

Meta Analisis Pengaruh Integrasi Pendekatan STEM Dalam Pembelajaran IPA Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik

Prima Nora Ananda, Umami Salamah

Program Studi Magister Pendidikan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

primanoraa@gmail.com¹⁾

ummisalamaah@gmail.com¹⁾

asrizal@fmipa.unp.ac.id²⁾

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of integrated STEM approach on student's critical thinking skills in Physics and Science learning. This type of research is a meta-analysis. Meta-analysis is a research conducted by summarizing, reviewing and analyzing data from several studies that have been conducted. The research sample consisted of 25 articles that already have an ISSN consisting of 13 international articles and 12 national articles. The data analysis technique used in this study was to calculate the effect size of each article. Based on the results of the study, it was found that the effect of the application of the integrated STEM approach on students' critical thinking skills can be concluded. First, the application of the integrated STEM approach-based model has a significant effect on the Problem Based Learning model with an average effect 0,92. Second, the application of integrated STEM has a significant effect on the high school level compared to the junior high school level and elementary school level with an average effect of 1,08. Third, the application of integrated STEM has a significant effect on the work and force with an average effect 2,23

Keywords : *Integrated, Critical thinking, STEM, Size effect*



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by author and Universitas Negeri Padang.

PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 telah mendorong perkembangan Ilmu Pengetahuan dan teknologi (IPTEK) (Liao et al., 2018). Revolusi industri 4.0 telah merubah kehidupan dan pekerjaan manusia secara mendasar meliputi nanoteknologi, bioteknologi, teknologi komputer serta *smart robotic* (Schwab, 2017). Perubahan ini tak hanya mempengaruhi di bidang industri, namun juga pada manusia dan pendidikan. Hal ini terbukti dengan teknologi canggih yang menggantikan pekerjaan manusia sehingga banyak profesi yang digantikan oleh teknologi. Sumber Daya Manusia (SDM) nantinya yang akan memiliki kesempatan besar yaitu yang berkualitas dan berpendidikan tinggi yang mampu mengontrol teknologi canggih tersebut. Hal terpenting yang perlu dipersiapkan dalam menghadapi era revolusi 4.0 di bidang pendidikan adalah dengan menghasilkan lulusan yang berkualitas dan memiliki keterampilan. Oleh sebab itu pembelajaran harus memiliki empat prinsip utama, diantaranya berpusat pada peserta didik, kolaboratif, terhubung dengan kehidupan nyata serta harus memiliki konteks atau tujuan (Asrizal et al., 2018).

Salah satu keterampilan yang dibutuhkan agar dapat bertahan di persaingan ketat era revolusi 4.0 adalah kemampuan berfikir kritis. Kemampuan berfikir kritis terbentuk dari kebiasaan memahami konsep, mengelompokkan, menganalisis, mengumpulkan dan mengevaluasi informasi yang diperoleh melalui metode ilmiah (Siegel, 2013). Metode ilmiah terdiri atas mengamati, merumuskan masalah, membuat hipotesis, mengumpulkan data, menguji hipotesis serta merumuskan kesimpulan. Apabila peserta didik memenuhi kriteria keterampilan tersebut, maka dapat dikatakan peserta didik sudah me-

miliki kemampuan berfikir kritis di dalam pembelajaran. Terdapat mata pelajaran untuk mengembangkan kemampuan berfikir kritis diantaranya mata pelajaran fisika dan IPA.

Namun, kemampuan berfikir kritis peserta didik tidak dapat ditingkatkan dengan maksimal disekolah. Kondisi nyata ini ditemukan dari beberapa hasil studi literatur yang telah dilakukan. Pertama, kemampuan berfikir kritis peserta didik masih rendah, dibuktikan dengan skor sains pada peringkat 70 dari 78 pada PISA 2018 (OECD, 2016). Tes diberikan untuk menguji kemampuan sains peserta didik yang terdiri atas kemampuan menganalisis serta berfikir kritis peserta didik. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa nilai rata-rata kemampuan berfikir kritis peserta didik tiap indikatornya berada di bawah 50% (Hidayanti et al., 2016).

Kedua, dari hasil wawancara dengan beberapa guru, bahwa indikator kemampuan berfikir kritis dari informasi yang diberikan belum terserap secara optimal (Fakhriyah, 2014). Hal ini menunjukkan bahwa masih rendahnya kemampuan analisis dan kemampuan berfikir kritis peserta didik. Sehingga peserta didik kesulitan menyerap informasi mengenai konsep pelajaran yang diberikan guru. Apabila hal ini dibiarkan terjadi, maka kompetensi kemampuan berfikir kritis peserta didik tidak akan berkembang maksimal yang berdampak pada rendahnya hasil belajar peserta didik.

Ketiga, penggunaan model pembelajaran yang kurang bervariasi (Febrianto et al., 2020). Model atau metode pembelajaran yang masih berskala konvensional seperti demonstrasi, diskusi serta pemberian materi oleh guru. Metode pembelajaran seperti ini tidak mampu memotivasi peserta didik untuk berfikir kritis. Hal ini terjadi karena peserta didik tidak berusaha secara mandiri dalam memperoleh konsep pelajaran sehingga tidak mampu meningkatkan kemampuan menganalisis setiap fenomena yang terjadi di sekitar peserta didik.

Kondisi nyata yang ditemukan dilapangan ternyata tidak sesuai dengan kondisi ideal yang diharapkan. Kesenjangan antara kondisi nyata dan kondisi ideal yang ditimbulkan ini menyebabkan suatu permasalahan yang harus ditindak lanjuti. Solusi yang ditawarkan untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis adalah integrasi pendekatan STEM ke dalam pembelajaran IPA dan fisika di sekolah. Pada kurikulum 2013, pembelajaran IPA harus saling terkait atau terpadu, tidak terpisah-pisah antara biologi, kimia dan fisika (Usmaldi & Amini, 2019). Selain itu pengintegrasian kurikulum juga merupakan salah satu jalan untuk mengembangkan kemampuan peserta didik di abad 21 salah satunya kemampuan berfikir kritis (Asrizal, Amran, Ananda, & Festiyed, 2018).

STEM memiliki kepanjangan *Science, Technology, Engineering and Math*. Pendidikan STEM harus mampu meningkatkan pemahaman siswa mengenai cara kerja dan meningkatkan penggunaan teknologi (Bybee, 2010). Pendekatan STEM tepat diintegrasikan ke dalam pembelajaran IPA dan Fisika karena dapat membantu peserta didik dalam memecahkan masalah dan menggabungkan metodologi penggunaan teknologi kedalam pembelajaran (Shaughnessy, 2013). Selain itu pendekatan STEM juga memiliki beberapa kelebihan diantaranya mampu menghubungkan peserta didik dengan seluruh disiplin ilmu seperti Sains, Teknologi, Teknik dan Matematika (Stohlmann et al., 2012). Dengan demikian, STEM tentu mampu memfasilitasi peserta didik mengasah banyak kemampuan yang bisa digunakan pada era revolusi industri 4.0. karakteristik dari pendekatan STEM adalah dapat implementasikan ke dalam pembelajaran inovatif seperti *Project Based Learning, Problem Based Learning* serta *Inquiry Based Learning* (Bicer et al., 2015).

Model PjBL memiliki kelebihan yaitu mampu mengkolaborasi proses pemecahan masalah peserta didik dalam pembelajaran menggunakan metode investigasi sains (Gandi et al., 2021). Ketika peserta didik terbiasa melatih kemampuan pemecahan masalahnya, maka daya analisis peserta didik akan meningkat sehingga kemampuan berfikir kritis juga akan meningkat. Pengkolaborasi PjBL ke dalam STEM sangat sesuai, karena STEM juga sangat identik dengan proyek atau penemuan baru yang bisa dikembangkan oleh peserta didik.

Model PBL memiliki kelebihan yaitu memnuat peserta didik fokus akan permasalahan yang diberikan (Dischino et al., 2011). Karena model pembelajaran PBL terhubung dengan permasalahan yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Sementara itu pendekatan STEM menawarkan metode pemecahan masalah dengan mengintegrasikan Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika menjadi satu. Oleh karena itu model PBL dan integrasi pendekatan STEM sangat cocok untuk dipadu-padankan.

Integrasi pendekatan STEM dengan model Inkuiri terbimbing memiliki kelebihan mampu meningkatkan kemampuan berfikir kritis peserta didik. Hal ini karena mengaitkan permasalahan yang diberikan dengan menggunakan Sains, Teknologi, Teknik dan Matematika (Sulistiyowati et al., 2018).

Dengan model pembelajaran yang bervariasi, tentu akan mampu meningkatkan kemampuan berfikir kritis peserta didik yang dapat disesuaikan dengan permasalahan yang dihadapi.

Berdasarkan permasalahan yang dijelaskan, telah banyak dilakukan penelitian mengenai integrasi pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis. Karena banyaknya penelitian integrasi pendekatan STEM yang telah dilakukan, maka perlu dilakukan penelitian meta analisis pengaruh integrasi pendekatan STEM. Penelitian meta analisis ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis peserta didik pada pelajaran IPA dan fisika berdasarkan jenjang pendidikan, model yang diintegrasikan serta materi pelajaran yang diterapkan. Telah diperoleh sebanyak 25 artikel mengenai integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis. Artikel didapat dari berbagai sumber yang kemudian akan dianalisis efek sizenya. Kemudian ditentukan pengaruhnya terhadap kemampuan berfikir kritis peserta didik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode meta analisis. Metode meta analisis merupakan penelitian kuantitatif yang dikonfigurasi dalam bentuk data statistik (Lipsey et al., 2001). Meta analisis dibuat dengan cara merangkum data dari beberapa penelitian. Meta analisis dibuat dengan cara menetapkan tema penelitian, mengumpulkan sumber artikel, memilih tempat publikasi, mencatat data dari sumber penelitian terdahulu, menentukan ukuran efek (*effect size*) serta membuat kesimpulan atas data meta analisis yang diperoleh.

Kelebihan dari penelitian meta analisis yaitu menggabungkan beberapa hasil penelitian kuantitatif terdahulu, mampu memberikan gambaran terhadap hasil penelitian dengan baik, serta objektif dalam menggambarkan data hasil penelitian tanpa ada unsur subjektivitas dari peneliti.

Tahapan meta analisis dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan
 - a) Manajemen data yaitu mengumpulkan data dari berbagai sumber seperti *Google Scholar*, *Turkish Education Journal*, *IOP*, *Journal Primary School*, *JPII*, *International Journal of Science and Research (IJSR)* dll rentang waktu 2012-2020. Sehingga diperoleh sebanyak 13 artikel internasional dan 12 artikel nasional
 - b) Variabel penelitian yaitu variabel bebas integrasi STEM, variabel terikat kemampuan berfikir kritis serta variabel moderator yaitu model yang diintegrasikan ke pendekatan STEM, jenjang pendidikan serta materi pelajaran
2. Tahap pelaksanaan
 - a) Mengumpulkan data melalui sumber literatur dari 3 November-31 Desember 2020
 - b) Meresume data artikel penelitian berupa variabel penelitian, tujuan penelitian, jenjang pendidikan, materi dan statistik data yang dapat digunakan
 - c) Pengkodean penelitian untuk mempermudah menganalisis
 - d) Menganalisis ES dari hasil pengumpulan artikel penelitian
 - e) Menyimpulkan hasil analisis data
3. Teknik analisis data
 - a) Menganalisis domain ES dari penelitian berupa
 - 1) Rata-rata pre test
 - 2) Rata-rata post test
 - 3) Standar deviasi eksperimen
 - 4) Standar deviasi kontrol
 - 5) Rata-rata eksperimen
 - 6) Rata-rata control
 - 7) Koefisien t
 - 8) Koefisien r
 - b) Menganalisis pengaruh antar variabel.

Ukuran efek dapat ditentukan dalam parameter statistik berikut ini.

- a. Rata-rata dan standar deviasi *pretest-posttest*

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

b. Rata-rata dan standar deviasi *two group posttest only*

$$ES = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_C}{SD_C} \dots\dots\dots(2)$$

c. Rata-rata dan standar deviasi *two group pre-post test*

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

d. Jika standar deviasi tidak diketahui maka dapat dilakukan dengan uji t

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

e. Jika diketahui *Chi-Square*

$$\frac{2r}{\sqrt{1-r^2}}, r = \sqrt{\frac{x^2}{n}}$$

Keterangan:

- ES = Ukuran efek
- Xpost = Rata-rata posttest
- Xpre = Rata-rata pretest
- SD = Standar Deviasi
- X_E = Rata-rata kelompok eksperimen
- X_C = Rata-rata kelompok kontrol
- X_{postE} = Rata-rata posttest kelompok eksperimen
- X_{preE} = Rata-rata pretest kelompok eksperimen
- X_{postC} = Rata-rata posttest kelompok kontrol
- X_{preC} = Rata-rata pretest kelompok kontrol
- SD_E = Standar Deviasi kelompok eksperimen
- SD_C = Standar Deviasi kelompok kontrol
- t = Hasil uji t
- n_E = Jumlah kelompok eksperimen
- n_C = Jumlah kelompok kontrol
- r = Nilai korelasi

Setelah ukuran efek dihitung berdasarkan rumus yang sesuai, selanjutnya ukuran efek dikategorikan pada tingkatan sebagai berikut:

Tabel 1. Kriteria Efek Size

No	Effect Size	Kategori
1	ES ≤ 0,15	Dapat diabaikan
2	0,15 < ES < 0,40	Rendah
3	0,40 < ES < 0,75	Sedang
4	0,75 < ES < 1,10	Tinggi
5	1,10 < ES < 1,45	Sangat tinggi

(Sumber: Glass, 1981)

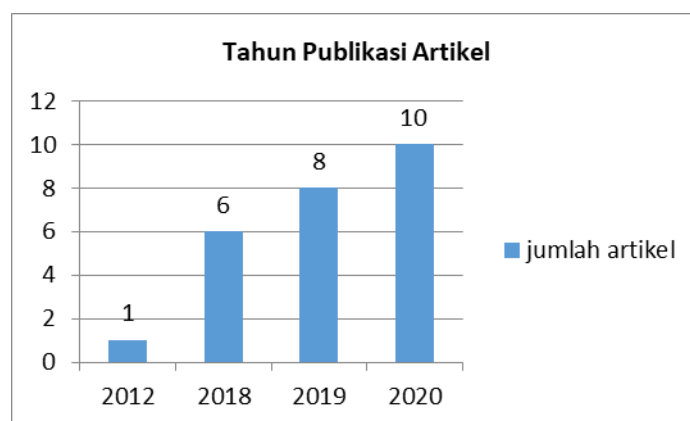
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh penerapan integrasi pendekatan STEM dari tiga variabel moderator yaitu jenjang pendidikan, model serta materi terhadap kemampuan berfikir kritis peserta didik. Setelah terkumpul 25 artikel dan telah dilakukan analisis maka didapatkan 3 variabel moderator yang bisa di cari efek size nya yaitu berdasarkan jenjang pendidikan, model yang diintegrasikan serta materi yang dipakai pada pembelajaran terintegrasi STEM. Adapun hasil ukuran efek dari kedua variabel moderator memiliki hasil yang bervariasi.

Meta analisis ini berfokus kepada pengaruh integrasi STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Melalui integrasi STEM, siswa memiliki literasi sains dan teknologi yang nampak dari membaca, menulis, mengamati, serta melakukan praktikum sains sehingga dapat dijadikan bekal untuk hidup bermasyarakat dan memecahkan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari yang terkait dengan bidang ilmu STEM.

Artikel yang dikaji yaitu dari tahun 2012-2020, dari 25 artikel hanya 1 artikel yang terbit pada tahun 2012 paling banyak pada tahun 2020. Tahun publikasi menunjukkan kebaharuan hasil penelitian dan update penelitian. Penelitian integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis dari tahun ke tahun mengalami peningkatan publikasi yang menunjukkan pentingnya integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran IPA untuk dikaji sesuai dengan keterampilan yang dibutuhkan pada abad-21 dapat dilihat pada grafik 1

Grafik 1. Tahun Publikasi Artikel



Hasil pertama dalam penelitian ini terkait dengan pengaruh integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis peserta didik ditinjau dari model yang digunakan. Nilai rata-rata ukuran efek pengaruh integrasi pendekatan STEM ditinjau dari model terhadap kemampuan berfikir kritis dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Pengaruh Integrasi Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Berfikir Kritis berdasarkan Model pembelajaran yang digunakan

No	Model	Kode Artikel	Sumber artikel	Ukuran efek	Rata-rata Ukuran efek	Ket
1	STEM	J1	(Elfrida Yanty Siregar et al., 2019)	1,26	0,92	Tinggi
		J5	(Savran Gencer & Doğan, 2020)	0,40		
		J6	(Purwaningsih et al., 2020)	0,28		
		J7	(Soros et al., 2018)	0,59		
		J8	(Duran & Sendag, 2012)	0,53		
		J9	(Rosidin et al., 2019)	1,55		
		J10	(Abed Al Malek Al-	0,61		

		Hidabi & Fuad Abu-Owda, 2019)			
		J11	(Tiryaki et al., 2019)	0,51	
		J17	(Tungsombatsanti et al., 2018)	0,88	
		J18	(Khoiriyah et al., 2018)	0,66	
		J22	(Taqwa & Zainuddin, 2020)	3,34	
		J23	(Mater et al., 2020)	0,50	
2	PjBL	J2	(Oktavia & Ridlo, 2020)	0,35	0,59 Sedang
		J4	(Mutakinati et al., 2018)	0,82	
		J12	(Dywan & Airlanda, 2020)	0,66	
		J21	(Windasari et al., 2020)	0,22	
		J24	(Afifah et al., 2019)	0,92	
		J3	(Febrianto et al., 2021)	0,45	
3	PBL	J13	(Adiwiguna et al., 2019)	0,32	1,09 Tinggi
		J15	(Cahyaningtyas & Roektingroem, 2018)	0,75	
		J20	(Putri et al., 2020)	3,09	
		J25	(Melati et al., 2019)	1,49	
		J19	(Ariyatun & Octavianelis, 2020)	0,45	
4	Inkuiri Terbimbing	J14	(Wastiti & Sultur, 2020)	0,57	0,56 Sedang
		J16	(Islamyah et al., 2019)	0,55	

Berdasarkan data pada tabel 2 dinyatakan bahwa terdapat 12 artikel yang termasuk model STEM dengan rata-rata efek size 0,92 yang berada pada kategori tinggi. Lalu terdapat 5 artikel yang termasuk model PjBL terintegrasi stem dengan rata –rata efek size 0,59 berada pada kategori sedang. Berikutnya terdapat 6 artikel yang termasuk model PBL terintegrasi STEM dengan rata-rata efek size 1,09 yang berada pada kategori tinggi. Dan yang terakhir, terdapat 2 artikel yang termasuk model inkuiri terbimbing terintegrasi STEM dengan rata-rata efek size 0,56 yang berada pada kategori sedang. Dilihat dari tabel maka model PBL terintegrasi STEM memiliki efek size yang paling tinggi diantara 3 model yang lain.

Model *Problem Based Learning* memberikan pengaruh yang sangat tinggi terhadap kemampuan berfikir kritis IPA dan Fisika peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian Santriani (2017) menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan berpikir kritis peserta didik. Model PBL dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis karena model PBL terintegrasi STEM: 1) memberikan penjelasan secara sederhana, 2) membangun keterampilan dasar, 3) menyimpulkan, 4) memberikan penjelasan lanjut, 5) mengatur strategi dan taktik (Wai et al., 2010). *Problem Based Learning* berorientasi STEM merupakan pembelajaran yang berdasarkan pada permasalahan. Adapun dalam penelitiannya (Mayasari et al., 2014) yang menyebabkan siswa lebih termotivasi karena penerapan teknologi yang ada dan mampu meningkatkan motivasi siswa sehingga bisa lebih aktif serta mendukung tercapainya indikator kemampuan berpikir kritis siswa

Selain itu model PBL juga berdasarkan kepada pemberian masalah, sehingga mampu melatih kemampuan analisis peserta didik terhadap masalah yang diberikan. Pembelajaran IPA dan Fisika tak terlepas dari permasalahan mengenai fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, kemampuan berfikir kritis peserta didik dapat diasah karena sudah terbiasa menganalisis permasalahan yang diberikan. Dapat disimpulkan model PBL terintegrasi STEM efektif untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis peserta didik.

Hasil penelitian kedua terkait dengan pengaruh integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis berdasarkan jenjang pendidikan. Nilai rata-rata ukuran efek dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Integrasi Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Berdasarkan Jenjang Pendidikan

No	Jenjang Pendidikan	Kode Artikel	Ukuran efek	Rata-rata Ukuran efek	Ket
1	SD	J1	1,26	0,59	Sedang
		J2	0,35		
		J5	0,40		
		J12	0,66		
		J13	0,32		
2	SMP	J3	0,45	0,71	Sedang
		J4	0,82		
		J8	0,53		
		J9	1,55		
		J10	0,61		
		J11	0,51		
		J15	0,75		
		J23	0,50		
3	SMA	J6	0,28	1,08	Tinggi
		J7	0,59		
		J14	0,57		
		J16	0,55		
		J17	0,88		
		J18	0,66		
		J20	3,09		
		J21	0,22		
		J22	3,34		
		J25	1,49		
		J19	0,45		
		J24	0,92		

Berdasarkan data pada tabel 3 dapat dinyatakan bahwa terdapat 5 artikel yang termasuk jenjang pendidikan SD dengan rata-rata efek size 0,59 yang berada pada kategori sedang. Lalu terdapat 8 artikel pada jenjang pendidikan SMP yang memiliki rata-rata efek size 0,71 yang berada pada kategori sedang. Terakhir, terdapat 12 artikel yang berada pada jenjang pendidikan SMA dengan nilai rata-rata efek size 1,08 berada pada kategori tinggi.

Jenjang pendidikan tingkat SMA memberikan pengaruh yang tinggi terhadap kemampuan berfikir kritis peserta didik. Hal ini dikarenakan pada pembelajaran fisika SMA, integrasi pendekatan STEM lebih optimal dilakukan karena peserta didik lebih berperan aktif dalam pembelajaran. Pembelajaran kurikulum 2013 tidak harus selalu mentransfer pengetahuan dari guru ke peserta didik, melainkan peserta didik harus aktif mencari, berproses, hingga menemukan konsep pembelajaran (Usmeldi et al., 2017). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Lou, 2011) yang menyatakan bahwa integrasi pembelajaran STEM membuat peserta didik berperan sebagai pusat belajar. Selain itu jenjang pendidikan juga mempengaruhi kemampuan menganalisis suatu masalah. Diperlukan akselerasi khusus untuk mampu mengintegrasikan STEM kedalam pemecahan masalah yang memungkinkan siswa belajar bermakna (Adiwiguna et al., 2019). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi usia

peserta didik, maka kemampuan berfikir kritisnya akan lebih tinggi. Oleh sebab itu integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis tingkat SMA memiliki efek size sangat tinggi. Dengan demikian, dapat disimpulkan integrasi pendekatan STEM pada jenjang SMA efektif untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis peserta didik.

Hasil penelitian ketiga terkait dengan pengaruh integrasi STEM terhadap kemampuan berfikir kritis berdasarkan materi pelajaran. Nilai efek size masing-masing materi dapat dilihat pada tabel 4 berikut

Tabel 4. Pengaruh Integrasi Pendekatan STEM terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Berdasarkan Materi

No	Materi	Kode Artikel	Ukuran efek	Rata-rata Ukuran efek	Ket
1.	Usaha dan Energi	J6	0,28	2,23	Sangat Tinggi
		J20	3,09		
		J22	3,34		
2.	Hukum Newton	J7	0,59	0,59	Sedang
3.	Fluida	J9	1,55	1,55	Sangat tinggi
4.	Suhu dan Kalor	J14	0,57	0,57	Sedang
5.	Vektor	J16	0,55	0,55	Sedang
6.	Alat Optik	J17	0,88	0,88	Tinggi
7.	Gelombang Bunyi	J18	0,66	0,66	Sedang
8.	Asam Basa	J21	0,22	0,22	Rendah
9.	Sistem Ko-loid	J19	0,45	0,45	Sedang
10.	Pencemaran Lingkungan	J25	1,49	1,49	Sangat Tinggi

Berdasarkan data pada tabel 4 dapat dilihat bahwa materi usaha dan energi yang terdiri atas 3 artikel memperoleh rata-rata efek size paling tinggi yaitu 2,23. Lalu pada materi lainnya seperti Hukum Newton, Fluida, Suhu dan Kalor, Vektor, Alat Optik, Gelombang Bunyi dll hanya memiliki masing-masing 1 artikel. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa integrasi pendekatan STEM efektif untuk meningkatkan kemampuan berfikir kritis peserta didik pada materi usaha dan energi

Hasil penelitian ketiga terkait dengan integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis berdasarkan materi. Pada hasil penelitian ketiga ini yang dianalisis hanya materi pada jenjang SMA. Karena pada jenjang SD dan SMP masih menggunakan IPA terpadu sehingga materinya tercampur. Sementara pada jenjang SMA materi IPA sudah dipisah menjadi Fisika, Kimia dan Biologi. Materi usaha dan energi dengan jumlah 3 artikel memperoleh rata-rata efek size tertinggi. Lalu pada materi lainnya hanya terdapat 1 artikel. Hal ini menyatakan bahwa pada tingkat SMA materi usaha dan energi sangat cocok untuk diterapkan integrasi pendekatan STEM. Karena sangat berhubungan dengan Sains, Teknologi, teknik dan Matematika. Maka dengan banyaknya artikel yang di analisis maka mampu memberikan kesimpulan secara umum pengaruh integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis peserta didik pada pelajaran IPA dan Fisika.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data yang dianalisis dapat disimpulkan bahwa integrasi pendekatan STEM model *Problem Based Learning* lebih efektif diterapkan dibandingkan model lainnya dengan rata-rata efek size 0,92, integrasi pendekatan STEM terhadap kemampuan berfikir kritis lebih efektif diterapkan pada jenjang SMA dengan rata-rata efek size 1,08, dan integrasi pendekatan STEM terhadap kemam-

puan berfikir kritis berdasarkan materi lebih efektif diterapkan pada materi usaha dan energi dengan rata-rata efek size 2,23.

DAFTAR PUSTAKA

- Abed Al Malek Al-Hidabi, D., & Fuad Abu-Owda, M. (2019). The Effect of STEM Curriculum Based on Islamic Perspective on Grade Talented Female Students' Critical Thinking in Gaza. *International Journal of Elementary Education*, 8(4), 80. <https://doi.org/10.11648/j.ijeedu.20190804.11>
- Adiwiguna, P. S., Dantes, N., & Gunamantha, I. M. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Berorientasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Literasi Sains Siswa Kelas V Sd Di Gugus I Gusti Ketut Pudja. *Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 3(2), 94–103.
- Afifah, A. N., Ilmiyati, N., & Toto, T. (2019). Model Project Based Learning (Pjbl) Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 11(2), 73. <https://doi.org/10.25134/quagga.v11i2.1910>
- Ariyatun, A., & Octavianelis, D. F. (2020). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi Stem Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC: Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 33. <https://doi.org/10.21580/jec.2020.2.1.5434>
- Asrizal, A., Amran, A., Ananda, A., & Festiyed, F. (2018). Effectiveness of Adaptive Contextual Learning Model of Integrated Science by Integrating Digital Age Literacy on Grade VIII Students. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012067>
- Asrizal, Amran, A., Ananda, A., Festiyed, F., & Sumarmin, R. (2018). The Development Of Integrated Science Instructional Materials To Improve Students' Digital Literacy In Scientific Approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 442–450. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i4.13613>
- Bicer, A., Capraro, R. M., Capraro, M. M., Oner, T., & Boedeker, P. (2015). STEM Schools vs. Non-STEM Schools: Comparing Students' Mathematics Growth Rate on High-Stakes Test Performance. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 6(1), 138–150.
- Bybee, R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995), 996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>
- Cahyaningtyas, F., & Roektingroem, E. (2018). Pengaruh Pembelajaran Ipa Berbasis Stem-Pbl Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Kognitif. *E-Journal Pendidikan IPA*, 7(5), 239–244.
- Dischino, M., Delaura, J. A., Donnelly, J., Massa, N. M., & Hanes, F. (2011). Increasing the STEM Pipeline through Problem-Based Learning. *IAJC-ASEE International Conference*, 12(1), 21–29. [http://ijme.us/cd_11/PDF/Paper 27 ENT 203.pdf](http://ijme.us/cd_11/PDF/Paper%2027%20ENT%203.pdf)
- Duran, M., & Sendag, S. (2012). A Preliminary Investigation into Critical Thinking Skills of Urban High School Students: Role of an IT/STEM Program. *Creative Education*, 03(02), 241–250. <https://doi.org/10.4236/ce.2012.32038>
- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan Tidak Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 344–354. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.353>
- Elfrida Yanty Siregar, Y., Rachmadtullah, R., Pohan, N., Rasmitadila, & Zulela, M. S. (2019). The Impacts Of Science, Technology, Engineering, And Mathematics (STEM) On Critical Thinking In Elementary School. *Journal of Physics: Conference Series*, 1175(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1175/1/012156>
- Fakhriyah, F. (2014). Penerapan Problem Based Learning Dalam Upaya Mengembangkan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 3(1), 95–101. <https://doi.org/10.15294/jpii.v3i1.2906>

- Febrianto, T., Ngabekti, S., & Saptono, S. (2021). *Journal of Innovative Science Education The Effectiveness of Schoology-Assisted PBL-STEM to Improve Critical Thinking Ability of Junior High School Students*. 10(908), 222–229.
- Gandi, A. S. K., Haryani, S., & Setiawan, D. (2021). The Effect of Project-Based Learning Integrated STEM Toward Critical Thinking Skill. *Journal of Primary Education*, 10(1), 18–23. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/view/33825/14147>
- Glass, M. B. (1981). *Meta-Analysis in Social Research*. London: Sage Publication
- Hidayanti, D., As'ari, A. R., & C, T. D. (2016). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Smp Kelas IX Pada Materi Kesebangunan. *Konferensi Nasional Penelitian Matematika Dan Pembelajarannya (KNPMP I) Universitas Muhammadiyah Surakarta, 12 Maret 2016*, 2502–6526(Knpmp I), 276–285.
- Islamyah, D. G., Yasa, P., & Rachmawati, D. O. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis STEM guna Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X MIPA SMAN Tahun Ajaran 2018/2019. *Jppf*, 8(2), 86–94.
- 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. <https://doi.org/10.12928/jrkipf.v5i2.9977>
- Liao, Y., Loures, E. R., Deschamps, F., Brezinski, G., & Venâncio, A. (2018). The impact of the fourth industrial revolution: A cross-country/region comparison. *Production*, 28(January). <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20180061>
- Lipsey, M. & Wilson, D. (2001). *Practical meta-analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Lou, S.J., Shih, R.C., Diez, C.R., dan Tseng, K.H.. 2011. The Impact of Problem Based Learning Strategies on STEM Knowledge Integration and Attitudie, an Exploratory Study Among Female Taiwanese Senior High School Students, *International Journal of Thechnology and Design Education* : Springer, 2011, pp. 195-215.
- Mater, N. R., Haj Hussein, M. J., Salha, S. H., Draidi, F. R., Shaqour, A. Z., Qatanani, N., & Affouneh, S. (2020). The effect of the integration of STEM on critical thinking and technology acceptance model. *Educational Studies*, 00(00), 1–17. <https://doi.org/10.1080/03055698.2020.1793736>
- Mayasari, T., Kadarohman, A., & Rusdiana, D. (2014). Pengaruh Pembelajaran Terintegrasi Science , Technology , Engineering , and Mathematics (Stem) Pada Hasil Belajar Peserta Didik : Studi Meta Analisis. *Prosiding Semnas Pensa VI "Peran Literasi Sains" Surabaya, 20 Desember 2014*, 371–377.
- Melati, L. T., Warsono, & Toto. (2019). Pengaruh model problem based learning berbasis STEM terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kritis siswa. *Bioed: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(2).
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Yoshisuke, K. (2018). Analysis of students' critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54–65. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.10495>
- OECD. (2016). PISA 2015 Assessment and Analytical Framework PISA 2015 Assessment and Analytical Framework. In *OECD Publishing*.
- Oktavia, Z., & Ridlo, S. (2020). Critical Thinking Skills Reviewed from Communication Skills of the Primary School Students in STEM-Based Project-Based Learning Model. *Journal of Primary Education*, 9(3), 311–320. <https://doi.org/10.15294/jpe.v9i3.27573>
- Purwaningsih, E., Wahyuni, T., Sari, A. M., Yuliati, L., Suwasono, P., Kurniawan, B. R., & Zahiri, M. A. (2020). Improving Students' Critical Thinking Skills In Senior High School Through STEM-Integrated Modeling Instruction. *AIP Conference Proceedings*, 2215(April). <https://doi.org/10.1063/5.0000776>
- 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 Dan Pembelajaran IPA*, 4(2), 193. <https://doi.org/10.24815/jipi.v4i2.17859>
- Rosidin, U., Suyatna, A., & Abdurrahman, A. (2019). A Combined HOTS-Based Assessment/STEM Learning Model To Improve Secondary Students' Thinking Skills: A Development And

- Evaluation Study. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(3), 435–448. <https://doi.org/10.17478/jegys.518464>
- Savran Gencer, A., & Doğan, H. (2020). Assessing Science Critical Thinking Skills of Fifth Graders through Design Based STEM Education. *International Journal of Assessment Tools in Education, December*. <https://doi.org/10.21449/ijate.744640>
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crow: Business Press.
- Shaughnessy, M. (2013). By way of introduction Mathematics in a STEM context. *National Council of Teachers of Mathematics*, 18(6), 324.
- Siegel, H. (2013). Educating reason: Rationality, critical thinking, and education. *Educating Reason: Rationality, Critical Thinking, and Education*, 1–191. <https://doi.org/10.4324/9781315001722>
- Soros, P., Ponkham, K., & Ekkapim, S. (2018). The Results Of STEM Education Methods For Enhancing Critical Thinking And Problem Solving Skill In Physics The 10th Grade Level. *AIP Conference Proceedings, 1923*. <https://doi.org/10.1063/1.5019536>
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Sulistiyowati, S., Abdurrahman, A., & Jalmo, T. (2018). The Effect of STEM-Based Worksheet on Students' Science Literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1), 89. <https://doi.org/10.24042/tadris.v3i1.2141>
- Taqwa, M. R. A., & Zainuddin, A. (2020). Effect of PDEODE-STEM Learning on Students' Critical Thinking Ability on Work and energy Topics. 51–55.
- Tiryaki, A., Caki, O., & Yaman, Y. (2019). The Effects of the Program Including Differentiated STEM Applications Based on the Parallel Curriculum Model on the Critical Thinking Skills, Creativity and Attitudes of Gifted and Talented Students. 8(4), 1226–1230.
- Tungsombatsanti, A., Ponkham, K., & Somtoa, T. (2018). The Results Of STEM Education Methods In Physics At The 11th Grade Level: Light And Visual Equipment Lesson. *AIP Conference Proceedings, 1923*. <https://doi.org/10.1063/1.5019544>
- Usmeldi, 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. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i2.10680>
- Usmeldi, U., & Amini, R. (2019). The Effect Of Integrated Learning Model To The Students Competency On The Natural Science. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022022>
- Wai, J., Lubinski, D., Benbow, C. P., & Steiger, J. H. (2010). Accomplishment in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) and Its Relation to STEM Educational Dose: A 25-Year Longitudinal Study. *Journal of Educational Psychology*, 102(4), 860–871. <https://doi.org/10.1037/a0019454>
- 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*. 4(2), 110–115.
- Windasari, N. S., Yamtinah, S., & Vh, S. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning Terintegrasi Stem (Pjbl-Stem) Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Pada Materi Asam Dan Basa Kelas Xi Di Sma Negeri 3 Surakarta. 9(1), 47–53.