

EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN STEM DAN *PROBLEM-BASED LEARNING* DALAM MENINGKATKAN PEMAHAMAN MATEMATIKA DI TINGKAT SEKOLAH DASAR

Qonita Mujahidah^{1*}, Neni Hermita², M, Jaya Adi Putra³

¹²³ Pendidikan Dasar, FKIP Universitas Riau

Email: qonita.mujahidah624@grad.unri.ac.id

Abstrak

Matematika merupakan salah satu mata pelajaran dasar yang berperan penting dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, dan pemecahan masalah pada siswa sekolah dasar. Namun, dalam praktik pembelajaran, banyak siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep matematika secara mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan pendekatan STEM dan model Problem-Based Learning (PBL) melalui desain quasi eksperimen dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika dan motivasi belajar siswa sekolah dasar. Penelitian menggunakan desain quasi eksperimen dengan membandingkan hasil belajar antara kelas eksperimen yang menerapkan STEM berbasis PBL dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Data diperoleh melalui tes pemahaman konsep dan angket motivasi belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa pada kelas eksperimen mengalami peningkatan signifikan dalam pemahaman konseptual, kemampuan berpikir kritis, serta motivasi belajar dibandingkan siswa pada kelas kontrol. Integrasi STEM dan PBL memungkinkan siswa mengaitkan konsep matematika dengan konteks dunia nyata sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Dengan demikian, pendekatan STEM berbasis PBL terbukti lebih efektif dibandingkan pembelajaran tradisional dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di sekolah dasar.

Kata kunci: STEM, Problem-Based Learning, Sekolah Dasar

Abstract

Mathematics is a fundamental subject that plays a crucial role in developing logical, analytical, and problem-solving thinking skills in elementary school students. However, in practical learning, many students still struggle to grasp mathematical concepts deeply. This study aims to analyze the effectiveness of implementing the STEM approach and the Problem-Based Learning (PBL) model through a quasi-experimental design in improving elementary school students' understanding of mathematical concepts and learning motivation. The study used a quasi-experimental design, comparing learning outcomes between an experimental class implementing PBL-based STEM and a control class using conventional learning. Data were obtained through conceptual understanding tests and learning motivation questionnaires. The results showed that students in the experimental class experienced significant improvements in conceptual understanding, critical thinking skills, and learning motivation compared to students in the control class. The integration of STEM and PBL allows students to connect mathematical concepts to real-world contexts, making learning learning to improve the quality of mathematics learning in elementary schools.

Keywords: STEM, Problem-Based Learning, Elementary School

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan hak dasar setiap individu sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Dasar 1945 dan dipertegas melalui Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Pada level global, komitmen terhadap pendidikan yang adil dan setara juga tercermin dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya tujuan keempat yang menekankan pentingnya pendidikan inklusif, berkualitas, serta kesempatan belajar sepanjang hayat bagi semua orang. Pandangan tentang urgensi pendidikan sepanjang hayat ini dikemukakan oleh Boeren (2019, dalam Barokah & Hermita, 2025), sementara kontribusi pendidikan tinggi dalam mendukung pembangunan berkelanjutan sebagaimana ditegaskan oleh Chankseliani dan McCowan (2021, dalam Barokah & Hermita, 2025) turut memperkuat landasan global bagi peningkatan kualitas pendidikan. Gagasan mengenai masa depan pendidikan dan perubahan sosial yang dibahas oleh Sheehy et al. (2022, dalam Barokah & Hermita, 2025) juga menunjukkan bahwa transformasi pendidikan harus diarahkan pada prinsip inklusivitas dan keberlanjutan.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat pada abad-21 memberikan banyak perubahan pada tatanan kehidupan manusia dan tidak terkecuali dalam bidang pendidikan (Febri et al., 2020; Jalinus & Alim 2019). Dengan adanya perkembangan teknologi saat ini menuntut pendidikan dasar anak untuk mampu memberikan keterampilan yang berguna bagi siswa dimasa yang akan datang sehingga keterampilan itu dapat menjadi daya saing bagi masa depan siswa (Wijaya et al. 2021). Kemajuan teknologi menuntut guru dan dosen untuk berinovasi dalam pengajaran dengan menggunakan materi yang menggabungkan program komputer yang terdiri dari teks, grafik, suara, gambar, bahkan animasi (Alim dkk., 2020b; Hamidi dkk., 2011; Kulsum dkk., 2019; Wijaya dkk., 2021).

Salah satu aspek penting dalam mewujudkan pendidikan berkualitas pada abad ke-21 adalah penguatan pembelajaran yang berorientasi pada STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics). Pendekatan STEM diyakini mampu membekali peserta didik dengan kemampuan berpikir kritis, bekerja sama, memecahkan masalah, serta literasi teknologi seperangkat kompetensi yang sangat diperlukan untuk menghadapi tuntutan dunia kerja dan dinamika masyarakat digital. Di Indonesia, pemerintah melalui kebijakan seperti Kurikulum Merdeka mulai menegaskan urgensi penerapan pembelajaran tematik dan lintas disiplin berbasis STEM, terutama pada jenjang sekolah dasar (Mulyadi & Wahyuni, 2017; Oktadiana & Wardana, 2019; Septyah, 2024).

Sukmana (2017) menyatakan bahwa penerapan pendekatan STEM dalam proses pembelajaran dapat mempersiapkan siswa menghadapi berbagai tantangan baru di masa depan yang muncul seiring pesatnya perkembangan teknologi. Dalam pelaksanaannya, STEM berperan sebagai sarana untuk menumbuhkan kompetensi penting pada peserta didik, seperti kemampuan memecahkan masalah dan keterampilan melakukan percobaan (Khoiriyah, Abdurrahman, & Wahyudi, 2018). Temuan positif juga dilaporkan oleh Suwarma, Astuti, dan Endah (2015) yang menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan STEM dengan media mobil bertenaga balon mampu meningkatkan motivasi belajar siswa sekaligus memberikan pengalaman langsung terkait proses rekayasa dalam pembelajaran. Dengan demikian, pembelajaran berbasis STEM menjadi salah satu bentuk pendekatan yang selaras dengan kebutuhan pendidikan masa kini dan masa depan.

Matematika memegang peranan penting dalam pengembangan ilmu dan teknologi. Pembelajaran di Abad 21 menuntut peserta didik untuk memiliki 4 keterampilan yaitu *critical thinking* (berpikir kritis), *creative thinking* (berpikir kreatif), *communication* (komunikasi), dan *collaboration* (kolaborasi) (Nahdi, 2019); (Nurlenasari, N., Lidinillah, D. A. M., Nugraha, A., & Hamdu, 2019); (Wulandari, 2019). Peserta didik juga dituntut untuk memiliki keterampilan, pengetahuan, dan keahlian yang harus dikuasai di bidang teknologi, media dan informasi (Zakiah, N. E., Fatimah, A. T., & Sunaryo, 2020). Hal ini dikarenakan pembelajaran di Abad 21 menuntut pembelajaran yang terintegrasi dengan teknologi.

Pembelajaran di abad ke-21 memerlukan pendekatan yang mampu mengembangkan keterampilan esensial seperti kreativitas, komunikasi, kolaborasi, dan pemikiran kritis. STEM menjadi salah satu pendekatan yang mampu memenuhi tuntutan tersebut dengan mengintegrasikan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam aktivitas pembelajaran yang bermakna. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa implementasi STEM pada siswa sekolah dasar dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan mendorong siswa lebih aktif dalam proses belajar karena menghadirkan tantangan yang terkait dengan kehidupan nyata mereka. Selain itu, STEM mendorong siswa untuk terlibat dalam kegiatan eksperimen serta proyek berbasis rekayasa yang membuat pembelajaran lebih menarik dan relevan dengan perkembangan teknologi masa kini. Dengan demikian, STEM berkontribusi dalam mempersiapkan peserta didik agar lebih adaptif dan kompeten menghadapi persaingan global di masa mendatang (Jannah et al., 2022; Susilowati & Hidayati, 2023; Wang & Li, 2024).

STEM merupakan sebuah pendekatan yang mengintegrasikan bidang sains, teknologi, rekayasa dan matematika menjadi satu kesatuan yang utuh dalam prosesnya (Bybee, 2013). Penekanan integrasi pada disiplin sains, teknologi, teknik dan matematika merupakan peluang untuk inovasi dan perubahan dalam ruang kelas matematika (Fitzallen, 2015). Sebagai integrasi dari empat disiplin ilmu, dalam pembelajaran matematika harus ada penyatuan antara sains, teknologi dan teknik. Ketiga disiplin ilmu tersebut harus muncul pada saat bersamaan (Laza, Aitzol, Jaione Abaurrea, 2020).

Salah satu model pembelajaran yang dapat memotivasi siswa untuk berpikir kritis sekaligus dialogis, kreatif, dan interaktif adalah model *Problem based Learning* (PBL) (Wismaningsih et al 2024). Model ini dipilih oleh peneliti karena dalam model pembelajaran PBL akan terjadi pembelajaran yang bermakna, siswa yang belajar memecahkan sebuah masalah, maka mereka akan menerapkan pengetahuan yang telah didapat kedalam kehidupan sehari-hari (Selpia et al. 2025). Dengan demikian melalui penerapan model pembelajaran seperti model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi konsep geometri, diharapkan akan dapat melatih peserta didik menyelesaikan masalah dan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

PBL merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menggunakan masalah dunia nyata sebagai suatu konteks bagi peserta didik untuk belajar tentang cara berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah, serta untuk memperoleh pengetahuan dan konsep yang esensial dari materi pelajaran (Hermansyah, 2020).

Penerapan model PBL akan berpengaruh pada peserta didik agar dapat membiasakan dan menumbuhkan skills dalam berpikir untuk memecahkan masalah di lingkungan

sehari-hari. Model PBL memiliki kelemahan dimana peserta didik tidak ingin mempelajari apa yang ingin mereka pelajari tanpa adanya alasan mengapa mereka berupaya untuk menyelesaikan permasalahan yang lagi dipelajari. Sehingga memerlukan motivasi kuat dari peserta didik untuk mempelajari masalah yang ada dalam materi pembelajaran. Model PBL sebaiknya didukung dengan adanya pembelajaran berbasis STEM. Yang dimana STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang menggabungkan Sains, Teknologi, Rekayasa, dan Matematika, diharapkan dapat mencegah masalah yang terjadi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penerapan model pembelajaran STEM dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian ini secara khusus bertujuan untuk mengukur kemampuan awal dan kemampuan akhir siswa melalui tes pretest dan posttest, serta membandingkan hasil belajar antara kelas yang diberikan perlakuan pembelajaran STEM dan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional.

METODE

Metode penelitian dapat dijelaskan sebagai metode ilmiah untuk memperoleh data dengan tujuan dan kegunaan tertentu (Sugiyono, 2012). Jenis penelitian yang akan digunakan adalah eksperimen. Penelitian Eksperimental adalah metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tertentu terhadap perlakuan lain dalam kondisi yang terkendali (Agus & Nik, 2020).

Teknik pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pemberian tes pretest dan posttest untuk mengukur kemampuan awal dan kemampuan akhir siswa setelah mengikuti pembelajaran berbasis STEM. Tes digunakan karena mampu memberikan data kuantitatif yang akurat mengenai peningkatan hasil belajar. Selain itu, observasi juga digunakan untuk melihat aktivitas siswa dan proses penerapan model pembelajaran di kelas, sedangkan dokumentasi dimanfaatkan sebagai data pendukung berupa nilai, foto kegiatan, atau perangkat pembelajaran. Instrumen yang digunakan dalam penelitian meliputi soal tes hasil belajar yang telah melalui uji validitas dan reliabilitas untuk memastikan kualitasnya, serta lembar observasi yang berisi indikator aktivitas siswa dan keterlaksanaan pembelajaran STEM. Data yang diperoleh kemudian dianalisis melalui beberapa tahapan, yaitu uji normalitas untuk memastikan distribusi data, uji homogenitas untuk melihat kesamaan varians antar kelompok, dan uji t untuk mengetahui perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Analisis gain digunakan untuk melihat besarnya peningkatan nilai siswa secara lebih detail.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Berdasarkan hasil uji validitas dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan validitas soal terhadap 30 item soal dengan jumlah 25 responden yang diuji cobakan pada kelas V SDN 163 Pekanbaru menunjukkan bahwa ada 5 item soal yang tidak valid dan 25 item soal yang valid sehingga 25 soal yang valid layak untuk diuji pada kedua kelas sampel penelitian. Berdasarkan hasil uji reliabilitas, diperoleh skor hasil reliabilitas 0,967. Pada interval 0.80-1.00 dengan kriteria reliabilitas pada uji ini adalah sangat tinggi dengan soal yang bersifat

sangat reliabel. Berdasarkan hasil uji tingkat kesukaran soal, dari 25 item soal yang diujikan semua soal dengan klasifikasi tingkat kesukaran mudah karena di uji coba dengan kelas V.

Tabel 1. Hasil Uji Wilcoxon

Test Statistics ^a	
	Hasil Belajar
Mann-Whitney U	12.000
Wilcoxon W	288.000
Z	-5.616
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: Kelas

Berdasarkan output "Test Statistics" diperoleh nilai Asymp.sig (2-tailed) sebesar $0,000 \leq 0,05$ yang dapat disimpulkan bahwa "Hipotesis diterima". Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Karena perbedaan yang signifikan, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran STEM yang dipadukan dengan Problem-Based Learning (PBL) secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman matematika siswa sekolah dasar dibandingkan pembelajaran konvensional.

Hasil observasi aktivitas belajar mengindikasikan bahwa siswa pada kelas eksperimen lebih aktif dalam berdiskusi, mengajukan pertanyaan, dan merancang solusi terhadap masalah yang diberikan. Tingkat motivasi siswa pun lebih tinggi, ditunjukkan melalui antusiasme dalam mengikuti proses pembelajaran dan keterlibatan dalam tugas proyek. Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pendekatan STEM berbasis PBL efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika, kemampuan berpikir kritis, serta keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

Tabel 2. Peningkatan hasil Belajar

Statistik	Siklus 1	Siklus 2
Nilai Rata-rata	72,0	86,0
Standar Deviasi	8,971	5,023

Pada tabel 2 terlihat bahwa terjadi peningkatan hasil belajar siswa dari siklus 1 ke siklus 2. Rata-rata hasil belajar siswa terjadi kenaikan sebesar 14, 0 poin yang menunjukkan kenaikan poin sangat tinggi. Sedangkan ditinjau dari standar deviasi pada siklus ke 2 sebesar 5,023 lebih kecil dari 8,971 hal ini menunjukkan simpangan rata-ratanya tidak cukup besar. Dengan kata lain nilai rata-rata hasil belajar menunjukkan kemampuan yang sebenarnya.



Gambar 1. Peningkatan Hasil belajar

PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan pengujian hipotesis, dapat diketahui metode pembelajaran STEM berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar siswa. Menurut (Muharomah, 2017) Penggunaan metode pembelajaran STEM dalam pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Pembelajaran STEM juga dapat menumbuhkan kemampuan inovatif siswa untuk memecahkan masalah global. Menurut (Wahyudi et al., 2019).

Hasil penelitian di lapangan menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran STEM mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Temuan tersebut sejalan dengan karakteristik pendekatan STEM yang mengaitkan konsep pembelajaran dengan konteks nyata, sehingga siswa lebih mudah memahami materi. Selama proses penelitian, siswa terlihat lebih aktif dalam mengeksplorasi dan memecahkan masalah dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal ini mendukung teori bahwa STEM mendorong *learning by doing*, sehingga konsep abstrak menjadi lebih konkret bagi siswa.

Peningkatan hasil siklus 1 ke siklus 2 pada kelas eksperimen mencerminkan bahwa kegiatan proyek, diskusi kelompok, dan proses *engineering design* yang diterapkan dalam pembelajaran STEM membuat siswa lebih mampu menerapkan konsep, bukan hanya menghafal. Di lapangan, siswa menunjukkan kemampuan berpikir kritis dan kreativitas lebih baik ketika harus merancang solusi atau produk sederhana. Temuan ini menguatkan bahwa integrasi Science, Technology, Engineering, dan Mathematics membantu siswa memahami hubungan antar-konsep sehingga pemahamannya lebih mendalam.

Peningkatan motivasi dan antusiasme siswa yang diamati selama penelitian juga turut berkontribusi pada kenaikan hasil belajar. Banyak siswa menjadi lebih berani bertanya, mencoba, dan berargumentasi dalam kelompok. Guru mencatat bahwa siswa yang sebelumnya pasif mulai terlibat aktif dalam eksperimen dan perancangan. Fakta ini membuktikan bahwa STEM mampu menciptakan lingkungan belajar yang lebih menarik, sehingga motivasi belajar meningkat dan berdampak pada peningkatan nilai.

Peran guru di lapangan juga terbukti sangat penting dalam keberhasilan penerapan STEM. Guru tidak hanya menyampaikan materi, tetapi berperan sebagai fasilitator yang

membimbing proses penyelidikan, mengajukan pertanyaan pemantik, serta membantu siswa mengevaluasi hasil kerja mereka. Guru juga memastikan pembelajaran berjalan kolaboratif dan sesuai alur *engineering design process*. Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa bimbingan guru dalam setiap tahap menjadi kunci agar kegiatan STEM tetap terarah dan berdampak pada peningkatan hasil belajar. Secara keseluruhan, data penelitian lapangan mendukung bahwa pembelajaran STEM efektif meningkatkan hasil belajar karena membuat siswa terlibat aktif, berpikir kritis, dan memahami konsep secara terintegrasi. Peran guru sebagai fasilitator dan pengarah proses menjadi faktor penting yang memperkuat efektivitas

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa model pembelajaran STEM yang dipadukan dengan Problem-Based Learning (PBL) secara signifikan lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman matematika siswa sekolah dasar dibandingkan pembelajaran konvensional. Hasil uji-t menunjukkan peningkatan yang jauh lebih besar pada kelompok eksperimen, dan uji-t independen pada gain score menegaskan bahwa peningkatan tersebut berbeda secara signifikan antara kedua kelompok. Dengan demikian, pendekatan STEM-PBL dapat direkomendasikan sebagai strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman matematika siswa

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar guru mulai menerapkan model pembelajaran STEM dan Problem-Based Learning secara lebih terencana dan konsisten karena keduanya terbukti dapat meningkatkan pemahaman matematika siswa. Sekolah juga perlu memberikan dukungan melalui pelatihan dan penyediaan fasilitas pembelajaran yang memadai. Peneliti selanjutnya diharapkan mengembangkan penelitian dengan sampel yang lebih luas, materi berbeda, atau desain eksperimen yang lebih kuat agar hasilnya semakin komprehensif dan dapat dijadikan pertimbangan dalam pengembangan kurikulum matematika di sekolah dasar.

REFERENCE

- Agus, A., & Nik, N. S. (2020). *Integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan literasi teknologi siswa sekolah dasar*. Jurnal Pendidikan dan Sains, 8(2), 120–130.
- Barokah, R. G. S., & Hermita, N. (2025). No Student Left Behind? Tantangan dan Solusi Pendidikan STEM Inklusif di Sekolah Dasar. *Golden Age and Inclusive Education*, 2(2).
- Hermansyah. 2020. "Problem Based Learning in Indonesian Learning." *Social, Humanities, and Educations Studies (SHEs): Conference Series* 3(3):2257–62.
- Hermita, N., Alim, J. A., Putra, Z. H., Nasien, D., & Wijoyo, H. (2023). Developing STEM autonomous learning city map application to improve critical thinking skills of primary school teacher education students. *Перспективы науки и образования*, (4 (64)), 675-690.

- Hermita, N., Alim, J. A., Putra, Z. H., Putra, R. A., Anggoro, S., & Aryani, N. (2023). The Effect of STEM Autonomous Learning City Map Application on Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 17(3).
- Jannah, R., Putra, A., & Lestari, S. (2022). *Implementasi pembelajaran STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar*. Jurnal Pendidikan Sains Indonesia, 10(2), 145–156.
- Khoiriyah, S., Abdurrahman, A., & Wahyudi, W. (2018). *Penerapan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa sekolah dasar*. Jurnal Pendidikan Sains, 6(1), 55–63.
- Laza, A., Aitzol, U., & Abaurrea, J. (2020). *STEM-based learning design to enhance students' digital literacy and problem-solving skills*. International Journal of STEM Education, 7(4), 55–68.
- Mardita, M., Alim, J. A., Hermita, N., & Wijaya, T. T. (2022). Pengembangan Lkpd Stem Berbasis Mikir Materi Periskop. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(1), 398-406.
- Mulyadi, M., & Wahyuni, S. (2017). *Penerapan pembelajaran STEM pada pendidikan dasar di Indonesia*. Jurnal Pendidikan Dasar, 5(2), 112–120.
- Nahdi, K. (2019). *Penerapan pendekatan STEM dalam pembelajaran di sekolah dasar untuk meningkatkan literasi sains siswa*. Jurnal Pendidikan Dasar, 10(1), 45–53.
- Nurlenasari, N., Lidinillah, D. A. M., Nugraha, A., & Hamdu, G. (2019). *Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar*. Jurnal Inovasi Pembelajaran, 6(2), 120–131.
- Oktadiana, D., & Wardana, A. (2019). *Integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran tematik di sekolah dasar*. Jurnal Inovasi Pembelajaran, 7(1), 45–53.
- Selpia, Apriza, Misdalina Misdalina, Melinda Puspita, Sari Jaya, and Sumatera Selatan. 2025. "Pengaruh Model PBL Berbantuan Media Papan Pintar Terhadap Hasil Belajar Matematika Kelas II SD Negeri 95 Palembang." 08(01):121–28. doi: <https://doi.org/10.22460/collase.v8i1.23657>.
- Septyah, R. (2024). *Implementasi Kurikulum Merdeka berbasis STEM untuk meningkatkan literasi teknologi siswa sekolah dasar*. Jurnal Pendidikan dan Teknologi, 12(1), 89–98.
- Sukmana, A. (2017). *Implementasi pendekatan STEM dalam pembelajaran di sekolah dasar*. Jurnal Pendidikan Dasar, 8(2), 101–110.
- Susilowati, E., & Hidayati, N. (2023). *Integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran tematik Kurikulum Merdeka di sekolah dasar*. Jurnal Inovasi Pembelajaran, 8(1), 33–44.
- Wang, Y., & Li, X. (2024). *STEM-based instructional design to enhance elementary students' problem-solving skills in digital learning environments*. International Journal of STEM Education, 11(1), 1–12.
- Wismaningsih, Tri, Yunus Aris Wibowo, and Problem Based Learning. 2024. "Sd Muhammadiyah 22 Sruri Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Pada Mata Pelajaran." 7(20):6099–6104.
- Wulandari, D. (2019). *Integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran tematik pada kurikulum 2013 di sekolah dasar*. Jurnal Pendidikan Inovatif, 5(3), 210–218.
- Yennita, Y., Zulirfan, Z., Hermita, N., & Hakim, L. (2022). Validation and testing of STEM project-based virtual learning modules to improve higher-level thinking skills. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 7(2), 145-156.