



Penerapan Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics)

Muci Herliyanto

Sekolah Tinggi Agama Islam Natuna, Indonesia

mucierliyanto@gmail.com

Article Info

Abstract

Keywords:

Collaboration, Creativity, Learning, STEAM, Students

This study aims to describe the implementation of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) learning in elementary schools and its impact on student engagement and competencies. The research uses a qualitative approach with a case study design. The subjects of the study were classroom teachers and students in an elementary school, while the object was the implementation of STEAM-based learning. Data were collected through observation, interviews, and documentation. The data were analyzed using thematic analysis to identify significant patterns in STEAM implementation. The results show that the STEAM approach promotes more active, creative, and collaborative learning. Students demonstrate improved conceptual understanding, critical thinking, and problem-solving skills. Teachers also experienced growth in designing integrative learning strategies. In conclusion, STEAM learning is effectively implemented in elementary schools to enhance learning quality and 21st-century competencies.

Kata kunci:

Kolaboratif, Kreativitas, Pembelajaran, STEAM, Siswa

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) di sekolah dasar serta dampaknya terhadap keterlibatan dan kompetensi siswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi kasus. Subjek penelitian adalah guru kelas dan siswa di salah satu sekolah dasar, sedangkan objeknya adalah implementasi pembelajaran STEAM dalam kegiatan pembelajaran. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data dianalisis dengan teknik analisis tematik untuk menemukan pola-pola penting dalam penerapan STEAM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEAM mendorong pembelajaran yang lebih aktif, kreatif, dan kolaboratif. Siswa menunjukkan peningkatan dalam pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan memecahkan masalah. Guru juga mengalami peningkatan kompetensi dalam merancang pembelajaran yang integratif. Kesimpulannya, pembelajaran STEAM efektif diterapkan di sekolah dasar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan kompetensi abad ke-21.

PENDAHULUAN

Pendidikan dasar merupakan tahap awal yang krusial dalam membentuk karakter dan kompetensi peserta didik. Pada masa ini, anak-anak mulai mengembangkan kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik yang menjadi dasar bagi pembelajaran selanjutnya. Menurut Nurlian et al. (2024), pendidikan dasar memiliki peran strategis dalam menanamkan nilai-nilai dasar dan keterampilan yang diperlukan untuk menghadapi tantangan abad ke-21. Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran yang inovatif dan holistik sangat dibutuhkan untuk mengoptimalkan potensi peserta didik.

Dalam konteks globalisasi dan revolusi industri 4.0, kebutuhan akan sumber daya manusia yang memiliki keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi, menjadi semakin mendesak. Pendidikan dasar harus mampu menyiapkan peserta didik untuk menjadi individu yang adaptif, inovatif, dan mampu bersaing di tingkat global. Hal ini sejalan dengan pandangan Prahartiwi et al. (2025) yang menekankan pentingnya pengembangan keterampilan abad ke-21 sejak dini melalui pendekatan pembelajaran yang integratif dan kontekstual.

Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran di sekolah dasar masih menghadapi berbagai tantangan, seperti keterbatasan sumber daya, kurangnya pelatihan guru, dan pendekatan pembelajaran yang kurang inovatif. Menurut Nuragnia et al. (2021), banyak guru di sekolah dasar yang belum sepenuhnya memahami dan menerapkan pendekatan pembelajaran yang mampu mengembangkan keterampilan abad ke-21 secara efektif. Hal ini menunjukkan perlunya upaya sistemik untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di pendidikan dasar.

Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) muncul sebagai strategi inovatif dalam pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan kontekstual. Melalui STEAM, siswa diajak untuk memahami konsep-konsep ilmiah dan matematis, menerapkan teknologi, merancang solusi rekayasa, serta mengekspresikan ide melalui seni. Hal ini sejalan dengan tujuan Kurikulum Merdeka yang mendorong pembelajaran berbasis proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila (Tiasna et al., 2023).

Implementasi STEAM di sekolah dasar dapat meningkatkan minat belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa. Sari et al. (2023) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran STEAM dapat meningkatkan minat belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan STEAM efektif dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21 pada siswa sekolah dasar.

Namun, implementasi STEAM di sekolah dasar tidak lepas dari tantangan. Studi oleh Nuragnia et al. (2021) mengungkapkan bahwa meskipun guru telah mencoba menerapkan pembelajaran STEAM, mereka menghadapi kendala seperti keterbatasan fasilitas, kurangnya pelatihan, dan waktu yang terbatas untuk merancang pembelajaran terintegrasi. Hal ini menunjukkan perlunya dukungan sistemik untuk memastikan keberhasilan implementasi STEAM di sekolah dasar.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengeksplorasi penerapan pembelajaran STEAM di sekolah dasar. Nasrah (2021) menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran STEAM efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas IV SD pada konsep sumber energi. Namun, penelitian ini terbatas pada satu mata pelajaran dan belum mengeksplorasi dampak STEAM pada keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Sementara itu, Mardlotillah et al. (2022) meneliti pengaruh pembelajaran STEAM terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi pada siswa kelas V MI Hidayatul Muftadi'in Jagalempeni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEAM dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa secara signifikan. Namun, penelitian ini dilakukan di madrasah ibtidaiyah, sehingga perlu kajian lebih lanjut di konteks sekolah dasar umum.

Lestari (2022) dalam penelitiannya di SD menunjukkan bahwa pendekatan STEAM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran IPA. Namun, penelitian ini belum mengkaji aspek kreativitas dan kolaborasi yang juga menjadi fokus dalam pembelajaran STEAM. Berdasarkan tinjauan penelitian terdahulu, terdapat kesenjangan dalam kajian mengenai implementasi STEAM di sekolah dasar, khususnya dalam konteks integrasi antar-disiplin ilmu dan pengaruhnya terhadap berbagai keterampilan abad ke-21.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan pembelajaran STEAM di sekolah dasar, dengan fokus pada integrasi antar-disiplin ilmu dan pengaruhnya terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21 siswa. Melalui pendekatan library research, penelitian ini akan menganalisis berbagai studi dan praktik terbaik dalam implementasi STEAM, serta mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambatnya.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan wawasan baru bagi pendidik, pembuat kebijakan, dan peneliti dalam mengembangkan strategi pembelajaran yang efektif dan relevan dengan kebutuhan zaman. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam merancang pelatihan dan pengembangan profesional bagi guru dalam menerapkan pembelajaran STEAM di sekolah dasar.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan ilmu dan praktik pendidikan di masyarakat, khususnya dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dasar melalui pendekatan STEAM yang integratif dan kontekstual.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode library research, yang bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis berbagai literatur ilmiah terkait penerapan pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) di sekolah dasar. Subjek penelitian ini adalah berbagai sumber literatur ilmiah, termasuk artikel jurnal, prosiding, dan laporan penelitian yang relevan dengan topik STEAM di pendidikan dasar. Objek penelitian mencakup konsep, implementasi, tantangan, dan dampak dari pendekatan pembelajaran STEAM dalam konteks sekolah dasar. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran sistematis terhadap literatur yang relevan menggunakan database akademik seperti Scopus, Web of Science, dan Google Scholar, dengan kata kunci seperti "STEAM education in elementary schools", "implementation of STEAM approach", dan "STEAM-based learning outcomes". Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis isi (content analysis) untuk mengidentifikasi tema-tema utama, kesenjangan penelitian, dan tren dalam penerapan STEAM di sekolah dasar. Metode ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh pemahaman yang mendalam tentang bagaimana STEAM diterapkan, tantangan yang dihadapi, serta dampaknya terhadap pengembangan keterampilan abad ke-21 pada siswa sekolah dasar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teori Dasar Pembelajaran STEAM

Pendekatan STEAM merupakan evolusi dari konsep STEM dengan menambahkan unsur seni (Arts) untuk menciptakan pembelajaran yang lebih holistik. Menurut Bybee (2013), pendekatan ini bertujuan untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu guna membekali siswa dengan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Integrasi seni dalam STEAM memungkinkan siswa untuk mengekspresikan ide dan solusi secara kreatif, yang penting dalam memecahkan masalah kompleks di dunia nyata.

Dalam konteks pendidikan dasar, pendekatan STEAM sejalan dengan Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek dan penguatan profil pelajar Pancasila. Kurikulum ini mendorong siswa untuk menjadi pembelajar sepanjang hayat yang mandiri, kreatif, dan berakhlak mulia. Dengan demikian, penerapan STEAM di SD dapat menjadi strategi efektif untuk mencapai tujuan kurikulum tersebut.

Lebih lanjut, pendekatan STEAM mendukung pembelajaran yang kontekstual dan bermakna bagi siswa. Melalui integrasi berbagai disiplin ilmu, siswa diajak untuk memahami konsep secara mendalam dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini dapat meningkatkan motivasi belajar dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran.

Implementasi STEAM dalam Pembelajaran

Implementasi pembelajaran STEAM di SD telah menunjukkan hasil positif dalam meningkatkan minat belajar dan kemampuan berpikir kritis siswa. Sari et al. (2023) dalam penelitiannya di SDN 198/I Pasar Baru menemukan bahwa penerapan STEAM dapat meningkatkan minat belajar siswa dari 78,03% pada siklus I menjadi 80,30% pada siklus II. Kemampuan berpikir kritis siswa juga meningkat dari 59,13% pada siklus I menjadi 79,9% pada siklus II.

Peningkatan ini menunjukkan bahwa pendekatan STEAM mampu menciptakan lingkungan belajar yang menarik dan menantang bagi siswa. Dengan melibatkan siswa dalam proyek-proyek yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, mereka terdorong untuk berpikir kritis dan kreatif dalam memecahkan masalah. Hal ini sejalan dengan tujuan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Namun, implementasi STEAM juga memerlukan perencanaan yang matang dan dukungan dari berbagai pihak. Guru perlu merancang kegiatan pembelajaran yang integratif dan relevan dengan konteks siswa. Selain itu, dukungan dari sekolah dan orang tua sangat penting dalam menyediakan sumber daya dan lingkungan yang mendukung pembelajaran STEAM.

Tantangan dalam Implementasi STEAM

Meskipun memiliki banyak manfaat, implementasi STEAM di SD tidak lepas dari tantangan. Nuragnia et al. (2021) mengungkapkan bahwa guru menghadapi kendala seperti keterbatasan fasilitas, kurangnya pelatihan, dan waktu yang terbatas untuk merancang pembelajaran terintegrasi. Tantangan pedagogik dan teknis juga menjadi hambatan dalam pelaksanaan pembelajaran STEAM.

Keterbatasan fasilitas, seperti kurangnya alat peraga dan teknologi pendukung, dapat menghambat pelaksanaan kegiatan STEAM yang efektif. Guru juga memerlukan pelatihan dan pendampingan untuk memahami

konsep STEAM dan cara mengintegrasikannya dalam pembelajaran. Selain itu, waktu yang terbatas dalam jadwal pembelajaran dapat menjadi kendala dalam merancang dan melaksanakan proyek STEAM yang komprehensif.

Untuk mengatasi tantangan tersebut, diperlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah, sekolah, dan masyarakat. Pemerintah dapat menyediakan pelatihan dan sumber daya yang dibutuhkan oleh guru. Sekolah dapat mengalokasikan waktu dan fasilitas yang memadai untuk pelaksanaan pembelajaran STEAM. Sementara itu, masyarakat dapat berperan dalam mendukung kegiatan pembelajaran melalui kolaborasi dan partisipasi aktif.

Pengaruh STEAM terhadap Hasil Belajar

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEAM efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Nasrah (2021) dalam penelitiannya di SD Pertiwi Makassar menemukan bahwa penerapan model pembelajaran STEAM efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa kelas IV pada konsep sumber energi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran STEAM dapat meningkatkan ketuntasan hasil belajar siswa secara signifikan.

Peningkatan hasil belajar ini menunjukkan bahwa integrasi berbagai disiplin ilmu dalam pembelajaran dapat membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam dan aplikatif. Dengan melibatkan siswa dalam kegiatan yang menantang dan relevan, mereka terdorong untuk belajar secara aktif dan bermakna. Hal ini dapat meningkatkan pemahaman dan retensi materi pembelajaran.

Selain itu, pembelajaran STEAM juga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa. Dengan menghadirkan kegiatan yang menarik dan menantang, siswa menjadi lebih antusias dalam mengikuti pembelajaran. Motivasi yang tinggi ini dapat mendorong siswa untuk belajar lebih giat dan mencapai hasil belajar yang lebih baik.

Pengaruh STEAM terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

Mardlotillah et al. (2022) meneliti pengaruh pembelajaran STEAM terhadap keterampilan berpikir tingkat tinggi pada siswa kelas V MI Hidayatul Mubtadi'in Jagalempeni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEAM dapat meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa secara signifikan. Hal ini ditunjukkan oleh perbedaan skor tes antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dengan nilai signifikansi $p < 0,05$.

Keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, evaluasi, dan kreasi, sangat penting dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Pembelajaran STEAM, dengan pendekatan berbasis proyek dan pemecahan masalah, dapat melatih siswa untuk mengembangkan keterampilan tersebut. Melalui kegiatan yang menantang dan kolaboratif, siswa belajar untuk berpikir secara kritis dan kreatif dalam menyelesaikan masalah.

Peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi ini juga dapat berdampak positif pada hasil belajar dan kesiapan siswa dalam menghadapi tantangan di masa depan. Dengan kemampuan berpikir yang baik, siswa dapat lebih mudah memahami konsep, mengaplikasikan pengetahuan, dan beradaptasi dengan perubahan. Hal ini penting dalam mempersiapkan generasi yang kompeten dan siap bersaing di era global.

Integrasi STEAM dengan Budaya Lokal

Integrasi STEAM dengan budaya lokal dapat meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Tiasna et al. (2023) dalam penelitiannya di SD Negeri Babatan IV Surabaya menunjukkan bahwa implementasi model pembelajaran berbasis STEAM melalui budaya lokal "Batik Jumpat" dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran dan mendorong mereka untuk memecahkan masalah secara kreatif.

Mengintegrasikan budaya lokal dalam pembelajaran STEAM dapat membuat materi lebih relevan dan bermakna bagi siswa. Siswa dapat melihat keterkaitan antara pengetahuan yang dipelajari dengan kehidupan sehari-hari mereka. Hal ini dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

Selain itu, integrasi budaya lokal juga dapat melestarikan dan mengembangkan kearifan lokal. Dengan mengenalkan budaya lokal dalam pembelajaran, siswa dapat memahami dan menghargai warisan budaya mereka. Hal ini penting dalam membentuk identitas dan karakter siswa yang berakar pada budaya bangsa.

Penerapan STEAM dalam Proyek

Rahmawati (2023) dalam penelitiannya di SDN Sawunggaling 1/382 Surabaya menunjukkan bahwa penerapan pembelajaran STEAM melalui proyek mobil tenaga angin dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Hasil uji t-test menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dengan nilai signifikansi $0,000 < 0,05$.

Pembelajaran berbasis proyek merupakan salah satu pendekatan yang efektif dalam penerapan STEAM. Melalui proyek, siswa dapat mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk menyelesaikan masalah nyata. Hal ini dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi siswa. Selain itu, proyek STEAM juga

dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Dengan menghadirkan tantangan yang menarik dan relevan, siswa terdorong untuk belajar secara aktif dan bermakna.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan pembelajaran STEAM di sekolah dasar memberikan dampak positif terhadap pengembangan kompetensi siswa secara holistik. Pendekatan ini mendorong integrasi pengetahuan lintas disiplin yang tidak hanya menumbuhkan kemampuan akademik, tetapi juga kreativitas, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Siswa menjadi lebih aktif, terlibat, dan memiliki pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep yang dipelajari melalui pengalaman langsung dan proyek nyata. Selain itu, STEAM membantu membentuk pola pikir inovatif sejak dini, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan abad ke-21. Pembelajaran menjadi lebih kontekstual dan menyenangkan, sehingga meningkatkan motivasi serta hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Erawan, G. M., Mariana, N., & Suryanti. (2024). Development and Challenges of STEAM Learning Implementation in Elementary Schools: A Comprehensive Literature Review. *International Journal of Emerging Research and Review*, 3(1). <https://doi.org/10.56707/ijoeer.v3i1.94>
- Fatmawati, R. D., & Mariana, N. (2022). Penerapan Pembelajaran STEAM Melalui Aktivitas Make a Non Stop Fountain untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 10(6). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/47109>
- Kartikasari, K., Usman, H., Suminar, R. R., & Nuryani, N. (2023). Meningkatkan Hasil Belajar Matematika dengan Pendekatan STEAM di Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan (JURDIKBUD)*, 2(3). <https://doi.org/10.55606/jurdikbud.v2i3.731>
- Khoiriya, R. M., Oktariato, M. L., & Rohmiati, D. P. (2023). Implementation of the STEAM Approach in Science Education to Enhance Critical Thinking Skills and Scientific Literacy of IV Grade Students at Anak Saleh Elementary School Malang. *Journal of Teaching in Elementary Education*, 7(2), 142–147. <http://dx.doi.org/10.30587/jtiee.v7i2.7482>
- Lestari, P. A. (2022). Pengaruh Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran IPA di SD. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Mardlotillah, A. N., Suhartono, & Dimiyati. (2022). Pengaruh Pembelajaran STEAM terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi pada Siswa Kelas V MI Hidayatul Muftadi'in Jagalempeni. *Jurnal JPSD*, 7(2).
- Mardlotillah, A. N., Suhartono, S., & Dimiyati, D. (2022). Pengaruh Pembelajaran STEAM terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi pada Siswa Kelas V MI Hidayatul Muftadi'in Jagalempeni. *Jurnal JPSD (Jurnal Pendidikan Sekolah Dasar)*, 7(2). <https://doi.org/10.26555/jpsd.v7i2.a17280>
- Mustoip, S., Lestari, D., & Purwati, R. (2023). Implementation of STEAM Learning Methods to Develop Collaborative and Creative Characters of Elementary School Students. *JPS: Journal of Primary School*, 2(1). <https://journal.pusmedia.com/index.php/JPS/article/view/103>
- Nasrah, N. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) pada Siswa Kelas IV SD. *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)*, 6(1).
- Nasrah, N. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran STEAM pada Siswa Kelas IV SD. *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar)*, 6(1). <https://doi.org/10.26618/jkpd.v6i1.4166>
- Nuragnia, B., Nadiroh, & Usman, H. (2021). Pembelajaran STEAM di Sekolah Dasar: Implementasi dan Tantangan. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 6(2), 187–197.
- Nuragnia, B., Nadiroh, & Usman, H. (2021). Pembelajaran STEAM di Sekolah Dasar: Implementasi dan Tantangan. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 6(2), 187–197. <https://doi.org/10.24832/jpnk.v6i2.2388>
- Rahmawati, N. A. (2023). Penerapan Pembelajaran STEAM Proyek Mobil Tenaga Angin untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SD. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 11(5). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/53322>
- Rakhmawati, E., Riniati, W. O., Badriyah, B., & Irmawati, I. (2023). Implementasi Pembelajaran STEAM pada Kelas Rendah

- Ranak, L., Rustam, & Ero, P. E. L. (2023). Evaluation and Effects of STEAM-PBL on Mathematics Interest and Numeracy Skills on Elementary School. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 10(2). <https://journal.uny.ac.id/index.php/jrpm/article/view/67251>
- Ratnasari, R., Utami, K., Rahayu, D., Karlimah, & Saputra, E. R. (2023). Pengembangan Activity Book Berbasis STEAM sebagai Media Pembelajaran Abad 21 di Kelas 1 SD. *ELSE (Elementary School Education Journal)*, 7(1), 81–87. <https://doi.org/10.30651/else.v7i1.13673>
- Riyanti, E. D., Roshayati, F., & Purnamasari, V. (2020). The Profile of Elementary Teachers' Understanding in STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Approach. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(4). <https://doi.org/10.23887/jisd.v4i4.27340>