

INOVASI PEMBELAJARAN *STEAM* MELALUI GERAKAN MINIATUR EDUKATIF DARI SAMPAH (GEMES) UNTUK MENINGKATKAN KREATIVITAS PADA SISWA KELAS V

Rodiatul Istiana ^{*1}, Syamsul Hadi ², Mardhatillah ³, Ade Eka Angraini ⁴, Siti Faizah ⁵

^{1,2,3,4,5} Magister Pendidikan Dasar, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Malang,

² Doktor Pendidikan Kejuruan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Negeri Malang,
Jawa Timur, Indonesia.

^{*}Penulis korespondensi

e-mail: rodiatul.istiana.2421038@students.um.ac.id ¹, syamsul.hadi.ft@um.ac.id ²,
mardhatillah.pasca@um.ac.id ³, ade.ekaangraini.pasca@um.ac.id ⁴, faizah.siti.pasca@um.ac.id ⁵

Article history:

Submitted: May 27th, 2025; Revised: June 26th, 2025; Accepted: July 24th, 2025; Published: Oct. 15th, 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan implementasi GEMES (Gerakan Miniatur Edukatif dari Sampah) berbasis pendekatan *STEAM* dalam meningkatkan literasi ekologis dan kreativitas siswa sekolah dasar. Pembelajaran dilaksanakan melalui dua pertemuan di kelas V SD Negeri Jogosari II Pandaan menggunakan metode kualitatif studi kasus. Proses pembelajaran mengintegrasikan eksplorasi sumber daya alam, pemanfaatan limbah anorganik, serta pembuatan produk teknologi sederhana seperti *carousel*, kincir angin, dan roket. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi, serta dianalisis dengan teknik reduksi, penyajian, dan verifikasi data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan ini berhasil meningkatkan pemahaman konsep lingkungan, sikap peduli, dan kreativitas siswa dalam aspek inovasi, fungsi, estetika, dan keberlanjutan produk. Guru dan siswa merespons positif model ini, meskipun terdapat kendala seperti perbedaan kemampuan teknis dan keterbatasan waktu. Penerapan diferensiasi produk dalam proyek terbukti memperkuat kepemilikan proses belajar dalam kelompok. Pembelajaran GEMES berbasis *STEAM* menunjukkan potensi besar sebagai pendekatan pembelajaran kontekstual dan transdisipliner dalam penguatan karakter dan kompetensi abad ke-21 di jenjang Sekolah Dasar.

Kata Kunci: *STEAM*; GEMES; literasi ekologis; kreativitas; daur ulang; pembelajaran kontekstual

PENDAHULUAN

Dalam (Septikasari & Frasandy, 2020) untuk dapat berperan secara bermakna pada era globalisasi di abad 21, maka setiap warga negara dituntut untuk memiliki kemampuan yang dapat menjawab tuntutan perkembangan zaman. Terdapat tiga alasan keterampilan abad 21 sangat dibutuhkan diantaranya adalah ekonomi, kewargaan, dan globalisasi. (Mahanal, 2017). *STEAM* (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) merupakan pendekatan pembelajaran interdisipliner yang relevan untuk diterapkan di sekolah dasar guna menyiapkan peserta didik menghadapi

dinamika global yang kompleks (Graham, 2020) dalam (Inayah, 2024). Pembelajaran berbasis *STEAM* memungkinkan integrasi pengetahuan lintas disiplin melalui kegiatan nyata dan eksploratif yang menumbuhkan kreativitas dan kemampuan berpikir kritis sejak usia dini (Kind & Kind, 2007).

Kurikulum berbasis *STEAM* mendorong siswa untuk aktif dalam menyelesaikan masalah nyata melalui eksplorasi dan penciptaan karya inovatif yang menyatukan berbagai disiplin ilmu (Aguilar & Turmo, 2019). Dalam praktiknya, siswa tidak hanya memperoleh

pemahaman konseptual tetapi juga keterampilan aplikatif melalui kegiatan proyek yang kolaboratif dan reflektif (Murwaningtyas *et al.*, 2025). Di tingkat Sekolah Dasar, pendekatan *STEAM* dapat mengembangkan imajinasi dan kapasitas berpikir analitis siswa secara simultan, serta memupuk apresiasi terhadap nilai-nilai budaya dan lingkungan sekitar (Belbase *et al.*, 2022). Pembelajaran semacam ini sangat diperlukan dalam menumbuhkan karakter dan kompetensi abad ke-21 seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi.

Berbagai studi menunjukkan bahwa implementasi *STEAM* yang dikombinasikan dengan model Project-Based Learning (PjBL) di sekolah dasar mampu meningkatkan kreativitas dan hasil belajar siswa secara signifikan (Wahyuningrum *et al.*, 2024). Model ini memberikan ruang bagi siswa untuk belajar dari pengalaman nyata, melakukan eksplorasi, dan menciptakan solusi inovatif atas permasalahan yang ada di lingkungan mereka (Putri & Rezania, 2024). Selain itu, integrasi *STEAM* dengan pendekatan berbasis proyek memberikan pengalaman bermakna bagi siswa karena mereka terlibat langsung dalam penciptaan produk yang mencerminkan pemahaman mereka terhadap konsep-konsep sains dan teknologi (Rahmawati, 2023). Penekanan pada proses dan refleksi dalam pembelajaran juga terbukti membangun rasa percaya diri dan motivasi belajar siswa (Fauzi & Fajrin, 2022). Menurut (Priantari *et al.*, 2020) model pembelajaran yang dapat mengintegrasikan komponen *Science, Technology, Engineering, Art* dan *Mathematics* salah satunya adalah Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*). Penelitian yang dilakukan (Widarti & Roshayanti, 2021)

menunjukkan bahwa menggunakan model pembelajaran proyek yang berorientasi ESD (*Education for Sustainable Development*) dan diintegrasikan pada mata pelajaran lain melalui *STEAM* memungkinkan peserta didik tidak hanya belajar teori saja melainkan praktik yang menghasilkan produk. Salah satu proyek yang menggunakan pendekatan *STEAM* juga bertujuan untuk mengajarkan literasi ekologi lingkungan adalah dengan memanfaatkan limbah plastik (Marfufah *et al.*, 2024)

Dalam (Putri & Rezania, 2024) penelitian yang dilakukan De la Torre-Neches *et al.* (2020) menekankan pentingnya integrasi dimensi kolaborasi dan refleksi dalam model PjBL untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran interdisipliner di tingkat dasar. Evaluasi berbasis proyek yang melibatkan siswa dalam penilaian proses dan produk ternyata berperan dalam membentuk tanggung jawab dan kreativitas kolektif. Selain itu, upaya meningkatkan literasi ekologis melalui program pendidikan lingkungan seperti Adiwiyata telah dibuktikan oleh Desfandi *et al.* (2017) dalam (Putri & Rezania, 2024) sebagai strategi yang mampu menginternalisasi nilai-nilai ekologis pada siswa Sekolah Dasar secara kontekstual. Dalam konteks lokal Indonesia, Nuragnia (2021) mengidentifikasi bahwa pelatihan guru menjadi faktor krusial dalam menentukan keberhasilan implementasi *STEAM*, di mana hambatan terbesar bukan terletak pada keterbatasan sumber daya, melainkan minimnya pemahaman konseptual lintas disiplin di kalangan pendidik. Temuan ini memperkuat urgensi perlunya dukungan sistemik dalam menerapkan *STEAM* secara berkelanjutan di Sekolah Dasar.

Meskipun potensi pembelajaran *STEAM* sangat besar, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa implementasinya belum optimal. Berdasarkan hasil kajian dari (Yuningsih & Jaizul, 2025), banyak Sekolah Dasar yang masih menghadapi kendala dalam mengembangkan pembelajaran interdisipliner karena keterbatasan pemahaman guru dan sarana pendukung. (Putri & Lubis, 2023) menemukan bahwa sebagian besar guru belum mampu mengintegrasikan lima elemen *STEAM* secara utuh ke dalam rencana pelaksanaan pembelajaran. (Fauzi & Fajrin, 2022) juga mengungkapkan bahwa guru sering mengalami kesulitan dalam merancang aktivitas yang menggabungkan aspek seni dan teknologi. Selain itu, penelitian (Alaghemandi, 2024) menunjukkan bahwa rendahnya literasi digital dan kurangnya pelatihan tentang *STEAM* menjadi hambatan utama dalam penerapan pendekatan ini.

Di sisi lain, (Murwaningtyas *et al.*, 2025) dalam pelatihan inovasi pembelajaran menunjukkan bahwa meskipun guru memiliki semangat tinggi dalam mengadopsi *STEAM*, mereka membutuhkan bimbingan dalam mendesain proyek yang relevan dengan konteks lokal. (Inayah, 2024) juga menekankan perlunya dukungan berkelanjutan melalui komunitas belajar guru agar inovasi pembelajaran dapat terus

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan strategi studi kasus. Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti untuk memahami fenomena secara mendalam dalam konteks alami dan menekankan pada makna yang diberikan oleh partisipan terhadap

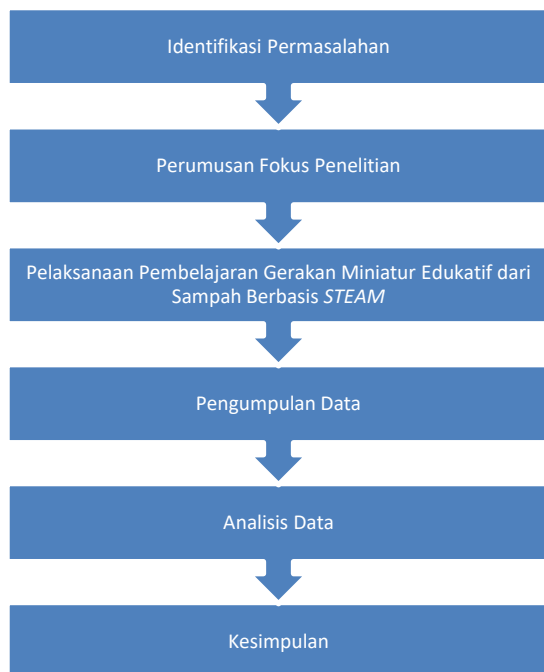
berkembang. Studi dari (Kind & Kind, 2007) menunjukkan bahwa pentingnya pelatihan dalam mengintegrasikan seni ke dalam sains untuk mendorong kreativitas ilmiah. (Belbase *et al.*, 2022) juga menggaris bawahi pentingnya pendekatan transdisipliner yang mengaitkan sains dengan nilai-nilai sosial dan budaya. Mengintegrasikan gaya berpikir antara disiplin *STEAM* membantu mengaburkan batas antara seni, desain, dan disiplin *STEAM*, mengembangkan disposisi berpikir yang dihargai baik di dalam maupun di luar seni. (Junita *et al.*, 2024)

Penelitian ini dilaksanakan dalam pembelajaran *STEAM* melalui Gerakan Miniatur Edukatif dari Sampah (GEMES). Berdasarkan hasil observasi awal, diketahui bahwa sekolah ini menghadapi tantangan dalam menanamkan kesadaran lingkungan kepada siswa karena terbatasnya model pembelajaran kontekstual. Hasil survei menunjukkan bahwa 68% siswa belum memahami konsep dasar tentang daur ulang dan dampak pencemaran lingkungan. Guru di sekolah ini menyatakan bahwa pendekatan tematik konvensional masih mendominasi pembelajaran, sehingga siswa cenderung pasif. Oleh karena itu, intervensi melalui pendekatan *STEAM* berbasis proyek menjadi sangat relevan untuk diterapkan sebagai alternatif solusi yang adaptif, kontekstual, dan inovatif.

pengalaman mereka (Nurrisa *et al.*, 2025). Strategi studi kasus dipilih untuk mengkaji implementasi pendekatan *STEAM* melalui pembelajaran GEMES secara terperinci, kontekstual, dan menyeluruh (Wiraguna *et al.*, 2024). Penelitian ini juga memperhatikan pentingnya penerapan

etika penelitian, refleksi mendalam, dan validitas kontekstual dalam studi kasus, sebagaimana ditegaskan oleh Assyakurrohim *et al.* (2023) sebagai bagian dari esensi riset kualitatif yang etis dan mendalam (Nurrisa *et al.*, 2025).

Berikut ini alur tahapan penelitian yang dilakukan



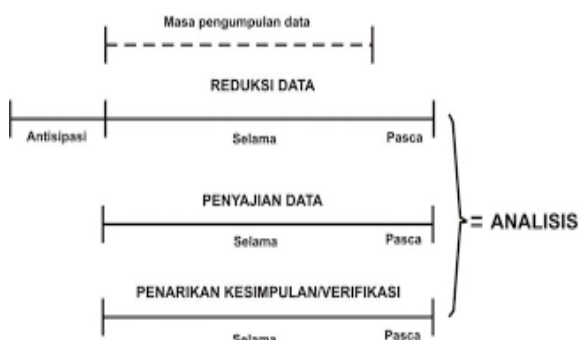
Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian yang Dilakukan

Penelitian ini dilakukan di Sekolah Dasar Negeri Jogosari II Pandaan. Subjek penelitian terdiri dari guru kelas V dan 28 siswa reguler. Desain penelitian ini mengikuti prosedur Miles dan Huberman yang meliputi tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi (Nurrisa *et al.*, 2025). Proses penelitian dimulai dengan observasi kelas, dokumentasi proses pembelajaran, serta wawancara terhadap guru dan siswa. Teknik pengumpulan data dalam penelitian kualitatif yang utama adalah observasi partisipatif dan wawancara mendalam, ditambah kajian dokumen, yang bertujuan tidak hanya

untuk menggali data, tetapi juga untuk mengungkap makna yang terkandung dalam latar penelitian. (Djaelani & Rofiq, 2013). Pengumpulan data dilakukan melalui (1) Observasi partisipatif dilakukan selama kegiatan pembelajaran untuk mencatat interaksi siswa, proses pembuatan proyek, serta keterlibatan mereka dalam aktivitas *STEAM*, (2) Wawancara semi-terstruktur dilakukan terhadap guru dan siswa untuk mengeksplorasi pemahaman, pengalaman, dan sikap mereka terhadap pembelajaran dalam pengerjaan proyek. (3) Dokumentasi mencakup foto kegiatan, hasil karya siswa, rubrik penilaian, serta dokumen modul ajar dan LKPD (Lembar Kegiatan Peserta Didik).

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri, dengan bantuan lembar observasi, panduan wawancara, dan dokumen rubrik penilaian. Lembar observasi digunakan untuk mencatat aktivitas siswa dalam setiap langkah pembelajaran *STEAM*, sedangkan panduan wawancara disusun berdasarkan indikator literasi ekologis dan kreativitas. Rubrik penilaian mencakup tiga aspek utama yaitu kognitif (pemahaman konsep SDA dan lingkungan), afektif (sikap terhadap pelestarian lingkungan), dan psikomotor (kemampuan menghasilkan karya dari limbah).

Analisis data dilakukan secara interaktif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data dari observasi dan wawancara diverifikasi melalui triangulasi sumber. Data juga dianalisis menggunakan pendekatan reflektif untuk mengaitkan temuan dengan konteks pembelajaran dan teori pendidikan *STEAM* (Wiraguna *et al.*, 2024).



Gambar 2. Komponen dalam Analisa Data (*flow model*) (Sugiyono, 2020)

Keabsahan data dijaga dengan triangulasi teknik dan sumber, *member check*, serta *audit trail*. (Saadah *et al.*, 2022) Triangulasi dilakukan dengan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan GEMES (Gerakan Miniatur Edukatif dari Sampah) berlangsung dalam dua kali pertemuan kelas V SD Negeri Jogosari II Pandaan. Model ini mengintegrasikan pendekatan *STEAM* (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) dengan metode *Project-Based Learning (PjBL)*, sebagaimana telah dijelaskan dalam desain metodologi penelitian. Kegiatan ini dirancang untuk mengembangkan literasi ekologis dan kreativitas siswa melalui aktivitas eksploratif dan produksi miniatur teknologi berbahan limbah.

Pelaksanaan pembelajaran dimulai dengan tahapan eksplorasi berbasis video edukatif, pemetaan wilayah menggunakan *Google Earth*, dan diskusi berkelompok yang difasilitasi melalui LKPD berbasis *STEAM*. Siswa diminta mengidentifikasi masalah lingkungan lokal serta memilih produk miniatur secara demokratis dalam kelompok. Pendekatan ini menunjukkan adanya penerapan diferensiasi produk, di

membandingkan data dari observasi, wawancara, dan dokumentasi. *Member check* dilakukan dengan meminta konfirmasi dari partisipan atas interpretasi peneliti, sementara *audit trail* dilakukan dengan mencatat seluruh proses pengumpulan dan analisis data secara rinci. Etika penelitian dijaga dengan meminta izin resmi dari sekolah dan memperoleh persetujuan dari semua partisipan. Peneliti bertindak sebagai guru kelas V, seluruh prosedur penelitian dilakukan dengan menghormati nilai-nilai dan norma yang berlaku di lingkungan sekolah.

mana siswa menentukan sendiri objek proyek yang akan dibuat berdasarkan potensi kelompok, minat, dan kemampuan teknis yang dimiliki.

Tabel 1. Pemilihan Proyek Kelompok

Kelompok	Proyek Miniatur Edukatif dari Sampah
1	Carousel
2	Kincir angin
3	Roket
4	Carousel

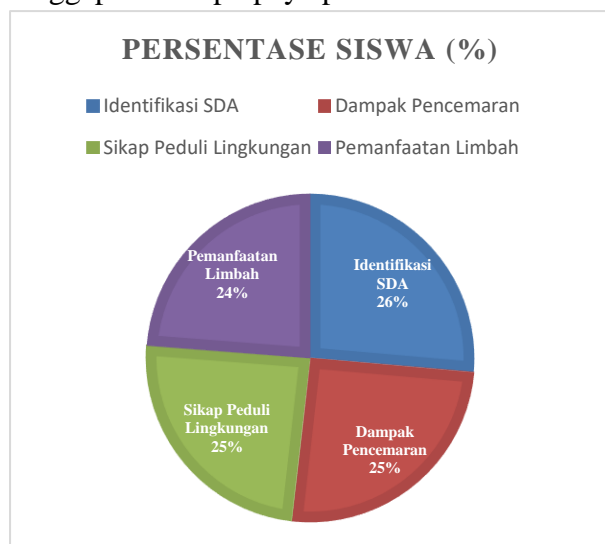
Disebutkan dalam Magdalena *et al.* (2025) bahwa proyek berdiferensiasi *STEAM* merupakan cara menciptakan pembelajaran yang bermakna karena berbasis masalah dan proyek sesuai dengan kebutuhan belajar siswa sehingga setiap potensi siswa dapat terelaborasi melalui aktivitas pembelajaran.

Pertemuan kedua difokuskan pada implementasi proyek. Guru melakukan observasi menggunakan rubrik penilaian formatif yang memuat indikator sikap, proses, dan hasil, serta mendorong setiap

siswa berpartisipasi aktif. Suasana kelas sangat dinamis, mencerminkan karakteristik pembelajaran berbasis masalah dan konstruktivistik yang dijelaskan oleh Belbase *et al.* (2022) dalam kerangka pembelajaran *STEAM*.

Peningkatan Literasi Ekologis Siswa

Peningkatan literasi ekologis siswa dianalisis melalui indikator kognitif (pemahaman konsep) dan afektif (sikap). Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar siswa mencapai kategori tinggi dalam memahami isu lingkungan dan tanggap terhadap upaya pelestarian.



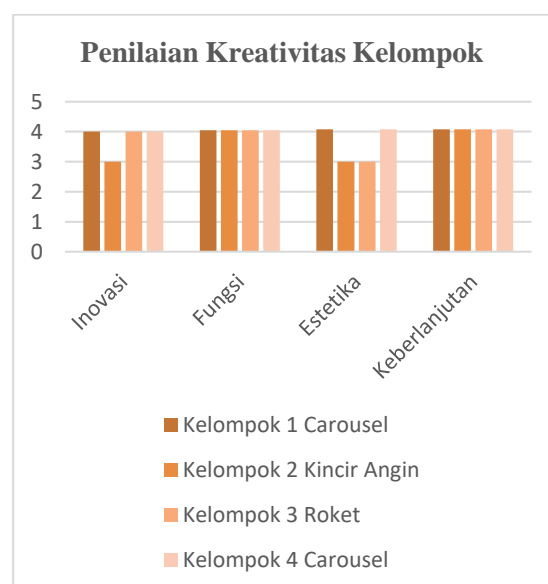
Gambar 3. Peningkatan Literasi Ekologi Siswa

Temuan ini konsisten dengan penelitian Kuswendi & Arga (2020) serta Desfandi *et al.* (2017), yang menekankan pentingnya pembelajaran berbasis proyek lingkungan dalam menumbuhkan kepedulian ekologis siswa sekolah dasar.

Kreativitas Produk Siswa Berdasarkan Penilaian Rubrik Penilaian

Proyek siswa dinilai berdasarkan rubrik kreativitas yang meliputi inovasi, fungsi, estetika, dan keberlanjutan bahan. Penilaian dilakukan berdasarkan rubrik

otentik yang dilampirkan dalam dokumen LKPD dan digunakan oleh guru selama proses berlangsung. Kelompok yang membuat roket menunjukkan inovasi dalam sistem tekanan udara, sementara kelompok dengan miniatur carousel mengembangkan struktur putar yang stabil dari bahan sederhana seperti stik es krim dan tutup botol plastik. Kreativitas ini didukung oleh hasil studi Kind & Kind (2007) yang menyatakan bahwa integrasi sains dan seni mendorong lahirnya produk unik dan autentik dalam pembelajaran *STEAM*.



Gambar 4. Penilaian Kreativitas Kelompok

Kelompok 1 dan 4 menonjol dalam keseluruhan aspek, menunjukkan bahwa kolaborasi yang solid dan distribusi peran kelompok yang adil dapat mendorong hasil optimal. Kreativitas tampak dalam eksplorasi teknik perputaran carousel dari bahan bekas tutup botol, serta penyesuaian desain agar berfungsi secara fungsional. Selain itu pewarnaan cat pada stik es krim serta pemilihan warna tutup botol menjadi sebuah produk yang sangat menarik. Hasil ini memperkuat temuan Kind & Kind

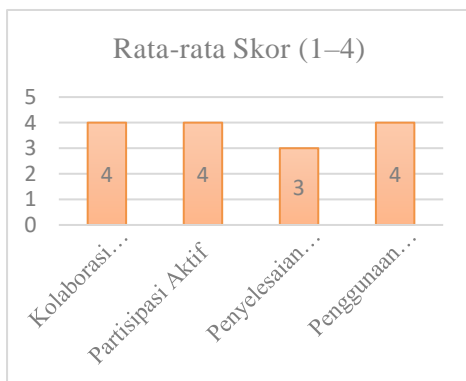
(2007), yang menekankan bahwa perpaduan sains dan seni memungkinkan siswa untuk mengembangkan solusi orisinal.

Pada gambar 5 berikut nampak hasil karya produk yang dihasilkan oleh masing-masing kelompok dengan kreativitas seni yang dipadukan juga dengan sains dan teknologi sehingga produk tersebut dapat difungsikan dengan baik.



Gambar 5. Dokumentasi Hasil Proyek Miniatur Edukatif dari sampah

Respons guru terhadap penerapan GEMES sangat positif. Berdasarkan hasil observasi, guru mencatat bahwa siswa menunjukkan keterlibatan tinggi dan perkembangan perilaku yang konstruktif selama dua sesi pembelajaran.



Gambar 6. Aspek Pengamatan Kelompok

Guru mencatat bahwa siswa menunjukkan peningkatan pada keterampilan 4C (*Collaboration, Critical Thinking, Creativity, Communication*) selama proses berlangsung. Beberapa tantangan ditemukan selama implementasi diantaranya (1) Kesenjangan kemampuan teknis antar siswa. Beberapa siswa membutuhkan lebih banyak pendampingan. (2) Durasi pembelajaran terbatas. Dua kali pertemuan tidak cukup untuk proyek dengan kompleksitas seperti roket dan sistem putaran. (3) Guru belum terbiasa dengan pendekatan *STEAM* interdisipliner membutuhkan pelatihan lanjutan.

Pada gambar 7 ini nampak kesenjangan kemampuan teknis yang dimiliki siswa dalam satu kelompok. Namun siswa yang kurang mampu dalam teknis pembuatan produk ini dapat membantu dalam hal lain seperti menyiapkan potongan atau bagian produk untuk dirakit oleh temannya, sehingga target kolaborasi dalam kelompokpun tercapai.



Gambar 7. Dokumentasi Pembuatan Proyek Secara Berkelompok

Seluruh siswa mampu menyelesaikan proyek dengan baik. Berdasarkan refleksi guru, diferensiasi produk yang tertanam dalam perencanaan kelompok memungkinkan semua siswa merasa terlibat dan dihargai, serta meningkatkan kepemilikan proyek dalam

kelompok. Pembelajaran ini mengarah pada refleksi kolektif dan kesadaran lingkungan secara nyata. Siswa mengembangkan keterampilan evaluatif, seperti memperbaiki desain dan memodifikasinya selama bekerja dalam kelompok. Temuan ini selaras dengan Wahyuningrum *et al.* (2024), yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek dengan penugasan terbuka

KESIMPULAN

Pembelajaran GEMES berbasis *STEAM* tidak hanya berhasil meningkatkan literasi ekologis dan kreativitas siswa, tetapi juga membuka ruang kolaborasi dan tanggung jawab sosial dalam kelas. Model ini menunjukkan potensi besar untuk

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak Sekolah Dasar Negeri Jogosari II Pandaan yang telah memberikan izin dan dukungan selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh siswa kelas V yang terlibat aktif dalam kegiatan pembelajaran GEMES

REFERENSI

Aguilar, D., & Turmo, M. P. (2019). Promoting social creativity in science education with digital technology to overcome inequalities: A scoping review. *Frontiers in Psychology*, *10*(JULY), 1–16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01474>

Alaghemandi, M. (2024). Sustainable Solutions Through Innovative Plastic Waste Recycling Technologies. *Sustainability (Switzerland)*, *16*(23), 1–37. <https://doi.org/10.3390/su162310401>

menghasilkan rasa memiliki terhadap proses belajar dan hasilnya. Penelitian yang dilakukan (Nisa & Ulfah, 2025) menyatakan bahwa pendekatan *STEAM* tidak hanya dapat diterapkan pada jenjang pendidikan dasar dan menengah, tetapi juga efektif di tingkat pendidikan anak usia dini jika dikemas secara kreatif dan sesuai dengan tahap perkembangan anak.

diadopsi secara berkelanjutan dalam pembelajaran IPA di Sekolah Dasar, khususnya dalam konteks *Deep Learning* yang menekankan pada pembelajaran bermakna dan lintas bidang.

berbasis *STEAM*. Terima kasih kepada dosen pembimbing dan tim penelaah yang telah memberikan arahan dan masukan konstruktif dalam penyusunan artikel ini. Penelitian ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa kontribusi semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung.

Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2022). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *53*(11), 2919–2955. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>

Djaelani, & Rofiq, A. (2013). Teknik Pengumpulan Data Dalam Penelitian

- Kualitatif. *PAWIYATAN*, Vol 20 No. 1. <https://e-journal.ivet.ac.id/index.php/pawiyatan/article/view/55>
- Fauzi, S., & Fajrin, N. (2022). *STEAM (SScience , Technology , Engineering , Arts , Mathematics) Dengan Pendekatan Quantum di SMP Bumi Cendekia Yogyakarta*. 2, 35–46. <https://doi.org/10.24260/ngaji.v2i1.25>
- Inayah, S. (2024). *Strategi Belajar Mengajar Berbasis STEAM (Science , Technology , Engineering , Arts , and Mathematics)*. September 2024. <https://www.researchgate.net/publication/384737505>
- Junita, R., Timo, K., Musa, A. L., Julio, E., & Huko, A. (2024). *Potensi Manfaat Berpikir Divergen dan Keterampilan Metakognitif dalam Pembelajaran STEAM*. 4(1), 13–25. <https://doi.org/10.54065/pelita.4.1.2024.390>
- Kind, P. M., & Kind, V. (2007). Creativity in science education: Perspectives and challenges for developing school science. *Studies in Science Education*, 43(1), 37. <https://doi.org/10.1080/03057260708560225>
- Magdalena, M., Wahyuni, S., Nisa, A. F., Zulfiati, H. M., Dasar, P. P., Pascasarjana, D., & Tamansiswa, U. S. (2025). *Proyek Berdiferensiasi STEAM dalam Menumbuhkan Jiwa Kepemimpinan dan Sikap Peduli Lingkungan Siswa Sekolah Dasar*. 10(2), 1094–1103. <https://doi.org/10.51169/ideguru.v10i2.1793>
- Mahanal, S. (2017). Peran Guru Dalam Melahirkan Generasi Emas Dengan Keterampilan Abad 21. *Seminar Nasional Pendidikan HMPS Pendidikan Biologi FKIP Universitas Halu Oleo*, 1(September 2014), 1–16. https://www.researchgate.net/publication/319746366_PERAN_GURU_DALAM_MELAHIRKAN_GENERASI_EMAS_DENGAN_KETERAMPILAN_ABAD_21
- Marfufah, M. R., Ngazizah, N., Keguruan, F., & Purworejo, U. M. (2024). *Proyek STEAM Pemanfaatan Limbah Tutup Botol Plastik Menjadi Kerajinan Vas Bunga*. 5(2), 54–62. <https://doi.org/10.37729/jpd.v5i2.5281>.
- Murwaningtyas, C. E., Gunawan, M. T., Maharani, W., Tapo, M. M., Turnip, G., Rudhito, M. A., Julie, H., Keguruan, F., & Dharma, U. S. (2025). *Pelatihan Inovasi Pembelajaran Steam Melalui Pendekatan Proyek dan Kajian Masalah Berbasis Kearifan Lokal*. 8. <http://dx.doi.org/10.31604/jpm.v8i1.309-321>
- Nisa, K., & Ulfah, P. S. (2025). *Integrasi Pendekatan STEAM dalam Desain Alat Permainan Edukatif Berbasis Daur Ulang untuk Meningkatkan Kreativitas Anak Usia Dini*. 2(1), 19–23. <https://e-journalbattuta.ac.id/index.php/bje/article/view/88>
- Nurrisa, F., Hermina, D., & Norlaila. (2025). *Pendekatan Kualitatif dalam Penelitian : Strategi , Tahapan , dan Analisis Data Jurnal Teknologi Pendidikan Dan Pembelajaran (JTPP)*. 02(03), 793–800. E-ISSN : 3026-6629
- Priantari, I., Prafitasari, A. N., Kusumawardhani, D. R., & Susanti, S. (2020). *Improving Students Critical Thinking through STEAM-PjBL Learning*. 4(2), 94–102. <https://doi.org/10.24036/bioedu.v4i2.283>

- Putri, N. W., & Lubis, W. (2023). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Terhadap Literasi Sains Siswa Pada Materi Pengukuran Panjang *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7, 22505–22511. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/10130>
- Putri, R. M., & Rezanita, V. (2024). Peningkatan Ekoliterasi dan Hasil Belajar Siswa melalui Model PjBL pada Materi Pelestarian Lingkungan. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 6(2), 147–160. <https://doi.org/10.36232/jurnalpendidikandikandasar.v6i2.5966>
- Rahmawati, R. (2023). *Penerapan Konsep Merdeka Belajar Untuk Pengembangan Kreativitas Anak Usia Dini di Tk Islam Kanita Tiara*. <https://eprints.iain-surakarta.ac.id/id/eprint/8915>
- Saadah, M., Prasetyo, Y. C., & Rahmayati, G. T. (2022). Strategi Dalam Menjaga Keabsahan Data Pada Penelitian Kualitatif. *Al-Adad: Jurnal Tadris Matematika*, 1(2), 54–64. <https://doi.org/10.24260/add.v1i2.1113>
- Septikasari, R., & Frasandy, R. N. (2020). Keterampilan 4c Abad 21 dalam Pembelajaran Pendidikan Dasar. *Journal of the American College of Cardiology*, 75(20), 2635–2638. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.04.015>
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. ISBN: 979-8433-64-0
- Wahyuningrum, F. N., Widiawati, R., Widodo, S. T., & Azizah, W. A. (2024). *Penerapan Model Project Based Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Kreativitas Pendidikan Pancasila di Kelas V Sekolah Dasar*. 10, 2137–2148. <https://doi.org/10.36989/didaktik.v10i1.2191>
- Widarti, R., & Roshayanti, F. (2021). *Potensi Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic) berorientasi ESD (Education for Sustainable Development) dalam Pembelajaran Fluida*. 10(3). <https://doi.org/10.15294/upej.v10i3.55702>
- Wiraguna, S., Purwanto, L. M. F., & Rianto Widjaja, R. (2024). Metode Penelitian Kualitatif di Era Transformasi Digital Qualitative Research Methods in the Era of Digital Transformation. *Arsitekta: Jurnal Arsitektur Dan Kota Berkelanjutan*, 6(01), 46–60. <https://doi.org/10.47970/arsitekta.v6i01.524>
- Yuningsih, S. H., & Jaizul, A. (2025). *Increasing Students' Creativity and Environmental Awareness Through Recycling Craft Training at Tanjungjaya Village Elementary School*. 6(2), 102–106. <https://doi.org/10.46336/ijrcs.v6i2.941>