

Meta Analisis Efek STEM dalam Pembelajaran Sains terhadap Keterampilan Abad 21

Shinta Antar Kasuma^{1*)} Asrizal²⁾ Usmeldi²⁾

¹⁾SMP Negeri 1 Kota Solok, Indonesia

²⁾Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Padang, Indonesia

²⁾Magister Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Padang, Indonesia
shinta.antar.kasuma@gmail.com

ABSTRACT

21st century skills are one of skills that must be obtained by students. Implementation of the 2013 curriculum to train and develop 21st Century skills can be done by applying STEM in science learning. The method of this research is analysis of journal articles obtained through online journals. There are 20 journals analyzed in this research and have been published in 2016-2021 consist of 16 national journals and 4 international journals by calculating the effect size. The results of data analysis showed that the effect of STEM in science learning on each level of education was in the high category for high school, junior high school, and elementary school. The implementation of STEM in science learning has an effect on each type of 21st Century skills in the high category for critical thinking, creativity, communication, and collaboration. The implementation of STEM in science learning has an effect on the types of science subjects in the high category for science, physics, biology, and chemistry.

Keywords : STEM, Science learning, 21st Century skills



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. ©2022 by author and Universitas Negeri Padang.

PENDAHULUAN

Salah satu keterampilan yang harus dikuasai peserta didik adalah keterampilan abad 21. Berdasarkan Undang-undang tentang sistem pendidikan nasional nomor 20 yang diterbitkan tahun 2003, tujuan nasional pendidikan dirancang untuk mengembangkan potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertaqwa, berakhlak mulia, berilmupengetahuan, mandiri, cakap, bertanggung jawab dan kreatif. Tujuan pendidikan nasional ini sejalan dengan tuntutan keterampilan Abad 21 beserta tantangannya. Abad 21 merupakan masa yang berlandaskan IPTEK sehingga masyarakat suatu negara diharuskan untuk menguasai berbagai keterampilan, terutama keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang makin meningkat serta kreatif, komunikatif serta berkolaborasi untuk menemukan solusi permasalahan hidup Abad 21.

Salah satu bentuk usaha pemerintah menanamkan keterampilan Abad 21 adalah berupa menerapkan kurikulum 2013 yang selaras dengan perkembangan pendidikan global dan tetap mempertahankan nilai luhur bangsa Indonesia. Melalui Kurikulum 2013, manusia Indonesia dipersiapkan untuk memiliki dapat hidup sebagai warga negara dan pribadi yang beriman, produktif inovatif, kreatif, dan afektif serta dapat berperan aktif dalam kehidupan di masyarakat, dalam koridor bangsa dan negara serta kebudayaan dunia (Kemdikbud, 2018). Kurikulum ini diterapkan untuk memperkuat kompetensi peserta didik baik pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh.

Dalam pelaksanaannya, keterampilan Abad 21 peserta didik belum ditingkatkan dengan maksimal. Hal ini dibuktikan melalui beberapa permasalahan yang muncul dari penelilitan sebelumnya. PISA pada tahun 2015 melakukan studi dan menunjukkan bahwa Indonesia dari 70 negara yang dipelajari dalam bidang IPA menduduki urutan 61 dalam bidang sains. Indonesia memperoleh skor 401

sementara skor rerata peserta PISA lainnya 493 (Adiwiguna, Dantes, & Gunamantha, 2019). Hal ini seiring dengan pengamatan yang dilakukan Ariyatun (Ariyatun & Octavianelis, 2020) dimana peserta didik cenderung enggan berpikir kritis dan lebih memilih menerima mentah-mentah penjelasan guru. Rendahnya kreativitas peserta didik diantaranya disebabkan oleh sebagian guru masih melaksanakan *teacher oriented* (Mutowi, Supriana, & Sutopo, 2020). Komunikasi peserta didik juga belum terampil karena seringnya penggunaan bahasa daerah dan penguasaan kosakata sains yang rendah (Mukaromah & Wusqo, 2019). Sebagian guru juga kesulitan dalam memilih model pembelajaran agar peserta didik saling akrab dan kerjasama dapat ditingkatkan (Rizkiyah, Hariyadi, & Novenda, 2020).

Berdasarkan permasalahan dari beberapa penelitian terdahulu, solusi untuk melatih dan meningkatkan keterampilan Abad 21 dapat dilakukan dengan menerapkan STEM dalam pembelajaran kurikulum 2013. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* atau disingkat dengan STEM awalnya digunakan oleh *National Science Foundation (NSF)* Amerika Serikat (Sanders, 2009). STEM merupakan pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran dengan melibatkan komponen sains, teknologi, teknik, dan matematika agar diperoleh hasil belajar optimal dari peserta didik. Abad 21 menuntut keterampilan campuran antara kemampuan kognitif, keterampilan sosial, motivasi pribadi, konseptual pengetahuan, dan kompetensi pemecahan masalah. Pembelajaran terintegrasi STEM akan memberikan wadah bagi peserta didik untuk melakukan penyelidikan ilmiah, inovasi teknologi, dan komputasi matematis (Bybee, 2013). Pembelajaran sains merupakan pembelajaran yang menyatukan fakta, konsep, prinsip, prosedur dan teori. Pembelajaran sains memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik dan meningkatkan kemampuan mereka untuk mengadaptasi, menyimpan, dan mengaplikasikan konsep yang telah mereka pelajari. Peserta didik dilatih untuk menemukan sendiri konsep pengetahuan secara menyeluruh (holistik), bermakna, autentik, dan dipelajari secara aktif (Kemendikbud, 2014). Kegiatan pembelajaran dijalankan dengan pemberian berbagai macam bentuk kasus permasalahan, bebas dan aktif untuk mencari informasi-informasi yang bersesuaian, belajar, dan menemukan solusi hingga menemukan kesimpulan dan menjadikan pemahaman peserta didik (Afifudin & Fadly, 2021).

Karakteristik STEM sesuai dengan karakteristik pembelajaran sains. Orientasi dari proses pembelajaran sains yaitu pada kemampuan mengaplikasikan, kemampuan untuk berpikir yang terus dikembangkan, rasa ingin tahu yang besar, lebih peduli, dan mempunyai rasa bertanggung jawab terhadap alam dan lingkungan sosial (Zubaidah, 2018). STEM mampu mengkaitkan antar penyelidikan ilmiah, dengan cara merumuskan pertanyaan dan dijawab melalui penyelidikan yang dapat memberi tahu peserta didik, sebelumnya mereka dilibatkan dalam merancang teknik proses agar dapat memecahkan masalah (Adiwiguna, Dantes, & Gunamantha, 2019). Pembelajaran sains membutuhkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah dalam mengamati fenomena alam, keterampilan mengolah data yang diajarkan dalam matematika dari hasil pengamatan, dan selanjutnya mengaplikasikan fenomena alam dalam bentuk teknologi dan teknik. Oleh karena itu, STEM perlu untuk diterapkan dalam pembelajaran sains agar keterampilan Abad 21 dapat tercapai.

Meskipun telah banyak dilakukan penelitian tentang penerapan STEM dalam pembelajaran, faktanya belum terlihat dengan jelas efek STEM dalam pembelajaran sains terhadap seluruh keterampilan Abad 21. Beberapa penelitian hanya terfokus kepada salah satu keterampilan abad 21. Bertolak dari kelemahan penelitian terdahulu, perlu dilakukan penelitian meta analisis efek STEM dalam pembelajaran sains terhadap keterampilan Abad 21.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode meta analisis. Metode ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari artikel jurnal. Kriteria artikel jurnal yang digunakan adalah (1) topik artikel sesuai dengan tujuan penelitian; (2) artikel terbit pada jurnal nasional dan internasional yang telah terakreditasi

SINTA dalam rentang waktu 5 tahun terakhir; (3) menampilkan data berupa hasil pengolahan nilai variabel yang dibutuhkan dalam perhitungan *effect size*. Tahapan yang dilakukan dalam meta analisis menurut Retnawati dkk (2018) sebagai berikut : (1) Merumuskan pertanyaan penelitian dan menentukan penelitian yang relevan. Penelitian ini memiliki rumusan yaitu bagaimana efek STEM dalam pembelajaran sains terhadap keterampilan Abad 21. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan 20 artikel penelitian relevan dalam jurnal nasional maupun internasional terakreditasi yang diterbitkan dalam selang tahun 2016 sampai 2021. Pengumpulan tersebut dilakukan pada 1 – 20 Desember 2021 dengan cara mengakses *google scholar*. (2) Melakukan pengkodean artikel jurnal agar memudahkan dalam menganalisis dan menemukan informasi tambahan untuk menginterpretasi hasil meta analisis. (3) Menghitung *effect size* setiap artikel jurnal dengan persamaan yang sesuai dengan data hasil penelitian yang ada. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *effect size* disajikan pada tabel 1. Selanjutnya, merata-ratakan *effect size* menurut variabel moderator yang akan diamati besar pengaruhnya. (4) Menganalisis hasil analisis data dan membuat kesimpulan hasil penelitian metaanalisis secara sederhana dan menyeluruh.

Tabel 1 : Persamaan *Effect Size*

No	Data statistik yang tersedia	Persamaan	Kode persamaan
1.	Pretest-posttest one grup only	$ES = \frac{\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre}}{SD_{pre}}$	F1
2.	Two groups posttest only	$ES = \frac{\bar{x}_c - \bar{x}_e}{SD_c}$	F2
3.	Two groups pre-post test	$ES = \frac{(\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre})_e - (\bar{x}_{post} - \bar{x}_{pre})_c}{\frac{SD_{pre\ c} + SD_{pre\ e} + SD_{post\ c}}{3}}$	F3
4.	Chi-square	$ES = \frac{2r}{\sqrt{1-r^2}}$ atau $ES = \sqrt{\frac{x^2}{n}}$	F4
5.	t test for two groups	$ES = t \sqrt{\frac{1}{n_e} + \frac{1}{n_c}}$	F5
6.	t test for one group only	$ES = \frac{t}{\sqrt{n}}$	F6
7.	P value	Comperhensive Meta Analisis Software (CMA)	F7

(Becker & Park, 2011)

Tabel 2 : Nilai *Effect Size* beserta Kategorinya

Rentang Nilai <i>Effect size</i> (ES)	Kategori
$0 \leq ES \leq 0,2$	Rendah
$0 \leq ES \leq 0,2$	Sedang
$ES \geq 0,8$	Tinggi

(Cohen, 1988)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian

Penelitian meta analisis ini dilakukan untuk mengetahui efek STEM dalam pembelajaran sains terhadap keterampilan Abad 21. Artikel jurnal yang memiliki relevansi pada penelitian ini diperoleh dari berbagai sumber yang bisa diakses melalui *google scholar*. Selanjutnya, data setiap artikel jurnal yang relevan tersebut dianalisis untuk menghitung *effect size* dari persamaan pada Tabel 1. *Effect size* yang diperoleh, dihitung reratanya berdasarkan variabel moderator yang dipilih yaitu jenjang pendidikan, jenis keterampilan Abad 21, dan mata pelajaran bidang sains.

Peneliti mendapatkan 20 jurnal yang berasal dari jurnal nasional maupun internasional dan diberi kode J1 sampai dengan J20. Rekapitulasi hasil *effect size* setiap jurnal terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Pengkodean Jurnal, Penulis Artikel Jurnal, Besar *Effect Size*, dan Persamaan yang Bersesuaian.

No.	Kode jurnal	Penulis	<i>Effect size</i>	Persamaan <i>effect size</i>
1	J01	(Dywan & Airlanda, 2020)	0.64	F3
2	J02	(Adiwiguna, Dantes, & Gunamantha, 2019)	0.82	F2
3	J03	(Putri, Pursitasari, & Rubini, 2020)	3.09	F3
4	J04	(Ariyatun & Octavianelis, 2020)	3.21	F5
5	J05	(Alatas & Yakin, 2021)	2.78	F3
6	J06	(Bulu & Tanggur, 2021)	1.45	F2
7	J07	(Fadlina, Artika, Khairil, Nurmaliah, & Abdullah, 2021)	3.51	F1
8	J08	(Afifudin & Fadly, 2021)	2.54	F3
9	J09	(Mustofa, Arif, Sholihah, Aristiawan, & Rokmana, 2021)	1.43	F5
10	J10	(Santoso & Arif, 2021)	0.45	F5
11	J11	(Tureni, Febriawan, Fardha, & Buntu, 2021)	0.49	F5
12	J12	(Mawarni & Sani, 2020)	0.64	F3
13	J13	(Doğan & Kahraman, 2021)	1.29	F5
14	J14	(Mutowi, Supriana, & Sutopo, 2020)	0.96	F2
15	J15	(Kırcı & Bakırcı, 2021)	0.25	F5
16	J16	(Siswanto, 2018)	6.73	F6

No.	Kode jurnal	Penulis	Effect size	Persamaan effect size
17	J17	(Mukaromah & Wusqo, 2019)	0.59	F4
18	J18	(Oktavia & Ridlo, 2020)	0.34	F6
19	J19	(Sandi, 2021)	1.47	F1
20	J20	(Rizkiyah, Hariyadi, & Novenda, 2020)	0.38	F2

Efek STEM dalam Pembelajaran Sains berdasarkan Jenjang Pendidikan

Hasil analisis pertama dari penelitian meta analisis ini adalah Efek STEM dalam pembelajaran sains berdasarkan jenjang pendidikan. Nilai ukuran efek rata-rata diperoleh dari nilai efek setiap artikel. Nilai ukuran efek rata-rata dan jenis kategori efek berdasarkan variabel moderator berupa jenjang pendidikan disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Efek STEM dalam Pembelajaran Sains berdasarkan Jenjang Pendidikan

Jenjang Pendidikan	Kode Jurnal	Effect Size	Ukuran Efek Rata-rata	Jenis Kategori
SD	J01	0.64	0.60	Tinggi
	J02	0.82		
	J18	0.34		
SMP / MTs	J08	2.54	1.35	Tinggi
	J09	1.43		
	J10	0.45		
	J13	1.29		
	J15	0.18		
	J17	2.24		
SMA/MAN	J03	3.09	1.80	Tinggi
	J04	3.21		
	J05	2.78		
	J06	1.45		
	J07	3.51		
	J11	0.49		
	J12	0.64		
	J14	0.96		
	J19	1.47		
	J20	0.38		

Berdasarkan tabel 4 ditemukan bahwa *effect size* yang diperoleh setiap jenjang pendidikan memiliki kategori tinggi. Hal ini diperoleh dengan menghitung rerata besaran efek berdasarkan dengan jenjang dari tingkat pendidikan. Hasil perhitungan ES memperlihatkan rata-rata ukuran efek senilai 0,60 dengan kategori tinggi untuk jenjang SD; rata-rata ukuran efek senilai 1,35 dengan kategori tinggi untuk jenjang SMP/MTs dan rata-rata ukuran efek senilai 1,80 dengan kategori tinggi untuk jenjang SMA/MAN. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa STEM dalam pembelajaran sains memiliki efek yang tinggi berdasarkan jenjang pendidikan.

Efek STEM dalam Pembelajaran Sains berdasarkan Jenis Keterampilan Abad 21

Hasil analisis kedua dari penelitian meta analisis ini adalah Efek STEM dalam pembelajaran sains berdasarkan jenis keterampilan Abad 21. Nilai ukuran efek rata-rata diperoleh dari nilai efek setiap artikel. Nilai ukuran efek rata-rata dan jenis kategori efek berdasarkan variabel moderator berupa jenis keterampilan Abad 21 dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Efek STEM dalam Pembelajaran Sains berdasarkan Jenis Keterampilan Abad 21

Keterampilan Abad 21	Kode Jurnal	Effect Size	Rata-rata Ukuran Efek	Kategori
Berpikir kritis	J01	0.64	1.85	Tinggi
	J02	0.82		
	J03	3.09		
	J04	3.21		
	J05	2.78		
	J06	1.45		
	J07	3.51		
	J08	2.54		
	J09	1.43		
	J10	0.45		
	J11	0.49		
Kreativitas	J12	0.64	1.96	Tinggi
	J13	1.29		
	J14	0.96		
	J15	0.18		
	J16	6.73		
Komunikasi	J17	2.24	1.29	Tinggi
	J18	0.34		
Kolaborasi	J19	1.47	0.93	Tinggi
	J20	0.38		

Berdasarkan tabel 5 ditemukan bahwa *effect size* yang diperoleh setiap jenis keterampilan Abad 21 memiliki kategori tinggi. Dari hasil perhitungan rata-rata ukuran ES, didapat rata-rata ukuran efek senilai 7,85 dengan kategori tinggi untuk keterampilan berpikir kritis; ukuran efek rata-rata senilai 1,96 dengan kategori tinggi untuk kreativitas; ukuran efek rata-rata senilai 1,29 dengan kategori tinggi untuk keterampilan komunikasi dan ukuran efek rata-rata senilai 0,38 dengan kategori tinggi untuk keterampilan kolaborasi. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa STEM dalam pembelajaran sains memiliki efek yang tinggi berdasarkan jenis keterampilan Abad 21.

Efek STEM dalam Pembelajaran Sains berdasarkan Mata Pelajaran Bidang Sains

Hasil analisis ketiga dari penelitian meta analisis ini adalah Efek STEM dalam pembelajaran sains berdasarkan mata pelajaran bidang sains. Nilai ukuran efek rata-rata diperoleh dari nilai efek setiap artikel. Nilai ukuran efek rata-rata dan jenis kategori efek berdasarkan variabel moderator berupa mata pelajaran bidang sains disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil dari Analisis Efek STEM dalam Pembelajaran Sains berdasarkan Mata Pelajaran Bidang Sains

Mapel bidang sains	Kode Jurnal	Effect Size	Rata-rata Ukuran Efek	Kategori
IPA	J01	0.64	1.20	Tinggi
	J02	0.82		
	J08	2.54		
	J09	1.43		
	J10	0.45		
	J13	1.29		
	J15	0.18		
	J17	2.24		
Fisika	J03	3.09	2.29	Tinggi
	J05	2.78		
	J06	1.45		
	J12	0.64		
	J14	0.96		
	J16	6.73		
Biologi	J07	3.51	1.94	Tinggi
	J20	0.38		
Kimia	J04	3.21	2.34	Tinggi
	J19	1.47		

Berdasarkan tabel 6 ditemukan bahwa *effect size* yang diperoleh setiap mata pelajaran bidang sains memiliki kategori tinggi. Dari hasil perhitungan rata-rata ukuran ES, didapat ukuran efek rata-rata senilai 1,20 dengan kategori tinggi untuk IPA; ukuran efek rata-rata senilai 2,29 dengan kategori tinggi untuk fisika; ukuran efek rata-rata senilai 1,94 dengan kategori tinggi untuk biologi dan ukuran efek rata-rata senilai 2,34 dengan kategori tinggi untuk kimia. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa STEM dalam pembelajaran sains memiliki efek yang tinggi berdasarkan mata pelajaran bidang sains.

Pembahasan

Hasil analisis dari 20 artikel jurnal menunjukkan efek STEM dalam pembelajaran sains berdasarkan 3 variabel moderator yang dipilih. Variabel moderator tersebut yaitu efek STEM dalam pembelajaran sains terhadap jenjang pendidikan, terhadap jenis keterampilan Abad 21, dan terhadap mata pelajaran bidang sains. Hasil analisis secara umum menunjukkan bahwa STEM dalam pembelajaran sains memiliki efek yang tinggi terhadap keterampilan Abad 21.

Analisis pertama tentang efek STEM dalam pembelajaran sains berdasarkan jenjang pendidikan didapatkan bahwa *effect size* STEM terhadap jenjang SMA lebih tinggi dibandingkan jenjang SD dan SMP/MTs. Hasil ini dikarenakan peserta didik SMA dituntut untuk lebih kreatif dan kritis untuk mengatasi permasalahan yang lebih rumit dalam materi pembelajaran dibanding jenjang SD dan SMP/MTs. Kegiatan belajar peserta didik SMA dilaksanakan dengan proyek sederhana. Integrasi

STEM pada pembelajaran mampu meningkatkan antusias dan rasa ingin tahu yang dimiliki oleh peserta didik supaya mereka terbiasa untuk kreatif dan kritis dalam mencari solusi dari fenomena sains dalam kehidupan (Putri, Pursitasari, & Rubini, 2020).

Analisis kedua tentang efek STEM dalam pembelajaran sains berdasarkan jenis keterampilan Abad 21 didapatkan bahwa *effect size* STEM terhadap keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan keterampilan komunikasi lebih tinggi dibandingkan keterampilan kolaborasi. Hal ini dikarenakan proses pembelajaran bermula dari kemauan peserta didik untuk berpikir kritis dan selanjutnya kreativitas diasah untuk mencari solusi terbaik dari permasalahan yang disajikan dalam pembelajaran. STEM memberikan efek positif dalam pencapaian belajar peserta didik (Becker & Park, 2011). Pengintegrasian STEM dalam pembelajaran dimana peserta didik terlibat secara aktif dapat membangun kemampuan berpikir kritisnya (Lou, Shih, & Diez, 2010). Jika keterampilan berpikir kritis meningkat maka akan memberikan pengaruh positif dalam peningkatan keterampilan komunikasi peserta didik (Oktavia & Ridlo, 2020). Hal ini juga seiring dengan peningkatan kreativitas peserta didik yang dapat merangsang perkembangan bakat yang dimiliki jika guru mengintegrasikan STEM ke dalam pembelajaran (Mawarni & Sani, 2020). Begitu juga dengan keterampilan bekerja sama peserta didik yang selalu dilatih dalam aktivitas yang kompleks seperti mengerjakan praktikum dan membuat produk dalam pembelajaran STEM (Rizkiyah, Hariyadi, & Novenda, 2020).

Analisis ketiga tentang efek STEM dalam pembelajaran sains berdasarkan mata pelajaran bidang sains. Dari hasil analisis terlihat efek yang tinggi pada mata pelajaran IPA (SMP) serta pada mata pelajaran fisika, biologi dan kimia (SMA). Hal ini disebabkan STEM terkait dengan erat pada mata pelajaran berbasis sains. STEM mampu memberikan peningkatan pada literasi sains, motivasi belajar, tingkat pemahaman materi, keterampilan berpikir kreatif, tingkat keefektifan, kebermaknaan pembelajaran, dan mendukung karir kedepannya (Rahmania, 2021). Jika STEM diterapkan dengan baik dalam pembelajaran sains, maka akan diperoleh hasil yang optimal terhadap keterampilan peserta didik.

Hasil penelitian meta analisis sejalan dengan pendapat (Bybee, 2013) bahwa STEM memberikan perubahan positif secara umum dalam pembelajaran sains. STEM mampu membantu peserta didik dalam mengatasi tantangan global serta memenuhi persyaratan sebagai tenaga kerja Abad 21. peserta didik akan terlahir sebagai sumber daya manusia yang terampil dalam berpikir, menemukan ide, mampu berkomunikasi, dan mau bekerja sama.

KESIMPULAN

Merujuk kepada hasil analisis data penelitian meta analisis dan pembahasannya, maka dapat disimpulkan bahwa efek STEM dalam pembelajaran sains terhadap keterampilan abad 21 adalah tinggi. STEM dalam pembelajaran sains memiliki efek tinggi terhadap jenjang pendidikan, jenis keterampilan Abad 21, dan mata pelajaran bidang sains. Oleh karena itu, STEM perlu diintegrasikan dalam pembelajaran sains.

DAFTAR PUSTAKA

- 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. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 3, 94-103. Retrieved desember 2021, from https://ejournal-pasca.undiksha.ac.id/index.php/jurnal_pendas/article/view/2871/1474
- Afifudin, A. A., & Fadly, W. (2021, November 30). Pemulihan Berpikir Kritis Peserta Didik Menggunakan Model Pictorial Riddle Dengan Pendekatan STEM. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*,

- I(3), 436-448. Retrieved desember 2021, from <https://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii/article/view/134/171>
- Alatas, F., & Yakin, N. A. (2021, Januari). The Effect of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Learning on Students' Problem Solving Skill. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(1), 1-9. Retrieved desember 2021, from <https://journal.stkipingsikawang.ac.id/index.php/JIPF/article/view/1829>
- Ariyatun, & Octavianelis, D. F. (2020, juni 29). Pengaruh Model Problem Based Learning Terintegrasi STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JEC Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 33-39. Retrieved Desember 2021, from <https://journal.walisongo.ac.id/index.php/jec/article/view/5434/pdf>
- Becker, K., & Park, K. (2011, July–September). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5 & 6), 23-37. Retrieved Desember 2021, from <https://www.jstem.org/jstem/index.php/JSTEM/article/download/1509/1394>
- Bulu, V. R., & Tanggur, F. (2021). The Effectiveness of STEM-Based PjBL on Student's Critical Thinking Skills and Collaborative Attitude. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(1), 219-228. Retrieved desember 2021, from <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/al-jabar/article/view/8831/4457>
- Bybee, r. w. (2013). *the case for STEM education challenges and opportunities*. Virginia, USA: NSTA press. Retrieved desember 2021, from <https://static.nsta.org/pdfs/samples>
- Doğan, A., & Kahraman, E. (2021). The effect of STEM activities on the scientific creativity of middle school students. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(2), 1241-1266. Retrieved desember 2021, from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1291696.pdf>
- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S. (2020, April 2). Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan tidak Berbasis Stem terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *JURNAL BASICEDU*, 4, 344-354. Retrieved Desember 2021, from <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/353/pdf>
- Fadlina, Artika, W., Khairil, Nurmaliah, C., & Abdullah. (2021, januari 15). Penerapan Model Discovery Learning Berbasis STEM pada Materi Sistem Gerak Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education)*, 9(1), 99-107. Retrieved desember 2021, from <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/18591>
- Kemdikbud. (2018). Permendikbud Nomor 35 Tahun 2018. Jakarta, Jakarta.
- Kemendikbud. (2014). Permendikbud nomor 68. Jakarta.
- Kırıcı, M. G., & Bakırcı, H. (2021, April 6). The effect of STEM supported research-inquiry-based learning approach on the scientific creativity of 7th grade students. *Journal of Pedagogical Research*, 5(2), 19-35. Retrieved desember 2021, from <https://www.ijopr.com/download/the-effect-of-stem-supported-research-inquiry-based-learning-approach-on-the-scientific-creativity-10795.pdf>
- Lou, S., Shih, R., & Diez, C. &. (2010). The impact of Problem Based learning strategies on STEM knowledge integration and attitude, an exploratory study among female Taiwanese senior high school students. *Journal of Thechnology and Design Education*, 21(2), 195-215. Retrieved desember 2021, from <https://eric.ed.gov/?id=EJ921249>

- Mawarni, R., & Sani, R. A. (2020, Mei). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa pada Materi Pokok Fluida Statis di Kelas XI SMA Negeri 4 Tebing Tinggi T.P 2019/2020. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 8(2), 8-15. Retrieved Desember 2021, from <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafi/article/view/18678/13617>
- Mukaromah, & Wusqo, i. u. (2019). The influence of PjBL model with stem approach on global warming topic to students' creative thinking and communication skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 152, 1-8. Retrieved Desember 2021, from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1521/4/042052/pdf>
- Mustofa, M. R., Arif, S., Sholihah, A. K., Aristiawan, & Rokmana, A. W. (2021, November 29). Efektivitas Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis STEM Terhadap Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(3), 375-384. Retrieved Desember 2021, from <https://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii/article/view/165>
- Mutowi, N., Supriana, N., & Sutopo. (2020, Desember 23). Pengaruh Pembelajaran Inkuiri Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Kreativitas Siswa. *JRPF (Jurnal Riset Pendidikan Fisika)*, 5(2), 125-128. Retrieved Desember 2021, from <http://journal2.um.ac.id/index.php/jrpf/article/view/17020>
- Oktavia, Z., & Ridlo, S. (2020, Mei 31). 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. Retrieved Desember 2021, from <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/jpe/article/view/27573>
- Putri, C. D., Pursitasari, I. D., & Rubini, B. (2020, November 24). Problem Based Learning Terintegrasi STEM di Era Pandemi Covid-19 untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *JUPI (Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA)*, 4(2), 193-204. Retrieved Desember 2021, from <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JUPI/article/view/17859/13205>
- Rahmania, I. (2021, Februari 1). Project Based Learning (PjBL) Learning Model with STEM Approach in Natural Science Learning for the 21st Century. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal)*, 4(1), 1161-1167. Retrieved Desember 2021, from <https://www.bircu-journal.com/index.php/birci/article/view/1727>
- Rizkiyah, Z. R., Hariyadi, S., & Novenda, I. (2020, Juni 2). The Influence of Project Based Learning Models on Science Technology, Engineering and Mathematics Approach to Collaborative Skills and Learning Results of Student. *ScienceEdu*, 3(2). Retrieved Desember 2021, from <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/Scedu/article/view/16589>
- Sanders, M. (2009, Desember/Januari). STEM, STEM Education, STEMmania. *the technology teacher*, pp. 20-26.
- Sandi, G. (2021, Februari 28). Pengaruh Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Elektroplating, Keterampilan Berpikir Kritis dan Bekerja Sama. *Indonesian Journal of Educational Development*, 1(4), 578-585. Retrieved Desember 2021, from <https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/ijed/article/view/1002>
- Santoso, A. M., & Arif, S. (2021, Juli 26). Efektivitas Model Inquiry dengan Pendekatan STEM Education terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 1(2), 73-86. Retrieved Desember 2021, from <https://ejournal.iainponorogo.ac.id/index.php/jtii/article/view/123>

- Siswanto, J. (2018). Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2), 133-137. Retrieved desember 2021, from <http://journal.upgris.ac.id/index.php/JP2F/article/view/3183/2200>
- Tureni, D., Febriawan, A., Fardha, R., & Buntu, A. (2021, September). Pengaruh Model Pembelajaran STEM di Era Revolusi Industri 4.0 terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMAN 5 Palu. *Jurnal Kreatif Online (JKO)*, 9(3), 66-72. Retrieved desember 2021, from <https://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jko/article/view/1245>
- Zubaidah, d. (2018). In *buku guru ipa kelas 9 edisi revisi 2018* (p. 3). Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.