

Tinjauan SLR terhadap Pendidikan STEAM sebagai Inovasi dalam Transformasi Pembelajaran Sains - Sosial

SLR Review of STEAM Education as an Innovation in the Transformation of Science - Social Learning

Fathiya Kamilatunnuha ^{a,1,*}, Sheryl Mutiara Putri ^{b,2}

^{a a} Nusa Putra University, Cibolang Kaler, Sukabumi and 43152, Indonesian

^{b a} Nusa Putra University, Cibolang Kaler, Sukabumi and 43152, Indonesian

¹ athiyakamilatunnuha_sd22@nusaputra.ac.id; ² sheryl.mutiara putri@nusaputra.ac.id

* Corresponding Author

Diterima : 18 September 2025

Direvisi : 27 September 2025

Diterima : 5 Oktober 2025

ABSTRAK

Pendidikan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) merupakan pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika. Berbeda dengan STEM, pendekatan ini menambahkan unsur seni yang mendorong kreativitas, imajinasi, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi sehingga relevan dengan tuntutan abad ke-21. Penelitian ini bertujuan meninjau STEAM sebagai tren inovasi dalam transformasi pembelajaran sains dan sosial, dengan fokus pada kontribusi, tantangan, dan arah pengembangannya.

Metode yang digunakan adalah Systematic Literature Review (SLR) dengan pendekatan kualitatif. Data diperoleh dari artikel yang dipublikasikan pada tahun 2020–2025 melalui berbagai database nasional dan internasional. Dari proses seleksi, diperoleh 15 artikel yang sesuai kriteria, terdiri atas lima artikel nasional dan sepuluh artikel internasional. Analisis dilakukan melalui content analysis dengan mengekstrak metode penelitian, partisipan, hasil, serta kebaruan.

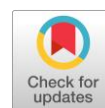
Hasil kajian menunjukkan bahwa STEAM meningkatkan kreativitas, literasi ilmiah, kemampuan berpikir kritis, serta membentuk empati dan kesadaran sosial peserta didik. Penerapannya berkontribusi pada pembelajaran yang lebih kontekstual dan holistik, meski masih menghadapi keterbatasan kompetensi guru, kurikulum, dan sumber daya. Kesimpulannya, STEAM merupakan tren inovasi signifikan dalam pendidikan, namun membutuhkan dukungan kebijakan dan pengembangan berkelanjutan agar dapat diimplementasikan secara optimal.

ABSTRACT

STEAM education (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) is an interdisciplinary approach that integrates science, technology, engineering, arts, and mathematics. Unlike STEM, this approach incorporates the element of arts, which encourages creativity, imagination, and higher-order thinking skills, making it highly relevant to the demands of the 21st century. This study aims to review STEAM as an innovation trend in transforming science and social learning, focusing on its contributions, challenges, and future directions.

The method employed is a Systematic Literature Review (SLR) with a qualitative approach. Data were obtained from articles published between 2020 and 2025 through various national and international databases. A total of 15 articles met the inclusion criteria, consisting of five national and ten international publications. The analysis was carried out using content analysis to extract research methods, participants, findings, and novelty from each article.

The findings indicate that STEAM enhances creativity, scientific literacy, critical thinking skills, as well as fostering empathy and social awareness among students. Its application contributes to more contextual and holistic learning, although challenges remain, particularly in teacher competence, curriculum support, and resources. In conclusion, STEAM represents a significant innovation trend in education, yet requires policy support and continuous professional development to ensure optimal and sustainable implementation.



KATA KUNCI

STEAM
Inovasi Pendidikan
Pembelajaran Sains
Pembelajaran Sosial
Inovasi

KEYWORDS

STEAM
Educational Innovation
Science Learning
Social Learning
Innovation



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Pendahuluan

Pendidikan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) merupakan pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan lima bidang utama tersebut dalam satu kesatuan pembelajaran yang utuh dan kontekstual. Berbeda dengan pendekatan STEM yang hanya berfokus pada sains, teknologi, rekayasa, dan matematika, pendidikan STEAM menambahkan unsur seni (arts) sebagai elemen penting dalam menumbuhkan kreativitas, imajinasi, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Unsur seni dalam STEAM tidak hanya memperkaya aspek estetika, tetapi juga berperan dalam mengembangkan kemampuan reflektif, kolaboratif, serta empatik terhadap permasalahan nyata di masyarakat. Pendekatan ini sejalan dengan kebutuhan abad ke-21 yang menekankan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas dalam pembelajaran [1]

Penerapan pendidikan STEAM memiliki peran penting dalam transformasi pembelajaran, khususnya pada ranah sains dan sosial. Dalam konteks pembelajaran sains, STEAM membantu peserta didik memahami konsep ilmiah melalui eksplorasi, eksperimen, dan pemecahan masalah lintas disiplin. Peserta didik tidak hanya memahami teori, tetapi juga mengaitkan pengetahuan ilmiah dengan fenomena sosial yang terjadi di lingkungan mereka. Sementara itu, dalam konteks pembelajaran sosial, STEAM berperan dalam menumbuhkan empati, kesadaran kritis, serta kemampuan berpikir reflektif terhadap isu sosial seperti keberagaman, keadilan, dan keberlanjutan. Dengan demikian, pendidikan STEAM membangun keseimbangan antara kecerdasan intelektual dan kecerdasan sosial-emosional peserta didik.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pendidikan STEAM mampu meningkatkan kreativitas, literasi ilmiah, serta kemampuan pemecahan masalah melalui pembelajaran berbasis proyek dan inkuiri. Studi oleh Wahyuningsih et al. (2020) mengungkapkan bahwa pendekatan STEAM memperkuat keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, komunikasi, dan kolaborasi, serta meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains. Di sisi lain, penelitian oleh Rahmawati et al. (2022) dan Belbase et al. (2022) menunjukkan bahwa integrasi seni dalam STEAM memperkuat nilai-nilai sosial dan emosional, termasuk empati, kepekaan budaya, dan kesadaran terhadap isu kemanusiaan. Hal ini menegaskan bahwa pendidikan STEAM tidak hanya berdampak pada peningkatan kompetensi akademik, tetapi juga berfungsi sebagai sarana pembentukan karakter dan nilai-nilai sosial.

Meski memiliki potensi besar, penerapan pendidikan STEAM juga menghadapi sejumlah tantangan. Kendala yang sering muncul antara lain keterbatasan kompetensi guru dalam merancang pembelajaran lintas disiplin, kurangnya pelatihan profesional, serta minimnya sumber daya dan fasilitas yang mendukung. Selain itu, kurikulum di banyak sekolah belum sepenuhnya mendukung integrasi antardisiplin ilmu, sementara sistem penilaian masih menitikberatkan pada hasil akademik dibanding proses kreatif dan kolaboratif. Oleh karena itu, diperlukan dukungan kebijakan, penguatan kapasitas guru, serta inovasi kurikulum yang lebih fleksibel agar implementasi STEAM dapat berjalan efektif.

Dengan berbagai potensi dan hambatannya, pendidikan STEAM menawarkan peluang besar sebagai inovasi dalam transformasi pembelajaran sains dan sosial. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan nilai-nilai sosial, kolaboratif, dan empatik yang relevan dengan kebutuhan masyarakat modern. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan sistematis (Systematic Literature Review/SLR) terhadap berbagai studi yang membahas pendidikan STEAM sebagai inovasi dalam transformasi pembelajaran sains dan sosial. Melalui tinjauan ini, diharapkan diperoleh pemahaman komprehensif mengenai kontribusi STEAM dalam pendidikan, tantangan yang dihadapi, serta

arah pengembangannya untuk mewujudkan pembelajaran yang lebih integratif, kontekstual, dan humanistik di masa depan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR) dengan pendekatan kualitatif. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai implementasi STEAM dalam pembelajaran sains dan sosial, serta membantu mengidentifikasi tren, kontribusi, dan celah penelitian yang ada. Melalui SLR, penelitian tidak hanya merangkum temuan dari berbagai studi terdahulu, tetapi juga menyajikan sintesis yang sistematis sehingga menghasilkan pemahaman komprehensif terkait perkembangan STEAM. Dengan demikian, metode ini relevan untuk menggali arah baru dalam inovasi pembelajaran berbasis STEAM.

Data penelitian dikumpulkan dari berbagai database nasional maupun internasional, seperti Google Scholar, Scopus, SpringerLink, MDPI, ERIC, dan portal SINTA. Artikel yang ditinjau dibatasi pada periode 2020–2025 untuk memastikan relevansi dengan tren terkini. Proses pencarian dilakukan menggunakan kata kunci *STEAM education*, *STEAM implementation*, *STEAM science learning*, dan *STEAM social learning*. Artikel yang memenuhi kriteria adalah publikasi dalam jurnal terindeks SINTA atau Scopus, tersedia dalam bentuk full-text, serta berupa penelitian empiris, kajian literatur, atau kajian teoretis. Artikel berupa opini, prosiding non-peer-reviewed, maupun laporan non-akademik tidak dimasukkan. Dari hasil seleksi ini diperoleh 15 artikel, terdiri atas 5 publikasi nasional dan 10 publikasi internasional, yang digunakan sebagai sumber data utama.

Tahap analisis dilakukan menggunakan content analysis. Seluruh artikel yang terpilih dianalisis secara mendalam untuk mengekstrak elemen pokok, meliputi metode penelitian yang digunakan, partisipan atau sampel, hasil utama, serta kebaruan (novelty) yang ditawarkan. Data yang terkumpul kemudian diorganisasikan ke dalam kategori tematik agar memudahkan sintesis, perbandingan antar-penelitian, dan penarikan kesimpulan. Dengan analisis ini, penelitian mampu memberikan gambaran yang lebih terstruktur mengenai posisi pendidikan STEAM dalam transformasi pembelajaran sains dan sosial, sekaligus menunjukkan arah pengembangan untuk penelitian berikutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

Analisis terhadap lima belas artikel yang terpilih menunjukkan bahwa pendidikan STEAM berkembang menjadi salah satu tren inovasi penting dalam transformasi pembelajaran sains dan sosial. Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa penerapan STEAM tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep kognitif, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan kreativitas, kesadaran kritis, kolaborasi, dan sikap etis peserta didik. Secara umum, temuan penelitian dapat dikategorikan ke dalam empat tema utama, yaitu:

1. **Inovasi STEAM dalam pembelajaran sains.**
2. **Inovasi STEAM dalam pembelajaran sosial.**
3. **Kesiapan guru dan implementasi di sekolah.**
4. **Kebaruan, tantangan, serta arah penelitian ke depan.**

3.1.1. Inovasi STEAM dalam Pembelajaran Sains

Beberapa penelitian Beberapa penelitian kuasi-eksperimen di Indonesia dan luar negeri memperlihatkan bahwa model pembelajaran berbasis STEAM mampu meningkatkan hasil belajar sains dan matematika secara signifikan. Penelitian Luh Putu Ritzki Wedanthi et al. (2024) menemukan bahwa penerapan model *Project-Based Learning* (PBL) berorientasi STEAM di sekolah dasar meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar siswa pada mata pelajaran IPAS. Hal serupa diungkapkan oleh Ainun, W., Budiiman., & Sahibah. (2025) yang menunjukkan bahwa integrasi STEAM pada pembelajaran IPS mampu memperdalam pemahaman konsep sosial dengan pendekatan kontekstual dan eksperiensial.

Selain itu, [7] melalui penelitiannya "*Exploring the Golden Ratio by Using a STEAM Approach*" menemukan bahwa penerapan konsep golden ratio dalam konteks seni dan matematika mampu meningkatkan literasi numerik dan keterampilan visual-spasial pada peserta didik lanjut usia. Hal ini memperkuat pandangan bahwa STEAM dapat diterapkan tidak hanya dalam pendidikan formal anak-anak, tetapi juga sebagai bagian dari pembelajaran sepanjang hayat (lifelong learning).

Secara umum, bukti-bukti tersebut menunjukkan bahwa inovasi STEAM pada pembelajaran sains berkontribusi terhadap:

1. peningkatan literasi ilmiah dan numerik.
2. penguatan keterampilan berpikir tingkat tinggi (higher-order thinking skills).
3. pembelajaran kontekstual yang relevan dengan kehidupan nyata.

Dengan demikian, pembelajaran sains berbasis STEAM tidak hanya berorientasi pada hasil kognitif, tetapi juga memfasilitasi pembentukan karakter kreatif dan kolaboratif siswa.

3.1.2. Inovasi STEAM dalam Pembelajaran Sosial

Selain meningkatkan hasil belajar akademik, pendidikan STEAM juga efektif dalam memperkuat dimensi sosial dan afektif dalam proses belajar. Penelitian Upadhyay et al. (2021) menegaskan bahwa STEAM dapat berfungsi sebagai pedagogi kritis yang menumbuhkan kesadaran sosial, keadilan, dan empati siswa terhadap isu-isu kemasyarakatan. Melalui kegiatan berbasis proyek, siswa tidak hanya mempelajari konsep ilmiah, tetapi juga diajak untuk merefleksikan dampak sosial dan etis dari sains dan teknologi.

Penelitian [3] dalam konteks pembelajaran kimia juga menunjukkan bahwa model *Ethical Dilemma-STEAM* dapat mengembangkan kemampuan berpikir etis dan reflektif siswa terhadap isu lingkungan dan sosial. Hasil ini mendukung pandangan bahwa integrasi seni dan humaniora dalam STEAM dapat memperluas cakupan pendidikan dari sekadar penguasaan konsep menuju pengembangan nilai kemanusiaan.

Selain itu, (Hurley & Roche, 2023) dalam proyek *RISING Strong: Sustainability through Art, Science, and Collective Community Action* menyoroti bahwa kolaborasi antara sains, seni, dan komunitas dapat menjadi alat transformasi sosial dan keberlanjutan lingkungan. Program ini membuktikan bahwa STEAM mampu memicu keterlibatan masyarakat dalam aksi sosial berbasis kesadaran ilmiah.

Bukti-bukti tersebut menunjukkan bahwa inovasi STEAM telah melampaui batas ruang kelas, menjadi sarana untuk menumbuhkan empati, kesadaran sosial, dan partisipasi aktif dalam masyarakat.

3.1.3. Kesiapan Guru dan Implementasi di Sekolah

Perspektif guru menjadi faktor penting dalam keberhasilan implementasi STEAM. Penelitian [10] di Yordania menunjukkan bahwa kesadaran metakognitif guru sekolah dasar terhadap STEAM masih bervariasi, walaupun sebagian besar guru menunjukkan sikap positif terhadap pendekatan ini. Namun, kendala utama terletak pada kurangnya pelatihan lintas disiplin dan keterbatasan sumber daya pembelajaran.

Dalam konteks Indonesia [11] melalui penelitiannya tentang *implementasi pembelajaran berdiferensiasi pada IPAS fase B* menyatakan bahwa pendekatan diferensiasi perlu dikombinasikan dengan STEAM untuk menyesuaikan gaya belajar dan potensi siswa yang beragam. Temuan ini menegaskan pentingnya pelatihan guru dalam mendesain pembelajaran interdisipliner yang menyeimbangkan aspek sains, teknologi, seni, dan sosial.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kapasitas guru dan dukungan kebijakan pendidikan merupakan faktor kunci dalam memastikan keberlanjutan penerapan STEAM. Peningkatan kompetensi pedagogik, penyediaan sumber daya yang memadai, serta dukungan manajerial sekolah menjadi fondasi utama untuk menjadikan STEAM sebagai praktik pendidikan yang efektif.

3.1.4. Kebaruan, Tantangan, dan Arah Penelitian

Penggunaan Kebaruan dari kajian literatur ini tampak pada keragaman konteks penerapan STEAM. Salah satunya adalah keragaman konteks penerapan STEAM yang meliputi jenjang pendidikan anak usia dini [12] pendidikan dasar dan menengah Luh Putu Ritzki Wedanthi et al., (2024) dan Ainun, W., Budiiman., & Sahibah, (2025), hingga pendidikan sepanjang hayat [7]. Hal ini menunjukkan fleksibilitas STEAM untuk diterapkan dalam berbagai tahap perkembangan peserta didik dan setting sosial.

Selain itu, Yeomans et al. (2025) melalui kajian teoretisnya "*Practice or Praxis? Theoretical Classification of STEAM Education*" menawarkan kerangka klasifikasi konseptual yang memperkuat fondasi teoretis pendidikan STEAM, dengan mengidentifikasi empat pendekatan utama: praksis, produk, proses, dan partisipasi. Kerangka ini berpotensi memperkaya pemahaman terhadap hubungan antara teori dan praktik dalam pendidikan interdisipliner.

Namun demikian, tantangan yang masih sering muncul meliputi:

1. Minimnya penelitian longitudinal yang mengukur dampak jangka panjang STEAM terhadap karakter sosial dan akademik peserta didik.
2. Keterbatasan evaluasi autentik untuk menilai proses kreatif dan kolaboratif dalam pembelajaran.
3. Kurangnya integrasi STEAM dalam kurikulum nasional, yang menyebabkan pelaksanaannya masih bersifat parsial dan belum sistematis.

Oleh karena itu, arah penelitian ke depan disarankan untuk lebih menekankan pada:

- 1) Studi longitudinal lintas jenjang pendidikan,
- 2) Pengembangan instrumen penilaian STEAM yang autentik dan kontekstual, serta
- 3) Model implementasi STEAM yang terintegrasi dengan kebijakan pendidikan nasional.

3.2. Pembahasan

Hasil analisis menegaskan bahwa pendidikan STEAM merupakan tren inovasi yang berperan penting dalam transformasi pembelajaran sains maupun sosial. Penerapan pendekatan interdisipliner yang menggabungkan sains, teknologi, rekayasa, seni, dan matematika terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan kualitas pembelajaran secara menyeluruh. Pada ranah sains, integrasi lintas disiplin ini meningkatkan pemahaman konseptual, kemampuan berpikir kritis, serta literasi ilmiah siswa. Beberapa penelitian kuasi-eksperimen menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis *Project-Based Learning (PBL)* dengan orientasi STEAM dapat mendorong peserta didik untuk mengaitkan teori dengan praktik nyata serta menghasilkan solusi kreatif terhadap permasalahan kontekstual [5], [7]

Sementara itu, pada ranah sosial, STEAM berkontribusi signifikan dalam menumbuhkan empati, kesadaran kritis, refleksi etis, dan keterlibatan peserta didik terhadap isu-isu keberlanjutan dan kemasyarakatan. Temuan dari Rahmawati et al. (2022) dan Upadhyay et al. (2021) memperlihatkan bahwa integrasi seni dan sains mampu mengembangkan kemampuan berpikir reflektif dan nilai-nilai kemanusiaan melalui diskusi tentang dilema etis dan konteks sosial. Penelitian Hurley & Roche. (2023) dalam proyek *RISING Strong* juga memperkuat bukti bahwa sinergi antara sains, seni, dan komunitas dapat meningkatkan kesadaran lingkungan dan mendorong tindakan sosial yang berkelanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa pendidikan STEAM tidak hanya berfungsi sebagai pendekatan pedagogis inovatif, tetapi juga sebagai sarana pembentukan karakter holistik yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21.

Selain itu, hasil kajian literatur menegaskan bahwa kesiapan dan kompetensi guru merupakan faktor kunci dalam keberhasilan implementasi STEAM. Guru yang memiliki kompetensi pedagogis, kesadaran metakognitif, serta kemampuan merancang pembelajaran berdiferensiasi mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik yang beragam [10], [11] Namun demikian, beberapa tantangan masih dihadapi di lapangan, seperti keterbatasan sumber daya, kurangnya pelatihan lintas disiplin, serta belum terintegrasinya pendekatan STEAM secara komprehensif dalam kurikulum nasional [13].

Kajian ini juga menyoroti minimnya penelitian longitudinal yang menilai dampak jangka panjang penerapan STEAM terhadap peningkatan karakter sosial dan kognitif siswa. Sebagian besar penelitian masih berfokus pada hasil jangka pendek dan aspek akademik, sementara dimensi sosial-emosional dan etika masih perlu dikaji lebih mendalam. Dengan demikian, diperlukan penguatan kebijakan pendidikan, peningkatan kapasitas guru melalui pelatihan berkelanjutan, serta pengembangan model implementasi STEAM yang sistematis dan kontekstual sesuai kebutuhan peserta didik di Indonesia.

Secara keseluruhan, hasil analisis ini memperkuat pandangan bahwa pendidikan STEAM bukan hanya instrumen peningkatan mutu akademik, melainkan juga wahana transformasi sosial yang menumbuhkan generasi kreatif, empatik, dan berdaya saing global. Dengan dukungan kolaboratif antara pemerintah, sekolah, dan masyarakat, STEAM berpotensi menjadi pendekatan pendidikan yang berkelanjutan, relevan, dan berdampak nyata bagi pembelajaran abad ke-21.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil tinjauan sistematis terhadap lima belas artikel yang relevan, dapat disimpulkan bahwa pendidikan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) merupakan pendekatan inovatif yang memiliki peran strategis dalam transformasi pembelajaran sains dan sosial. STEAM tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep ilmiah dan teknologi, tetapi juga mengintegrasikan unsur seni dan nilai kemanusiaan untuk membentuk peserta didik yang berpikir kritis, kreatif, reflektif, dan empatik.

Pada ranah pembelajaran sains, STEAM terbukti mampu meningkatkan literasi ilmiah, kemampuan berpikir tingkat tinggi, serta keterampilan pemecahan masalah melalui kegiatan eksploratif dan kolaboratif lintas disiplin. Sedangkan pada ranah pembelajaran sosial, STEAM berkontribusi dalam menumbuhkan kesadaran kritis, kepedulian terhadap isu keberlanjutan, serta nilai-nilai etis yang memperkuat karakter peserta didik. Dengan demikian, pendidikan STEAM berfungsi ganda: sebagai pendekatan pedagogis kontekstual sekaligus sarana pembentukan karakter holistik yang sesuai dengan kebutuhan abad ke-21.

Kajian juga menunjukkan bahwa kesiapan guru merupakan faktor kunci dalam keberhasilan implementasi STEAM. Guru yang memiliki kompetensi pedagogis, kesadaran metakognitif, serta kemampuan merancang pembelajaran berdiferensiasi mampu mengoptimalkan potensi peserta didik secara menyeluruh. Meskipun demikian, sejumlah tantangan masih dihadapi, seperti keterbatasan sumber daya, minimnya pelatihan lintas disiplin, belum optimalnya dukungan kurikulum, serta kurangnya penelitian longitudinal yang mengevaluasi efektivitas jangka panjang STEAM.

Dengan memperhatikan berbagai temuan tersebut, dapat ditegaskan bahwa pendidikan STEAM memiliki potensi besar untuk menjadi arah baru transformasi pendidikan yang berpusat pada siswa, kolaboratif, kontekstual, dan berbasis nilai kemanusiaan. STEAM tidak hanya menjembatani sains dan seni, tetapi juga menghubungkan pengetahuan dengan kesadaran sosial, menjadikannya sebagai fondasi penting dalam membangun masyarakat pembelajar yang adaptif dan berdaya saing global.

5. Daftar Pustaka

- [1] J. Filipe and M. Baptista, "education sciences Integrated STEAM Education for Students ' Creativity Development," 2024.
- [2] M. . Wahyuningsih, S1, Nurjanah, N.E2, Rasmani, U.E.E3, Hafidah, R4, Pudyaningtyas, A.R5, Syamsuddin, "International Journal of Pedagogy and Teacher Education (IJPTE) (Vol. 4 Issue 1 | April 2020)," vol. 4, no. 1, pp. 33–44, 2020.
- [3] Y. Rahmawati, E. Taylor, P. C. Taylor, A. Ridwan, and A. Mardiah, "Students' Engagement in Education as Sustainability: Implementing an Ethical Dilemma-STEAM Teaching Model in Chemistry Learning," *Sustain.*, vol. 14, no. 6, 2022, doi: 10.3390/su14063554.
- [4] S. Belbase, B. R. Mainali, W. Kasemsukpipat, H. Tairab, M. Gochoo, and A. Jarrah, "At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems," *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.*, vol. 53, no. 11, pp. 2919–2955, 2022, doi: 10.1080/0020739X.2021.1922943.
- [5] Luh Putu Ritzki Wedanthi, Nyoman Dantes, and Sariyasa, "Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berorientasi STEAM Terhadap Hasil Belajar IPAS," *J. Penelit. dan Pengemb. Sains dan Hum.*, vol. 9, no. 1, pp. 39–49, 2024, doi: 10.23887/jppsh.v9i1.92966.
- [6] Y. Ainun, W., Budiiman., & Sahibah, "Pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematic) untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPS Materi Pemberdayaan Masyarakat," *J. Penelit. Ilmu Pendidik. Indones.*, vol. 4, no. 3, pp. 1384–1390, 2025, [Online]. Available: <https://doi.org/10.31004/jpion.v4i3.554>
- [7] N. Teles, T. Ribeiro, and C. Vasconcelos, "Exploring the Golden Ratio in Nature by Using a STEAM

- Approach: A Diagnostic and Quasi-Experimental Study at a Senior University,” *Educ. Sci.*, vol. 14, no. 7, 2024, doi: 10.3390/educsci14070705.
- [8] B. Upadhyay, K. Coffino, J. Alberts, and A. Rummel, “Steam Education for Critical Consciousness: Discourses of Liberation and Social Change Among Sixth-Grade Students,” *Asia-Pacific Sci. Educ.*, vol. 7, no. 1, pp. 64–95, 2021, doi: 10.1163/23641177-bja10020.
- [9] M. Hurley and J. Roche, “RISING Strong: Sustainability through Art, Science, and Collective Community Action,” *Sustainability*, vol. 15, no. 20, p. 14800, 2023.
- [10] F. Haddad, A. A. S. Tabieh, M. Alsmadi, O. Mansour, and E. Al-Shalabi, “Metacognitive Awareness of STEAM Education among Primary Stage Teachers in Jordan,” *J. Turkish Sci. Educ.*, vol. 19, no. 4, pp. 1171–1191, 2022, doi: 10.36681/tused.2022.168.
- [11] A. R. Kusumaningpuri, “Implementasi Pembelajaran Berdiferensiasi pada Pembelajaran IPAS Fase B Kelas IV Sekolah Dasar,” *J. Didakt. Pendidik. Dasar*, vol. 8, no. 1, pp. 199–220, 2024, doi: 10.26811/didaktika.v8i1.1321.
- [12] A. Firman, “Pembelajaran Berbasis Steam Pada Anak Usia di,” *J. Pendidik. Islam Anak Usia Dini*, pp. 339–352, 2023, doi: 10.19105/11470.
- [13] L. Yeomans *et al.*, “Practice or Praxis? A Theoretical Classification System for STEAM Education,” *Educ. Sci.*, vol. 15, no. 2, pp. 1–24, 2025, doi: 10.3390/educsci15020164.
- [14] M. Hurley and J. Roche, “RISING Strong: Sustainability through Art, Science, and Collective Community Action,” *Sustain.*, vol. 15, no. 20, 2023, doi: 10.3390/su152014800.