



DAMPAK PENERAPAN MODEL *PjBL* DENGAN *STEM* PADA KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF DAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Alexander Mahombar^{1*}, Herna Puspita Padang², Peniel Hutagalung³
^{1, 2, 3} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia

*Corresponding author : alexanderalfa5145@gmail.com

ABSTRAK

Model pembelajaran yang sangat disarankan untuk diterapkan pada kurikulum merdeka belajar adalah model *Project Based Learning (PjBL)* dengan *STEM*. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapati dampak penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa. Metode yang digunakan ialah metode meta-analisis yang dipadukan dengan analisis data untuk menghitung *effect size*. Terdapat 17 artikel yang sudah terpublikasi dan mempunyai ISSN sebagai sampel dalam penelitian ini. Pada penelitian ini menghasilkan kesimpulan sebagai berikut: 1). Rata-rata dampak penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan *effect size* sebesar 3,49 dan pada kemampuan berpikir kritis siswa sebesar 1,04. Dengan demikian, penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada pembelajaran fisika memiliki dampak positif pada kemampuan berpikir kreatif dan kritis siswa. 2) Materi yang paling efektif dalam penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada pembelajaran fisika ialah materi momentum dan impuls yang memiliki *effect size* sebesar 6,82.

Kata Kunci: Pembelajaran Fisika, *PjBL*, *STEM*, Kemampuan Berpikir Kreatif, Kemampuan Berpikir Kritis.

1. PENDAHULUAN

Proses pembelajaran fisika di tingkat sekolah menengah seringkali diibaratkan pembelajaran yang susah dan menakutkan. Pernyataan ini disebabkan bahwa pelajaran fisika di sebagian besar sekolah hanya terpaku pada guru, dan masih berbasis pada teori. Akibatnya tidak relevan terhadap kehidupan nyata atau perkembangan teknologi saat ini. Oleh karena itu, pelajaran fisika seringkali gagal dalam memberikan dampak yang signifikan dalam dunia pendidikan [1].

Kompetensi yang sangat penting bagi siswa dalam pembelajaran fisika tingkat menengah ialah kemampuan berpikir kreatif. Berpikir kreatif siswa dapat dioptimalkan melalui model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)*. Dalam konteks ini, berpikir kreatif memungkinkan siswa dalam menganalisis dan mengorganisir masalah secara sistematis, mendeskripsikan pertanyaan secara inovatif, dan mendesain solusi yang otentik [2].

Kemampuan pengambilan keputusan secara kreatif dan kritis dalam pemecahan persoalan merupakan keterampilan yang sangat penting yang harus dimiliki siswa. Untuk menumbuhkan kemampuan pengambilan keputusan secara kreatif dan kritis ini, siswa harus diberi kesempatan berkarya semaksimal mungkin dan mengembangkan kreativitasnya. Dengan demikian, diperlukan penerapan model pembelajaran yang menyertakan siswa untuk menerapkan ilmu fisika secara aktif dan kreatif dalam kehidupan nyata. Model pembelajaran adalah rencana pembelajaran yang tertata sistematis dan menjadi panduan dalam kegiatan belajar mengajar. Maka dari itu, kegiatan belajar mengajar merupakan kegiatan yang terorganisir secara sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran [3].

Model pembelajaran itu harus mengindikasikan panduan dan pedoman guru untuk memberikan pelajaran [4]. Model pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* dapat memberikan peluang besar bagi siswa untuk berkreasi. Model pembelajaran ini memfokuskan siswa pada menghubungkan permasalahan dengan kehidupan nyata sehingga menghasilkan suatu produk atau proyek. Keunggulan dari model



pembelajaran *Project Based Learning (PjBL)* ialah siswa menjadi lebih kreatif dan terlibat aktif di kelas, serta meningkatkan kemampuan pemecahan masalah secara kritis [5]. *Project Based Learning (PjBL)* ialah model pembelajaran efektif, dengan fokus pada pemikiran kreatif, memecahkan suatu persoalan, serta hubungan relasi siswa dengan teman untuk mendapatkan wawasan baru [6]. Model pembelajaran ini dapat digunakan untuk membimbing siswa dalam memecahkan suatu persoalan yang ditugaskan serta berfokus pada sebuah karya yang dihasilkan [7]. Pendekatan pembelajaran dengan *STEM* muncul sebagai solusi inovatif terbaru dalam pelajaran fisika [8]. Pendekatan *STEM* merupakan pilihan yang sangat relevan dalam tujuan peningkatan kreativitas siswa, karena dalam proses rekayasa yang memerlukan kreativitas siswa. *STEM* ialah singkatan dari penggabungan pembelajaran interdisiplin ilmu, yaitu *Science, Technology, Engineering dan Mathematics*. Pendekatan *STEM* ini menciptakan kombinasi harmonis persoalan dunia nyata dengan pembelajaran berbasis masalah atau persoalan. Dalam pendekatan *STEM*, keempat aspek ini dikombinasi secara seimbang dan dilakukan bersama-sama untuk memecahkan suatu persoalan.

Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)* adalah pendekatan pembelajaran yang memiliki ciri khas pembelajaran di zaman 21 dan masa revolusi industri 4.0. Melalui pendekatan *STEM*, siswa dilatih agar menerapkan prinsip, konsep, teknologi, engineering, dan matematika yang dapat diterapkan dan dikelola dalam proses pembelajaran dengan mengintegrasikannya ke dalam produk atau proyek [9].

Tujuan dari penerapan *STEM* dalam pembelajaran adalah untuk memperkaya siswa dengan pengetahuan, sikap dan keterampilan yang baik untuk membantu siswa dalam memecahkan masalah yang mereka hadapi dalam kehidupan nyata, serta mendeskripsika fenomena atau peristiwa alam. Pelajaran Fisika melingkupi pemahaman terhadap konsep, fakta, prinsip, prosedur, teori dan hukum hukum dalam fisika [10]. Melalui penerapan *STEM*, siswa dapat mencapai semua aspek tersebut secara efektif.

Oleh sebab itu, penelitian ini membahas tentang dampak penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode meta analisis yang merupakan metode kuantitatif untuk mengumpulkan dan merangkum data dari penelitian terdahulu. Pengumpulan data dilaksanakan dengan menelusuri dan menelaah artikel-artikel yang sudah terpublikasi dan mempunyai ISSN yang terbit secara online antara tahun 2019-2023 yang menganalisis model *PjBL* dengan *STEM* serta dampaknya pada kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis pada pembelajaran fisika. Populasi penelitian mencakup artikel yang sesuai dengan kriteria ini. Sampel penelitian terdiri atas 17 jurnal yang relevan dengan judul penelitian. Di bawah ini merupakan rincian penjabaran pengelompokan artikel yang digunakan.

Tabel 1. Pengelompokan Jurnal Secara Umum

Kemampuan Berpikir Kreatif		
Kode Jurnal	Judul (Tahun)	Penulis
J1	Pengaruh Model <i>Project Based Learning</i> Berbasis <i>STEM</i> Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Alat-Alat Optik di SMA Negeri 1 Dewantara [11] (2022)	Safriana, Fajrul Wandu Ginting, Khairina.
J2	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Project Based Learning (PjBL)</i> Terintegrasi <i>STEM</i> Pada Mata Pelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kreatif Peserta Didik SMA TGH Umar Kelayu Tahun Ajaran	Moammar Qadafi, Jamaluddin, Andriyani Hastuti



	2021/2022 [12] (2022)	
J3	Pengaruh Penerapan Model Project Based Learning Terintegrasi STEAM Terhadap Berpikir Kreatif Ditinjau Dari Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMA Pada Materi Dinamika Rotasi [13] (2021)	Abd. Rohman, Ishafit, Hotimatul Husna
J4	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 [14] (2020)	Rika Mawarni dan Ridwan Abdullah Sani
J5	Implementation of PjBL-STEM to Improve Students' Creative Thinking Skills On Static Fluid Topic [15] (2021)	Asep Saefullah, Andri Suherman, Riska Tri Utami, Ganesha Antarnusa, Diana Ayu Rostikawati, Robby Zidny.
J6	Pengaruh Model Pembelajaran <i>PjBL-STEM</i> Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri 4 [16] (2023)	Aisyah Luthfi Wardani, Putu Yasa, Iwan Suswandi.
J7	Implementation of STEM Approach Based on Project-based Learning to Improve Creative Thinking Skills of High School Students in Physics [17] (2019)	M. Widyasmah, Abdurrahman, K. Herlina.
J8	Pengaruh Model PjBL Terhadap Kreativitas Belajar Siswa Secara Daring Pada Materi Hukum Newton [18] (2021)	Wilfridus M. Rana, Maris Kurniawati, Chandra Sundaygara.
J9	Analysis of momentum and impulse on students' creative thinking skill through project based learning integrated STEM (science, technology, engineering, mathematics) [19] (2021)	Mawarni Saputri, Muhammad Syukri, Elisa.
J10	Analisis Kreativitas Matematis Siswa SMA Melalui <i>Project Based Learning</i> Terintegrasi STEM Pada Pembelajaran Fisika Elastisitas Dikelas XI MIPA 6 SMAN 2 Jember [20] (2020)	Nuri Ade Iksani Devi, Albertus Djoko Lesmono, Heni Mulyo Widodo

Kemampuan Berpikir Kritis		
Kode Jurnal	Judul (Tahun)	Penulis
K1	Kemampuan Berpikir Kritis pada Model <i>Project Based Learning</i> disertai STEM Siswa SMA pada Suhu dan Kalor [21] (2019)	Sumardiana, Arif Hidayat, Parno.
K2	Kemampuan Berpikir Kritis Siswa melalui Model STEM PjBL disertai Penilaian Otentik pada Materi Fluida Statis [22] (2020)	Nur Diana Rosyidah, Sentot Kusairi, Ahmad Taufiq.
K3	Pengaruh Pembelajaran PJBL Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Listrik Dinamis [23] (2022)	Adhitya Rahardhian
K4	Pengaruh Model Project Based Learning Dengan Pendekatan Steam Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa [24] (2022)	Namiyatul Khoiriyah, Nur Qomaria, Mochammad Ahied, Dwi Bagus Rendy Astid Putera, Maria Chandra Sutarja.
K5	Penerapan <i>Problem Based Learning</i> Berbasis STEM Pada Materi Alat Optik Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik [25] (2021)	H N Rohmah, A Suherman, I S Utami
K6	Pengembangan Orientasi Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran Fisika melalui Pembelajaran PjBL-STEAM Berbantuan Spectra-Plus [26] (2021)	Sri Lestari
K7	Integrasi Project Based Learning dalam Science Technology Engineering and Mathematics untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika [27] (2020)	Surya Jatmika, Sri Lestari, Rahmatullah, Pujiyanto, Wipsar Sunu Brams Dwandaru

Menurut David B. Wilson dan George A Kelly (Tahun) dalam [28], tahapan dalam menerapkan metode meta analisis yang baik antara lain sebagai berikut.

- Menentukan tema atau persoalan yang akan dikaji. Persoalan yang dikaji dalam penelitian ini adalah dampak penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa.
- Mengidentifikasi jangka waktu hasil penelitian yang dijadikan referensi.
- Menelusuri artikel penelitian yang relevan dengan persoalan yang akan dikaji.



- d. Memahami judul serta abstrak (ringkasan) jurnal agar menilai relevansi dengan persoalan yang akan dikaji.
- e. Fokus penelitian tertuju pada persoalan dan pendekatan metodologi.

Formula yang digunakan guna menentukan ES (*Effect Size*) disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Formula Menentukan ES (*Effect Size*)

No	Data Statistik	Rumus	Formula
1	Rata-rata pada satu kelompok	$ES = \frac{\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre}}{SD_{pre}}$	Fr - 1
2	Rata-rata pada masing-masing kelompok (<i>two group posttest only</i>)	$ES = \frac{\bar{X}_E - \bar{X}_C}{SD_C}$	Fr - 2
3	Rata-rata pada masing-masing kelompok (<i>two groups pre-post tests</i>)	$ES = \frac{(\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre})_E - (\bar{X}_{post} - \bar{X}_{pre})_C}{SD_{pre\ C} + SD_{pre\ E} + SD_{post\ C}}$	Fr - 3
4	Chi - Square	$ES = \frac{2r}{\sqrt{1-r^2}}; r = \sqrt{\frac{\chi^2}{n}}$	Fr - 4
5	t hitung	$ES = t \sqrt{\frac{1}{n_E} + \frac{1}{n_C}}$	Fr - 5
6	Nilai P	<i>CMA (Comprehensive Meta Analisis Software)</i>	Fr - 6

Penentuan parameter dari *Effect Size* (ES) dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Parameter *Effect Size* (ES)

<i>Effect Size</i>	Kategori
0 – 0,20	Kurang
0,21 – 0,50	Rendah
0,51 – 1,00	Sedang
$\geq 1,00$	Tinggi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendapati dampak penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa yang merujuk pada 17 jurnal yang diterbitkan antara tahun 2019-2023. Temuan analisis *Effect Size* dari 17 jurnal dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini.



Tabel 4. Pengelompokan ES (*Effect Size*)

Kemampuan Berpikir Kreatif			
No	Kode Jurnal	<i>Effect Size</i> (ES)	Kategori
1	J1	2,44	Tinggi
2	J2	1,27	
3	J3	4,43	
4	J4	1,13	
5	J5	3,44	
6	J6	4,65	
7	J7	2,25	
8	J8	1,87	
9	J9	6,82	
10	J10	6,66	

Kemampuan Berpikir Kritis			
No	Kode Jurnal	<i>Effect Size</i> (ES)	Kategori
1	K1	0,43	Rendah
2	K5	0,25	
3	K2	0,99	Sedang
4	K6	0,54	
5	K7	0,60	
6	K3	2,62	Tinggi
7	K4	1,89	

Berdasarkan hasil perhitungan, rata-rata dampak penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan *effect size* sebesar 3,49 dan pada kemampuan berpikir kritis siswa sebesar 1,04 yang dimana model *PjBL* dengan *STEM* terhadap kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika dengan kategori tinggi.

Adapun tabel pengelompokan berdasarkan materi pelajaran fisika, dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6 berikut.

Tabel 5. Pengelompokan *Effect Size* Menurut Materi Untuk Kemampuan Berpikir Kreatif

No	Kode Jurnal	Materi	<i>Effect Size</i> (ES)	Rata-rata <i>Effect Size</i> (ES)
1	J1	Alat-Alat Optik	2,44	2,44
2	J2	Alat-Alat Optik	1,27	1,27
3	J3	Dinamika Rotasi	4,43	4,43
4	J4	Fluida Statis	1,13	1,13

5	J5	Fluida Statis	3,44	3,44
6	J6	Termodinamika	4,65	4,65
7	J7	Hukum Pascal	2,25	2,25
8	J8	Hukum Newton	1,87	1,87
9	J9	Momentum dan Impuls	6,82	6,82
10	J10	Elastisitas	6,66	6,66

Tabel 6. Pengelompokan *Effect Size* Menurut Materi Untuk Kemampuan Berpikir Kritis

No	Kode Jurnal	Materi	<i>Effect Size</i> (ES)	Rata-rata <i>Effect Size</i> (ES)
1	K1	Suhu dan Kalor	0,43	0,43
2	K2	Fluida Statis	0,99	0,99
3	K3	Listrik Dinamis	2,62	2,62
4	K4	Cahaya dan Alat Optik	1,89	1,89
5	K5	Alat Optik	0,25	0,25
6	K6	Gelombang Bunyi	0,54	0,54
7	K7	Usaha dan Energi	0,60	0,60

Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa materi yang paling efektif dalam penerapan model *PjBL* dengan *STEM* adalah materi momentum dan impuls dengan *effect size* sebesar 6,82 atau dapat dikatakan dalam kategori tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan metode meta analisis yang sudah diterapkan ini menghasilkan kesimpulan rata-rata dampak penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan *effect size* sebesar 3,49 dan pada kemampuan berpikir kritis siswa sebesar 1,04 yang dimana model *PjBL* dengan *STEM* terhadap kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa pada pembelajaran fisika masuk dalam kategori tinggi yang menandakan bahwa penerapan model *PjBL* dengan *STEM* efektif pada kemampuan berpikir kreatif dan berpikir kritis siswa. Materi yang paling efektif dalam penerapan model *PjBL* dengan *STEM* pada pembelajaran fisika ialah materi momentum dan impuls yang memiliki *effect size* sebesar 6,82.

5. DAFTAR PUSTAKA

1. Dewi, M., Kaniawati, I., & Suwama, I. R. (2018, May). Penerapan pembelajaran fisika menggunakan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan memecahkan masalah siswa pada materi listrik dinamis. In *Quantum: Seminar Nasional Fisika, dan Pendidikan Fisika* (pp. 381-385).
2. Johnson, E. B. (2002). *Contextual teaching and learning: What it is and why it's here to stay*. Corwin Press.
3. Zubaidah, S. (2016, December). Keterampilan abad ke-21: Keterampilan yang diajarkan melalui pembelajaran. In *Seminar Nasional Pendidikan* (Vol. 2, No. 2, pp. 1-17).
4. Trianto. (2012). *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara.



5. Sumardiana, S., Hidayat, A., & Parno, P. (2019). Kemampuan Berpikir Kritis pada Model Project Based Learning disertai STEM Siswa SMA pada Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 4(7), 874–87.
6. Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House*, 83, 39–43.
7. Permanasari, A. (2016). STEM education: Inovasi dalam pembelajaran sains. In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (Vol. 3, pp. 23-34).
8. Yuliari, N. K. R., & Hanim, W. (2020, October). Studi literatur pendekatan pembelajaran STEAM menyongsong era society 5.0. In *Prosiding Seminar dan Diskusi Pendidikan Dasar*.
9. Neolaka, I. A., & Neolaka, G. A. A. (2015). *Landasan Pendidikan Dasar Pengenalan Diri Sendiri Menuju Perubahan Hidup: Edisi Pertama*. Kencana.
10. 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.
11. Safriana, S., Ginting, F. W., & Khairina, K. (2022). Pengaruh model project based learning berbasis steam terhadap kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi alat-alat optik di sma. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 6(1), 127-136.
12. Qadafi, M., & Hastuti, A. (2022). Pengaruh model pembelajaran project based learning (pjbl) terintegrasi stem pada mata pelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan berfikir kreatif peserta didik sma tgh umar kelayu tahun ajaran 2021/2022. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(2), 223-228.
13. Rohman, A., Ishafit, I., & Husna, H. (2021). Pengaruh penerapan model Project Based Learning terintegrasi STEAM terhadap berpikir kreatif ditinjau dari pemahaman konsep fisika Siswa SMA pada materi dinamika rotasi. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 9(1).
14. Mawarni, R., & Sani, R. A. (2020). Pengaruh Model Project Based Learning Berbasis Stem Terhadap Kemampuan Berfikir Kreatif Siswa Padamateri Pokok Fluida Statis Di Kelas Xi Smanegeri 4 Tebing Tinggi TP 2019/2020. *INPAFI (Inovasi Pembelajaran Fisika)*, 8(2).
15. Saefullah, A., Suherman, A., Utami, R. T., Antarnusa, G., Rostikawati, D. A., & Zidny, R. (2021). Implementation of PjBL-STEM to improve students' creative thinking skills on static fluid topic. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 6(2), 149-157.
16. Yasa, P., Wardani, A. L., & Suswandi, I. (2023). PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PjBL-STEM TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KREATIF SISWA KELAS XI MIPA SMA NEGERI 4. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 13(2), 352-361.
17. Widyasmah, M., & Herlina, K. (2020, February). Implementation of STEM Approach Based on Project-based Learning to Improve Creative Thinking Skills of High School Students in Physics. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1467, No. 1, p. 012072). IOP Publishing.
18. Rana, W. M., Kurniawati, M., & Sundaygara, C. (2021). Pengaruh Model PjBL Terhadap Kreativitas Belajar Siswa Secara Daring Pada Materi Hukum Newton. *Mindset: Jurnal Pemikiran Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(2), 54-60.
19. Saputri, M., & Syukri, M. (2022, February). Analysis of momentum and impulse on students' creative thinking skill through project based learning integrated STEM (science, technology, engineering, mathematics). In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2193, No. 1, p. 012066). IOP Publishing.
20. Devi, N. A. I., Lesmono, A. D., & Widodo, H. M. (2020). Analisis kreativitas matematis siswa SMA melalui project based learning terintegrasi STEM pada pembelajaran Fisika elastisitas di kelas XI MIPA 6 SMAN 2 Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 9(3), 95-100.
21. Sumardiana, S., Hidayat, A., & Parno, P. (2019). Kemampuan berpikir kritis pada model project based learning disertai STEM siswa SMA pada suhu dan kalor. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 4(7), 874-879.
22. 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.
23. Rahardhian, A. (2019). Pengaruh Pembelajaran Pjbl Berbasis Stem Terhadap Kemampuan Berpikir



- Kritis Siswa Pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 3(1), 1-9.
24. Khoiriyyah, N., Qomaria, N., Ahied, M., Putera, D. B. R. A., & Sutarja, M. C. (2022). Pengaruh Model Project Based Learning dengan Pendekatan STEAM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Vektor: Jurnal Pendidikan IPA*, 3(2), 55-66.
 25. 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.
 26. Lestari, S. (2021). Pengembangan orientasi keterampilan abad 21 pada pembelajaran fisika melalui pembelajaran PjBL-STEAM berbantuan Spectra-Plus. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 6(3), 272-279.
 27. Jatmika, S., Lestari, S., Rahmatullah, R., Pujiyanto, P., & Dwandaru, W. S. B. (2020). Integrasi project based learning dalam science technology engineering and mathematics untuk meningkatkan keterampilan proses sains dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 6(2), 107-119.
 28. Antoni, A. M., Hidayat, F., & Khatimah, H. (2021). Meta analysis of the effect of guided inquiry model on physics currents on students' critical thinking ability. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 135.