam bekerja sama dengan teman, serta berpikir kreatif dalam menemukan solusi inovatif. Pendekatan STEM memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar secara aktif dan mandiri melalui kegiatan yang menantang serta kontekstual. Dengan demikian, STEM menjadi salah satu pendekatan yang relevan untuk melatih keterampilan abad ke-21 (Hendri et al., 2022).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran berbasis STEM memberikan pengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model STEM-7E Learning Cycle memberikan perbedaan yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan kelas konvensional dengan kategori sedang (Parno et al., 2019). Selain itu, strategi pembelajaran blended learning berbasis pendekatan STEM yang memanfaatkan learning management system juga berpotensi meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik di sekolah menengah dengan kategori sedang (Ardianti et al., 2020).

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa pembelajaran Problem Based Learning (PBL) berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dengan kategori tinggi (Putri et al., 2020). Namun, terdapat pula penelitian yang menunjukkan bahwa penerapan PBL berbasis STEM pada materi alat optik hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis dalam kategori rendah (Rohmah et al., 2021). Perbedaan hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas pembelajaran berbasis STEM dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti model pembelajaran yang digunakan, jenjang pendidikan, serta materi yang diajarkan.

Berdasarkan studi pendahuluan dari berbagai artikel yang dianalisis, diketahui bahwa terdapat pengaruh dari berbagai model pembelajaran yang menggunakan pendekatan STEM terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Namun, hasil yang diperoleh dari masing-masing penelitian menunjukkan variasi tingkat efektivitas yang berbeda. Mengingat pentingnya keterampilan berpikir kritis dalam menghadapi tantangan abad ke-21, diperlukan suatu kajian yang komprehensif untuk menganalisis secara lebih mendalam pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian meta analisis yang bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis hasil-hasil penelitian sebelumnya secara sistematis. Meta analisis ini difokuskan pada pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa dengan mempertimbangkan variabel moderator seperti jenjang pendidikan dan materi fisika yang diajarkan. Melalui meta analisis ini diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai efektivitas pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa, sehingga dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pengembangan strategi pembelajaran fisika yang lebih efektif dan relevan dengan tuntutan abad ke-21.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan jenis meta analisis. Meta analisis merupakan penelitian yang dilakukan dengan cara menganalisis hasil-hasil penelitian yang telah ada sebelumnya untuk menentukan apakah hipotesis dalam penelitian tersebut diterima atau ditolak (Heri et al., 2018). Dalam penelitian ini, meta analisis digunakan untuk mengkaji secara kuantitatif pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa.

Langkah pertama adalah menentukan masalah penelitian, yaitu pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. Langkah kedua adalah menentukan dan menyeleksi penelitian yang relevan. Berdasarkan proses penelusuran, diperoleh 15 artikel yang terbit pada rentang tahun 2018–2022. Kriteria artikel yang dianalisis yaitu: (1) memuat penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM, (2) mengukur keterampilan berpikir kritis siswa, serta (3) mencantumkan variabel moderator berupa jenjang pendidikan dan materi pelajaran.

Langkah ketiga adalah melakukan pengkodean terhadap setiap artikel untuk mempermudah analisis data. Artikel diberi kode JS1 sampai JS15. Data yang dikodekan meliputi jenjang pendidikan, materi pelajaran, serta data statistik yang dibutuhkan untuk menghitung effect size. Langkah keempat adalah menghitung nilai effect size (ES) untuk mengetahui besar pengaruh pembelajaran berbasis STEM.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Rata rata satu kelompok:

$$ES = \frac{\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre}}{SD_{pre}} \dots \dots \dots (1)$$

Rerata masing-masing kelompok

$$ES = \frac{\bar{x}_{ek} - \bar{x}_k}{s_k} \dots \dots \dots (2)$$

Rerata pada masing-masing kelompok

$$ES = \frac{(\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre})_E - (\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre})_C}{\frac{SD_{preC} + SD_{preE} + SD_{postC}}{3}} \dots \dots (3)$$

Menggunakan t hitung:

$$ES = t \sqrt{\frac{1}{n_E} + \frac{1}{n_C}} \dots \dots \dots (4)$$

Kategori effect size ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria *effect size* (ES)

No	ES	Kategori
1	ES ≤ 0,15	Sangat Rendah
2	0,15 < ES ≤ 0,40	Rendah
3	0,40 < ES ≤ 0,7	Sedang
4	0,75 < ES ≤ 1,10	Tinggi
5	ES ≥ 1,10	Sangat Tinggi

Setelah seluruh effect size dihitung, dilakukan analisis berdasarkan variabel moderator.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Sebanyak 15 artikel telah dianalisis. Nilai effect size masing-masing artikel disajikan pada Tabel 2.

Table 2. Hasil Effect Size Tiap Artikel

Kode Artikel	ES	Kategori
JS1	4.14	Sangat Tinggi
JS2	0.94	Sangat Tinggi
JS3	4.04	Sangat Tinggi
JS4	2.56	Sangat Tinggi
JS5	3.85	Sangat Tinggi
JS6	2.26	Sangat Tinggi
JS7	1.11	Sangat Tinggi
JS8	2.83	Sangat Tinggi
JS9	1.41	Sangat Tinggi
JS10	2.06	Sangat Tinggi
JS11	1.60	Sangat Tinggi
JS12	2.20	Sangat Tinggi
JS13	0.40	Sedang
JS14	3.34	Sangat Tinggi
JS15	2.27	Sangat Tinggi
Mean	2.33	Sangat Tinggi

Rata-rata effect size sebesar 2,33 berada pada kategori sangat tinggi.

Berdasarkan jenjang pendidikan (Tabel 3), diperoleh hasil berikut.

Tabel 3. Effect Size Berdasarkan Jenjang Pendidikan

Jenjang Pendidikan	Kode Artikel	ES	Mean	Kategori
SMP	JS6	2.26	1.58	Sangat Tinggi
	JS10	2.06		
	JS11	1.60		
	JS13	0.4		
SMA	JS1	4.14	2.608	Sangat Tinggi
	JS2	0.94		
	JS3	4.04		
	JS4	2.56		
	JS5	3.85		
	JS7	1.11		
	JS8	2.83		
	JS9	1.41		
	JS12	2.2		
	JS14	3.34		
	JS15	2.27		

Jenjang SMA memiliki rata-rata effect size lebih tinggi dibanding SMP.

Berdasarkan materi pembelajaran (Tabel 4):

Tabel 4. Effect Size Berdasarkan Materi

Materi	Kode Artikel	ES	Mean	Kategori
Usaha & Energi	JS14	3.34	2.805	Sangat Tinggi
	JS15	2.27		
Fluida	JS2	0.94	2.603	Sangat Tinggi
	JS3	4.04		
	JS8	2.83		
Gelombang & Bunyi	JS1	4.14	2.767	Sangat Tinggi
	JS4	2.56		
	JS11	1.6		
Hukum Newton	JS7	1.11	1.11	Sangat Tinggi
Momentum & Implus	JS9	1.41	1.41	Sangat Tinggi
Listrik Dinamis	JS6	2.26	2.26	Sangat Tinggi

Materi usaha dan energi memiliki rata-rata effect size tertinggi.

Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran fisika berbasis STEM efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, terutama pada jenjang SMA dan pada materi usaha dan energi.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Telah dianalisis sebanyak 15 artikel dengan variabel moderator jenjang pendidikan dan materi pelajaran. Dengan terkumpulnya 15 artikel kemudian masing-masing diberi kode kemudian selanjutnya dicari nilai effect size nya. Didapatkan nilai effect size dari setiap artikel pengaruh pembelajaran berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik yaitu ada pada tabel 2.

Table 2. Hasil Effect Size Tiap Artikel

Kode Artikel	ES	Kategori
JS1	4.14	Sangat Tinggi
JS2	0.94	Sangat Tinggi
JS3	4.04	Sangat Tinggi
JS4	2.56	Sangat Tinggi
JS5	3.85	Sangat Tinggi
JS6	2.26	Sangat Tinggi
JS7	1.11	Sangat Tinggi
JS8	2.83	Sangat Tinggi
JS9	1.41	Sangat Tinggi
JS10	2.06	Sangat Tinggi
JS11	1.60	Sangat Tinggi
JS12	2.20	Sangat Tinggi
JS13	0.40	Sedang
JS14	3.34	Sangat Tinggi
JS15	2.27	Sangat Tinggi
Mean	2.33	Sangat Tinggi

Dari data yang diperoleh pada tabel 2 terdapat 15 artikel dengan effect size pengaruh pembelajaran berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dengan rata-rata 2,33 dalam kategori tinggi.

Ditinjau dari pengaruh pembelajaran berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan jenjang pendidikan. Nilai rata-rata setiap jenjang pendidikan terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh pembelajaran berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa ditinjau dari jenjang pendidikan

Jenjang Pendidikan	Kode Artikel	ES	Mean	Kategori
SMP	JS6	2.26	1.58	Sangat Tinggi
	JS10	2.06		
	JS11	1.60		
	JS13	0.4		
SMA	JS1	4.14	2.608	Sangat Tinggi
	JS2	0.94		
	JS3	4.04		
	JS4	2.56		
	JS5	3.85		
	JS7	1.11		
	JS8	2.83		
	JS9	1.41		
	JS12	2.2		
	JS14	3.34		
	JS15	2.27		

Dari data yang diperoleh pada tabel 3 dapat dilihat bahwa terdapat 3 artikel dalam jenjang pendidikan SMP dengan rata-rata effect size 1,58 dengan kategori sangat tinggi. Kemudian terdapat 11 artikel dalam jenjang pendidikan SMA dengan rata-rata effect size 2,608 dengan kategori sangat tinggi.

Pengaruh pembelajaran STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dengan variable moderator materi pembelajaran dimana nilai effect size dari segtiap materi pembelajaran dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh pembelajaran berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis berdasarkan materi

Materi	Kode Artikel	ES	Mean	Kategori
Usaha & Energi	JS14	3.34	2.805	Sangat Tinggi
	JS15	2.27		
Fluida	JS2	0.94	2.603	Sangat Tinggi
	JS3	4.04		
	JS8	2.83		
Gelombang & Bunyi	JS1	4.14	2.767	Sangat Tinggi
	JS4	2.56		
	JS11	1.6		
Hukum Newton	JS7	1.11	1.11	Sangat Tinggi
Momentum & Implus	JS9	1.41	1.41	Sangat Tinggi
Listrik Dinamis	JS6	2.26	2.26	Sangat Tinggi

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat terdapat 6 kategori materi pembelajaran dimana materi usaha & energi sebanyak 2 artikel dengan rata-rata 2,805, materi fluida sebanyak 3 artikel dengan rata-rata 2,603, materi gelombang & bunyi dengan rata-rata effect size 2,767, materi hukum newton effect size nya 1.11, materi momentum dan impuls effect sizenya 1, dan materi listrik dinamis effect sizenya 2,26. Setiap materi memiliki effect size dengan kategori sangat tinggi.

Hasil penelitian yang pertama yaitu adanya pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dengan hasil effect size dengan kategori tinggi, hal ini menunjukkan pembelajaran STEM bisa menjadi solusi untuk peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa, selaras dengan penelitian oleh Rosyidah, et al. (2020) dimana pada penelitiannya menyatakan pembelajaran setelah menggunakan STEM PjBL disertai penilaian otentik kemampuan berpikir kritis siswa menjadi meningkat. Pembelajaran berbasis STEM dapat menjadikan siswa yang mampu berpikir kritis, bernalar, logis dan sistematis yang nantinya akan siswa mampu menghadapi persaingan dilapangan dan dapat meningkatkan di bidang ekonomi negara (Simarmata et al., 2020).

Hasil yang kedua adalah pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa berdasarkan jenjang pendidikan. Dari seluruh artikel didapatkan 2 tingkatan jenjang pendidikan yaitu di SMA dan di SMP. Terlihat bahwa hasil dari kedua effect size jenjang pendidikan dengan kategori sama akan tetapi pada jenjang SMA effect sizenya lebih tinggi, ini menandakan bahwa STEM terhadap pembelajaran fisika efektif untuk diterapkan. Kemandirian belajar memiliki pengaruh yang baik terhadap kemampuan berpikir kritis siswa, ini berarti semakin tinggi tingkat kemandirian belajar akan semakin tinggi juga kemampuan berpikir kritis siswa (Suciano, 2021). Pada tingkatan sekolah menengah atas siswa semakin mandiri dalam belajar, siswa mulai sadar pentingnya belajar inilah yang menjadikan siswa menjadil lebih kritis. Pada penelitian Ridho, et al. (2020) yaitu analisis kemampuan berpikir kritis siswa SMP dalam kategori rendah, sedangkan dalam penelitian Zulfawati & Mayasari (2021) yaitu profil kemampuan berpikir kritis siswa ada tiga kategori, indicator pertama memberikan penjelasan dengan sederhana kategori sangat tinggi, indicator membangun pengetahuan dasar kategori sangat tinggi, dan indicator memberikan penjelasan lebih lanjut kategori sedang.

Hasil ketiga adalah pengaruh pembelajaran fisika berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa dilihat dari materi pelajaran. Terdapat lima mata pelajaran yang ada dalam 15 artikel, dimana setiap mata pelajaran hasil analisis effect sizenya dalam kategori sangat tinggi. Materi pelajaran yang paling tinggi effect sizenya adalah materi usaha dan energi. Ini menandakan bahwa proses belajar mengajar pada materi usaha dan energi dengan menggunakan STEM efektif digunakan atau menjadi solusi untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi usaha dan energi. Sejalan dengan hasil penelitian dari Rahayu, et al. (2022) yakni mengimplementasikan model pembelajaran PBL dengan STEM pada materi usaha dan energi kemampuan berpikir kritis siswa menjadi meningkat dan dengan pendekatan STEM dapat menstimulus siswa mencapai beberapa komponen dari indikator berpikir STEM.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran fisika berbasis STEM efektif diterapkan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini dibuktikan dengan perolehan nilai

effect size sebesar 2,33 yang termasuk dalam kategori sangat tinggi, sehingga menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis. Jika ditinjau dari jenjang pendidikan, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai effect size pada tingkat sekolah menengah atas (SMA) lebih tinggi dibandingkan sekolah menengah pertama (SMP). Temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran berbasis STEM lebih efektif diterapkan pada jenjang SMA. Selain itu, berdasarkan analisis materi pelajaran, pembelajaran fisika berbasis STEM terbukti paling efektif pada materi usaha dan energi dengan rata-rata effect size sebesar 2,805, yang juga berada pada kategori sangat tinggi dan memperkuat efektivitas pendekatan ini.

Referensi

1. Ardianti, S., Sulisworo, D., Pramudya, Y., & Raharjo, W. (2020). The impact of the use of STEM education approach on the blended learning to improve student's critical thinking skills. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3), 24-32.
2. Asiah, S., & Festiyed. (2024). Development of Diagnostic, Formative and Summative Assessment Instruments in the PjBL Model to Stimulate Students' Critical and Creative Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(10), 7486-7492. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i10.8757>
3. Asrizal, A., Marjuni, M., Habibah, R., & Asiah, S. (2023). Meta-Analysis of the Effect of E Module on Students' Critical and Creative Thinking Skill in Science Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 141-147. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.2696>
4. Farwati, et al. (2021). *STEM Education Dukungan Merdeka Belajar*. Riau: Dotplus Publisher
5. Hendri, M., Rasmi, D. P., & Sastra, A. (2022). Needs Analysis of Developing Interactive Electronic Worksheets for Students Integrated by STEM in Senior High School 15 Kerinci. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(1), 74-81. <http://dx.doi.org/10.31258/jgs.10.1.74-81>
6. Heri et al. (2018). *Pengantar Analisis Meta*. Yogyakarta : Prama Publishing
7. Khairiyah, Nida'ul. (2019). *Pendekatan Science, Technology, Engineering dan Mathematics (STEM)*. Medan: Gupedia
8. Khoiriyah, N., Abdurrahman, A., Wahyudi, I. (2018). Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Gelombang Bunyi. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 5(2), 53-62. <http://dx.doi.org/10.12928/jrkpf.v5i2.9977>
9. Lismaya, Lilis. (2019). *Berpikir Kritis & Pbl: (Problem Based Learning)*. Surabaya: Media Sahabat Cendekia
10. Neolaka, I. A. (2019). *Isu-isu kritis pendidikan: utama dan tetap penting namun terabaikan*. Prenada Media.
11. Nurazmi, N., & Bancong, H. (2021). Integrated stem-problem based learning model: its effect on students' critical thinking. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 4(2), 70-77.
12. Parno, S. E., Yuliaty, L., Widarti, A. N., Ali, M., & Azizah, U. (2019). The influence of STEM-based 7E learning cycle on students critical and creative thinking skills in physics. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8, 761-769.
13. Putri, C. D., Pursitasari, I. D., & Rubini, B. (2020). Problem based learning terintegrasi STEM di era pandemi covid-19 untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 4(2), 193-204.
14. Putu et al, (2022). *Penerapan Strategi dan Model Pembelajaran Merdeka Pada Kurikulum Merdeka Belajar*. Bandung: Media Sains Indonesia
15. Ridho, S., Ruwiyatun, R., Subali, B., & Marwoto, P. (2020). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa pokok bahasan klasifikasi materi dan perubahannya. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 6(1), 10-15.
16. Rahayu, S., Abdurrahman, A., & Susana, W. (2022). Implementasi PBL Terintegrasi STEM dengan Flipped Classroom untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Topik Usaha dan Energi. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(2), 233-250.
17. Rohmah, H. N., Suherman, A., & Utami, I. S. (2021). Penerapan Problem Based Learning Berbasis Stem pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 12(2), 117-123.
18. Rosyidah, N. D., Kusairi, S., & Taufiq, A. (2021). Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Model STEM PjBL disertai Penilaian Otentik pada Materi Fluida Statis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(10), 1422-1427.
19. Simarmata, J., et al. (2020). *Pembelajaran STEM Berbasis HOTS dan Penerapannya*. Medan: Yayasan Kita Menulis
20. Suciano, Wira. (2021). *BERPIKIR KRITIS (Tinjauan Melalui Kemandirian Belajar, Kemampuan Akademik dan Efikasi Diri)*. Indramayu: Penerbit Adab.
21. Usmeldi, U., Amini, R., & Trisna, S. (2017). The development of research-based learning model with science, environment, technology, and society approaches to improve critical thinking of students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 318-325.
22. Wastiti, L., & Sulur, S. (2020). Pengaruh STEM-thinking maps pada model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Riset Pendidikan Fisika*, 4(2), 110-115.
23. Zulfawati, Z., & Mayasari, T. (2021). Profil Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Dengan Integrasi Stem. *Orbita: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 12-18.