

The Effect Of STEM-Based Learning Cycle 5E Learning Model On Critical Thinking Skills Ability Of Elementary School Students

**(Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Berbasis STEM
Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar)**

Oleh:

Choiril Umami (218620600171)

Dosen Pembimbing : Fitria Wulandari, M.Pd

**Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Agustus, 2025**



Pendahuluan

- **Variabel Y : Kemampuan Berpikir Kritis**

Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan siswa untuk menganalisis argumen, mengevaluasi informasi, menarik kesimpulan, dan menyelesaikan masalah dengan cara yang rasional. Adapun lima indikator kemampuan berpikir kritis menurut Roberth H Ennis (2011) yaitu, mengklarifikasi dasar suatu masalah, memberikan alasan yang mendasari keputusan yang diambil, menarik kesimpulan berdasarkan informasi yang ada, mengklarifikasi lebih lanjut untuk memastikan pemahaman yang lebih dalam, membuat dugaan serta menyatukan berbagai informasi yang relevan secara keseluruhan.

- **Variabel X : Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Berbasis STEM**

Model pembelajaran Learning Cycle 5E adalah model pembelajaran yang berpusat pada siswa, dimana baik guru maupun siswa aktif terlibat dalam proses belajar. Model ini memungkinkan integrasi berbagai disiplin ilmu dan penerapan pengetahuan yang diperoleh ke dalam kehidupan sehari-hari.

Pendekatan STEM merupakan inovasi dalam pembelajaran abad ke-21 yang dapat membantu mengatasi berbagai tantangan dalam pendidikan. STEM adalah pendekatan pembelajaran terpadu yang menggabungkan empat disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Dengan mengintegrasikan keempat komponen tersebut, pendekatan ini mendorong siswa untuk melakukan aktivitas berpikir yang membantu memunculkan daya berpikir kritis siswa.

Pendahuluan

- Pendidikan abad 21 menuntut penguasaan pada keterampilan berpikir, seperti berpikir logis, analisis, kritis, dan kreatif. Agar menjadi pribadi yang terdidik dan terampil, peserta didik perlu menguasai sejumlah keterampilan di abad 21. Adapun tiga subjek keterampilan abad 21 meliputi keterampilan dalam kehidupan dan karier, keterampilan belajar dan inovasi, serta keterampilan media informasi dan teknologi. Salah satu bidang keterampilan belajar dan inovasi yaitu berpikir kritis. Namun, nyatanya kemampuan berpikir kritis siswa masih rendah karena masih banyak ditemui siswa yang cenderung pasif dalam proses pembelajaran. Hal ini disebabkan karena kurang tepatnya pemilihan model maupun pendekatan pembelajaran yang digunakan oleh guru.
- Model pembelajaran Learning Cycle 5E memberikan solusi dengan menciptakan pembelajaran yang bermakna. Karena dengan model pembelajaran ini, siswa tidak hanya mendengarkan penjelasan dari guru, tetapi juga dituntut untuk aktif menggali dan memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep yang dipelajari. Sehingga akan cocok jika dipadukan dengan pendekatan STEM.
- Pendekatan STEM membantu siswa dalam mendukung kemampuan berpikir kritis dengan pengintegrasian ke empat disiplin ilmu. Dan juga dapat mendukung siswa dalam menguasai keterampilan di abad 21, salah satunya penguasaan media informasi dan teknologi.

Model pembelajaran Learning Cycle 5E berbasis STEM dapat digunakan sebagai model pembelajaran modern yang inovatif. Serta dapat memberikan pengalaman kepada siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran dan membantu siswa menyelesaikan masalah sehari-hari dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu. Sehingga siswa dapat mengembangkan penalaran mereka terhadap konsep-konsep yang dipelajari, yang akan berpengaruh pada peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.

Hasil Observasi

Hasil observasi bersama guru kelas 5 SDN Kalitengah 1 yaitu menunjukkan bahwa tingkat kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran IPAS tergolong masih rendah. Siswa cenderung merasa bosan dan kurang memperhatikan materi yang dijelaskan oleh guru, siswa asik bermain sendiri dan sering mengobrol dengan temannya pada saat pembelajaran berlangsung. Namun, jika guru menggunakan media seperti video pembelajaran, siswa merasa tertarik untuk mengikuti pembelajaran. Hanya saja penggunaan media seperti video pembelajaran jarang digunakan dengan alasan siswa terpaku pada video yang ditampilkan saja tanpa memahami isi dari materi di dalamnya. Guru cenderung menerapkan pembelajaran teacher center dan hanya memberikan teori, sehingga siswa kurang terlibat aktif dalam proses belajar. Menurut hasil wawancara narasumber, guru hanya menerapkan contoh kehidupan sehari-hari dalam pembelajaran, guru juga jarang menggunakan model dan pendekatan pembelajaran yang mendukung keefektifitasan kegiatan pembelajaran siswa. Kemampuan berpikir kritis siswa yang masih tergolong rendah, disebabkan karena kurangnya keterlibatan siswa pada kegiatan pembelajaran dan kurangnya penalaran siswa saat menjelaskan suatu permasalahan. Strategi guru juga kurang menunjang kemampuan berpikir kritis siswa seperti hanya menggunakan metode ceramah saja.

Rumusan Masalah

- Bagaimana pengaruh model pembelajaran Learning Cycle 5E berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model pembelajaran Learning Cycle 5E berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. Sehingga peneliti mengetahui apakah model Learning Cycle 5E efektif atau tidaknya digunakan untuk meningkatkan keterampilan yang dibutuhkan saat ini pada abad 21, yaitu keterampilan berpikir kritis.

Metode

- Jenis Penelitian** : Kuantitatif (Pre-Experimental)
- Desain Penelitian** : *One-Group Pretest-Posttest*
- Populasi** : Seluruh siswa kelas V
- Sampel** : Siswa kelas V berjumlah 23
- Instrumen Penelitian** : Soal Pretest dan Posttest
- Teknik Analisis Data** : Uji validitas dan uji reliabilitas, Uji *N-Gain*, Uji Normalitas, Uji Wilcoxon Signed Rank Test

Hasil

- Uji Validitas dan Reabilitas

Aitem	Rxy hitung	r tabel	Kesimpulan
1	0,978	0,413	Valid
2	0,623	0,413	Valid
3	0,471	0,413	Valid
4	0,978	0,413	Valid
5	0,978	0,413	Valid
6	0,559	0,413	Valid
7	0,978	0,413	Valid
8	0,978	0,413	Valid
9	0,552	0,413	Valid
10	0,713	0,413	Valid
11	0,978	0,413	Valid
12	0,978	0,413	Valid
Cronbach' Alpha		N of Item	
0,942		12	

Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa semua soal memiliki nilai r hitung yang lebih tinggi dibandingkan r tabel (0,413), sehingga seluruh soal dinyatakan valid. Artinya, seluruh pertanyaan dalam instrumen tersebut sudah sesuai dan layak digunakan untuk mengumpulkan data penelitian.

Kemudian, hasil uji reliabilitas menggunakan rumus Cronbach's Alpha menunjukkan nilai sebesar 0,942, yang lebih besar dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen yang digunakan tergolong reliabel, sehingga hasil data yang diperoleh dapat dipercaya dan stabil.

Hasil

- Uji N-Gain

Jumlah Siswa	Skor		Skor N-gain	Kategori
	Pretest	Posttest		
23	59,783	84,565	0,673	Sedang

Berdasarkan hasil perhitungan nilai N-Gain diatas, sebelum model pembelajaran diterapkan, rata-rata nilai *pretest* siswa adalah 59,783. Setelah model pembelajaran diterapkan, nilai rata-rata *posttest* meningkat menjadi 84,565. Maka, diperoleh nilai rata-rata sebesar 0,673 yang termasuk dalam kategori sedang. Ini menunjukkan bahwa penggunaan model Learning Cycle 5E berbasis STEM cukup efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar.

Hasil

- Uji Normalitas

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pretest	.201	23	.016	.905	23	.032
posttest	.204	23	.014	.850	23	.003

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dapat disimpulkan bahwa distribusi skor *pretest* dan *posttest* menyimpang dari distribusi normal karena nilai signifikansi lebih kecil dari $\alpha = 0.05$. Dengan demikian, untuk analisis inferensial yang membandingkan dua kondisi berpasangan, digunakan uji non-parametric.

Hasil

- Uji Wilcoxon Signed Rank Test

	posttest - pretest
Z	-4.262 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Dikarenakan hasil Uji Normalitas menyimpang dari distribusi normal. Maka digunakan uji alternative yaitu Uji Wilcoxon Signed Rank Test. Berdasarkan nilai signifikansi dapat diketahui dengan perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah penerapan model pembelajaran Learning Cycle 5E berbasis STEM, digunakan uji Wilcoxon Signed-Rank. Nilai yang diperoleh sebesar $P < 0.05$ menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor *pretest* dan *posttest*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran Learning Cycle 5E berbasis STEM secara signifikan berkontribusi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Manfaat Penelitian

- Bagi Siswa : Dengan adanya model pembelajaran Learning Cycle 5E, peserta didik akan merasakan pembelajaran baru yang lebih menyenangkan dan membuat semua siswa aktif untuk mengikuti pembelajaran. Pelatihan kemampuan berpikir kritis dengan menggunakan model pembelajaran Learning Cycle 5E juga bermanfaat bagi peserta didik dalam kehidupan sehari hari dan keberhasilan belajar dalam proses pembelajaran.
- Bagi Guru : Hasil penelitian ini dapat memberikan pemahaman kepada para guru mengenai pentingnya untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik sejak kecil dan memberikan pemahaman juga terhadap pentingnya menerapkan model pembelajaran yang efektif dan efisien.

Referensi

- [1] National Science Teacher Association, “NSTA position statement: Quality science education and 21st-century skill,” *Sci. Educ.*, no. Windschitl 2009, pp. 1–4, 2011, [Online]. Available: <https://www.nsta.org/nstas-official-positions>
- [2] J. S. Eviota and M. M. Liangco, “Jurnal Pendidikan MIPA,” *J. Pendidik.*, vol. 13, pp. 34–45, 2020.
- [3] C. L. Scott, “The Future of Learning 2: What Kind of Learning for The 21st Century?,” *Educ. Res. Foresight*, pp. 1–14, 2015.
- [4] D. T. Willingham, “Ej889143,” *Am. Educ.*, vol. 34, no. 1, pp. 17–20, 2010.
- [5] F. Rosyida, S. Zubaidah, and S. Mahanal, “Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis dengan Model Pembelajaran Remap TmPS (Reading Concept Map Timed Pair Share),” *Proceeding Biol. Educ. Conf.*, vol. 13, no. 1, pp. 209–214, 2016.
- [6] D. S. F. Arif, Zaenuri, and A. N. Cahyono, “Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Pada Model Problem Based Learning (PBL) Berbantu Media Pembelajaran Interaktif dan Google Classroom,” *Pros. Semin. Nas. Pascasarj. UNNES*, no. 2018, pp. 323–328, 2019, [Online]. Available: <https://proceeding.unnes.ac.id/snpasca/article/view/594>
- [7] S. Suratmi and W. Sopandi, “Knowledge, skills, and attitudes of teachers in training critical thinking of elementary school students,” *J. Educ. Learn.*, vol. 16, no. 3, pp. 291–298, 2022, doi: 10.11591/edulearn.v16i3.20493.
- [8] Maharani Putri Kumalasani and D. I. Kusumaningtyas, “21 St Century Skill In Learning Models With A Steam Approach,” *J. Ris. Pendidik. Dasar*, vol. 05, no. April, pp. 74–81, 2022.
- [9] E. I. N. Davidi, E. Sennen, and K. Supardi, “Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar,” *Sch. J. Pendidik. dan Kebud.*, vol. 11, no. 1, pp. 11–22, 2021, doi: 10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22.
- [10] E. Praninda, E. Surahman, and R. R. Putra, “Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di Kelas Vii Smp Negeri 2 Kota Tasikmalaya,” *Bioma J. Ilm. Biol.*, vol. 7, no. 2, pp. 140–152, 2018, doi: 10.26877/bioma.v7i2.2800.
- [11] I. Irhamna, H. Rosdianto, and E. Murdani, “Penerapan Model Learning Cycle 5E untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir.

Referensi

- National Science Teacher Association, "NSTA position statement: Quality science education and 21st-century skill," *Sci. Educ.*, no. Windschitl 2009, pp. 1–4, 2011, [Online]. Available: <https://www.nsta.org/nstas-official-positions>
- J. S. Eviota and M. M. Liangco, "Jurnal Pendidikan MIPA," *J. Pendidik.*, vol. 13, pp. 34–45, 2020.
- C. L. Scott, "The Future of Learning 2: What Kind of Learning for The 21st Century?," *Educ. Res. Foresight*, pp. 1–14, 2015.
- D. T. Willingham, "Ej889143," *Am. Educ.*, vol. 34, no. 1, pp. 17–20, 2010.
- F. Rosyida, S. Zubaidah, and S. Mahanal, "Memberdayakan Keterampilan Berpikir Kritis dengan Model Pembelajaran Remap TmPS (Reading Concept Map Timed Pair Share)," *Proceeding Biol. Educ. Conf.*, vol. 13, no. 1, pp. 209–214, 2016.
- P. A. Facione, "Critical Thinking : What It Is and Why It Counts," pp. 1–28, 2013.
- S. Suratmi and W. Sopandi, "Knowledge, skills, and attitudes of teachers in training critical thinking of elementary school students," *J. Educ. Learn.*, vol. 16, no. 3, pp. 291–298, 2022, doi: 10.11591/edulearn.v16i3.20493.
- Maharani Putri Kumalasani and D. I. Kusumaningtyas, "21 St Century Skill In Learning Models With A Steam Approach," *J. Ris. Pendidik. Dasar*, vol. 05, no. April, pp. 74–81, 2022.
- E. I. N. Davidi, E. Sennen, and K. Supardi, "Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) Untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar," *Sch. J. Pendidik. dan Kebud.*, vol. 11, no. 1, pp. 11–22, 2021, doi: 10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22.
- E. Praninda, E. Surahman, and R. R. Putra, "Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle 7E Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di Kelas Vii Smp Negeri 2 Kota Tasikmalaya," *Bioma J. Ilm. Biol.*, vol. 7, no. 2, pp. 140–152, 2018, doi: 10.26877/bioma.v7i2.2800.
- P. N. Kusumayuni and A. A. G. Agung, "E-Book with a Scientific Approach on Natural Science Lesson for Fifth Grade Students of Elementary School," *J. Ilm. Sekol. Dasar*, vol. 5, no. 1, pp. 177–185, 2021.
- W. Y. Noviyanto and N. S. Wardani, "Meta Analisis Pengaruh Pendekatan Discovery Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas V Tematik Muatan Ipa," *Think. Ski. Creat. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.23887/tscj.v3i1.27959.
- I. Irhamna, H. Rosdianto, and E. Murdani, "Penerapan Model Learning Cycle 5E untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Statis Kelas VIII," *J. Fis. FLUX*, vol. 14, no. 1, p. 61, 2017, doi: 10.20527/flux.v14i1.3839.

Referensi

- N. Ifa Laelia and H. Hambali, "Compass: Journal of Education and Counselling PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI SISTEM KOORDINASI," *COMPASS J. Educ. Couns.*, vol. 1, pp. 287–292, 2023.
- I. W. Redhana, "Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Peta," pp. 141–148, 2010.
- S. Eroğlu and O. Bektaş, "The effect of 5E-based STEM education on academic achievement, scientific creativity, and views on the nature of science," *Learn. Individ. Differ.*, vol. 98, 2022, doi: 10.1016/j.lindif.2022.102181.
- M. Zenc, H. Dursun, and S. Sahin, "Pengaruh kegiatan yang dikembangkan dengan Web 2.0 tools berbasis model learning cycle 5e terhadap prestasi perkalian siswa kelas iv," vol. 7, no. 3, pp. 105–123, 2020.
- F. M. P. Wisanti, "PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL E-JOURNAL UNESA PENGEMBANGAN LKPD PAKU BERBASIS LEARNING CYCLE 5E UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK KELAS X SMA Development LKPD ' Fern ' Based on Learning Cycle 5E to Train Critical Thinking Skills of 1," *Berk. Ilm. Pendidik. Biol.*, vol. 12, no. 2, pp. 365–379, 2023.
- R. Tanfiziyah, M. Khasanah, R. Riandi, and B. Supriatno, "Inovasi Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi: Model Learning Cycle 5E Menggunakan Gather Town pada Materi Protista," *Biodik*, vol. 7, no. 3, pp. 1–10, 2021, doi: 10.22437/bio.v7i3.13096.
- M. Bahtiar, Ibrahim, "Jurnal PIPA: Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam," *J. PIPA Pendidik. Ilmu Pengetah. Alam*, vol. 05, no. 01, pp. 28–35, 2024, [Online]. Available: <https://jurnal.habi.ac.id/index.php/JP-IPA>
- H. Mu'minah, "Studi Literatur: Pembelajaran Abad-21 Melalui Pendekatan Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) dalam Menyongsong Era Society 5.0," *Pros. Semin. Nas. Pendidik.*, vol. 3, pp. 584–594, 2021.
- N. M. A. Wiriani and I. M. Ardana, "The Impact of the 5E Learning Cycle Model Based on the STEM Approach on Scientific Attitudes and Science Learning Outcomes," *Mimb. PGSD Undiksha*, vol. 10, no. 2, pp. 300–307, 2022, doi: 10.23887/jjpsd.v10i2.48515.
- I. M. Salma, S. A. Hariani, and P. Pujiastuti, "Pengaruh Model Pembelajaran Learning Cycle (5E) Berbasis STEM terhadap Literasi Sains dan Hasil Belajar Siswa Kelas X," *DWIJA CENDEKIA J. Ris. Pedagog.*, vol. 6, no. 2, p. 197, 2022, doi: 10.20961/jdc.v6i2.61600.
- A. A. Dywan and G. S. Airlanda, "Efektivitas Model Pembelajaran Project Based Learning Berbasis STEM dan Tidak Berbasis STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa," *J. Basicedu*, vol. 4, no. 2, pp. 344–354, 2020, doi: 10.31004/basicedu.v4i2.353.
- E. Priawasana and A. Muis, "Development of Learning Cycle 5E Oriented Learning Tools to Critical Thinking Skills and Creative Thinking," *Indones. J. Instr. Media Model*, vol. 3, no. 2, p. 86, 2021, doi: 10.32585/ijimm.v3i2.2058.
- N. Chayati, M. Masykuri, and S. B. Utomo, "Development Learning Cycle 5E Module Integrated with Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in Thermochemistry," *JKPK (Jurnal Kim. dan Pendidik. Kim.)*, vol. 5, no. 3, p. 282, 2020, doi: 10.20961/jkpk.v5i3.38938.

Referensi

- A. Gazali, A. Hidayat, and L. Yulianti, "Efektivitas Model Siklus Belajar 5E terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa," *J. Pendidik. Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 10–16, 2015, doi: 10.17977/jps.v3i0.4833.
- R. K. Hayati and A. C. Utomo, "Jurnal basicedu. Jurnal Basicedu," *J. Basicedu*, vol. 5, no. 5, pp. 3(2), 524–532, 2020, [Online]. Available: <https://journal.uin.ac.id/ajie/article/view/971>
- Prof. Dr. Sugiyono, "METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF DAN R & D," pp. 74–75, 2013.
- A. Sembiring, N. Khuzaini, and R. Winarni, "Analisis Desain dan Efektifitas Media Pembelajaran " Ulih Latih " untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa," vol. 07, no. 01, pp. 4292–4300, 2024.
- Rizal Umami, "Efektifitas Model Pembelajaran Blended Learning Dengan Pendekatan STEM Terhadap Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Di SMA IT TGH UMAR Kelayu Tahun 2021/2022," *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA*, vol. 5, no. 2, Jun. 2022, doi: 10.29303/jpmpti.v5i2.1601.
- P. Yáñez-Moretta and B. Loaiza-Ramírez, "The learning process: key phases and elements," in *DEVELOPMENT AND ITS APPLICATIONS IN SCIENTIFIC KNOWLEDGE*, Seven Editora, 2023. doi: 10.56238/devopinterscie-061.
- V. Kotu and B. Deshpande, "Data Exploration," in *Predictive Analytics and Data Mining*, Elsevier, 2015, pp. 37–61. doi: 10.1016/B978-0-12-801460-8.00003-3.
- D. S. Sivia, J. L. Rhodes, and S. G. Rawlings, "Data analysis," in *Foundations of Science Mathematics*, Oxford University Press, 2020. doi: 10.1093/hesc/9780198797548.003.0016.
- H. Mashita, M. Martini, and M. A. Mahdiannur, "Analisis Keterlaksanaan Dan Aktivitas Belajar Peserta Didik Menggunakan Model Pembelajaran Inquiry Cycle Berbantuan Javalab," *JPF (Jurnal Pendidik. Fis. Univ. Islam Negeri Alauddin Makassar)*, vol. 12, no. 1, pp. 1–11, Jan. 2024, doi: 10.24252/jpf.v12i1.40362.
- A. Widyawati, . S., H. Kuswanto, S. Suyanto, and T. M. Zhanbyrbaevna, "STEM Learning Model's Impact on Enhancing Critical Thinking Skills and Motivation: A Literature Review," *Int. J. Relig.*, vol. 5, no. 3, pp. 200–204, Mar. 2024, doi: 10.61707/kc4x8954.
- O. Zadorozhna, I. Mordous, and F. Revin, "STEM AS AN INTEGRAL PART THE SCIENCE EDUCATION CURRICULUM," *Актуальні питання у сучасній науці*, no. 8(26), Aug. 2024, doi: 10.52058/2786-6300-2024-8(26)-748-758.
- S. Fajrina, L. Lufri, and Y. Ahda, "Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) as A Learning Approach to Improve 21st Century Skills: A Review," *Int. J. Online Biomed. Eng.*, vol. 16, no. 07, pp. 95–104, Jun. 2020, doi: 10.3991/ijoe.v16i07.14101.
- W. Wandika, - Asrizal, and - Usmeldi, "The Effect of STEM-Based Learning Approaches on Critical Thinking Abilities and Student Learning Outcomes: Meta-Analysis," *J. Penelit. Pembelajaran Fis.*, vol. 9, no. 2, p. 194, Sep. 2023, doi: 10.24036/jppf.v9i2.122602.

