

LITERATUR REVIEW: PRAKTIK DAN HASIL PENELITIAN IMPLEMENTASI STEAM DI SD

Sheryl Mutiara Putri¹, Rinaldi Yusup², Edwita³, Durotul Yatimah⁴

¹PGSD FBHP Universitas Nusa Putra

²PGSD FBHP Universitas Nusa Putra

³PGSD PGSD FIP Universitas Negeri Jakarta

⁴Penmas FIP Universitas Negeri Jakarta

sheryl.mutiara@nusaputra.ac.id, sheryl.mutiara@mhs.unj.ac.id,
rinaldi.yusup@nusaputra.ac.id³, edwita@unj.ac.id, durotulyatimah12@unj.ac.id

ABSTRACT

The integration of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) into primary school curricula has emerged as a key focus in educational research over the past five years. This literature review evaluates practices and research outcomes from 20 recent studies, encompassing 10 studies within national contexts and 6 studies from international settings. By examining recent publications, this review highlights the evolving dynamics of STEAM education and its impact on primary school learning. National studies reveal a significant increase in the implementation of STEAM approaches that are integrated with cultural contexts and local needs, showcasing various innovative methods that support the achievement of national educational goals. On the other hand, international studies offer insights into diverse methodologies and global trends in STEAM education, emphasizing interdisciplinary collaboration and the development of creativity. This review synthesizes findings from various studies to identify best practices that foster critical thinking, problem-solving skills, and innovation among primary school students. Additionally, it addresses the challenges and opportunities that arise in the implementation of STEAM programs across different educational systems. The overall analysis provides deep insights into the transformation of primary schools into innovation hubs, equipping students to face future challenges through a STEAM-based educational approach.

Keywords: STEAM, Primary School, Literatur Review

ABSTRAK

Integrasi STEAM (Sains, Teknologi, Teknik, Seni, dan Matematika) ke dalam kurikulum sekolah dasar telah muncul sebagai fokus utama dalam penelitian pendidikan selama lima tahun terakhir. Tinjauan pustaka ini mengevaluasi praktik dan hasil penelitian dari 20 studi terkini, yang mencakup 10 studi dalam konteks nasional dan 6 studi dari lingkungan internasional. Dengan menelaah publikasi terkini, tinjauan ini menyoroti dinamika pendidikan STEAM yang terus berkembang dan dampaknya terhadap pembelajaran di sekolah dasar. Studi nasional mengungkapkan peningkatan signifikan dalam penerapan pendekatan STEAM yang terintegrasi dengan konteks budaya dan kebutuhan lokal, yang menampilkan berbagai metode inovatif yang mendukung pencapaian tujuan pendidikan nasional. Di sisi lain, studi internasional menawarkan wawasan tentang berbagai metodologi dan tren global dalam pendidikan STEAM, yang menekankan kolaborasi interdisipliner dan pengembangan kreativitas. Tinjauan ini mensintesis temuan

dari berbagai studi untuk mengidentifikasi praktik terbaik yang menumbuhkan pemikiran kritis, keterampilan memecahkan masalah, dan inovasi di kalangan siswa sekolah dasar. Selain itu, tinjauan ini membahas tantangan dan peluang yang muncul dalam penerapan program STEAM di berbagai sistem pendidikan. Analisis keseluruhan memberikan wawasan mendalam tentang transformasi sekolah dasar menjadi pusat inovasi, membekali siswa untuk menghadapi tantangan masa depan melalui pendekatan pendidikan berbasis STEAM. Abstrak ditulis maksimal 250 kata yang menggambarkan masalah, tujuan penelitian, metodologi dan hasil yang diperoleh.

Kata Kunci: STEAM, Sekolah Dasar, Literatur Review

A. Pendahuluan

STEAM adalah paradigma pembelajaran yang berasal dari Amerika. Di Korea Selatan sendiri telah menekankan pendidikan STEAM sejak tahun 2011, guna mendorong kreativitas dan daya saing nasional (Kim & Bolger, 2017; Kim & Bolger, 2017). Istilah STEAM adalah singkatan dari (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), dimana guru/dosen bertindak sebagai fasilitator dan siswa sebagai pusat/sentral dari proses pembelajaran, baik di dalam atau di luar kelas (Idam Ragil wa, 2020; Hasanah, 2022; Quigley et al., 2020; Chung et al., 2022). STEAM mendukung dan menunjukkan pemikiran kritis dan kemampuan pemecahan masalah kreatif sebagai bekal di masa depan (Alghamdi, 2023 & Wu et al., 2022). Dalam penelitian saat ini, pembelajaran STEAM telah

menunjukkan hasil yang menjanjikan (Chia et al., 2023)

Pembelajaran berbasis STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) semakin mendapatkan perhatian dalam dunia pendidikan global, terutama karena potensinya untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21 pada siswa. Penelitian-penelitian terbaru, baik dari luar negeri maupun dalam negeri, menunjukkan bahwa pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah, tetapi juga mendorong kreativitas, kolaborasi, dan kemampuan berpikir kritis (Zhan et al., 2022; Elisa et al., 2023; Papadakis & Kalogiannakis, 2021). Di Indonesia, penerapan STEAM masih dalam tahap perkembangan, dengan berbagai inisiatif yang bertujuan untuk mengintegrasikan pendekatan ini ke dalam kurikulum sekolah. Meskipun

demikian, tantangan yang dihadapi dalam penerapannya, seperti keterbatasan sumber daya dan kurangnya pelatihan guru, memerlukan kajian lebih mendalam untuk memastikan bahwa pendekatan ini dapat diimplementasikan secara efektif.

Sebanyak 119 calon guru sekolah dasar menunjukkan perubahan positif yang signifikan dalam sikap, kesadaran, dan komitmen mereka terhadap eksplorasi metode pengajaran inovatif yang dapat menginspirasi generasi guru berikutnya

Praktik STEAM melibatkan siswa dengan menghubungkan pembelajaran dengan minat pribadi dan masalah dunia nyata, serta mendukung pemikiran kritis melalui tugas-tugas yang autentik dan interdisipliner. Selain itu, pendidikan STEAM menawarkan pendekatan pengajaran yang lebih fleksibel dan berbasis bukti. Hal tersebut membuktikan bahwa keberadaan pendidikan STEAM di sekolah dasar sendiri telah menarik perhatian signifikan dalam beberapa tahun terakhir karena potensinya. Integrasi berbagai disiplin ilmu dalam kerangka STEAM menawarkan pendekatan

holistik terhadap pendidikan yang menumbuhkan kreativitas, pemikiran kritis, dan keterampilan memecahkan masalah di kalangan siswa.

Tujuan dari tinjauan ini adalah untuk mengevaluasi strategi-strategi yang telah digunakan dalam penerapan STEAM di sekolah dasar, serta untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam proses implementasi tersebut. Kajian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pendidik, pembuat kebijakan, dan peneliti tentang praktik terbaik dalam pendidikan STEAM, yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dasar. Selain itu, kajian ini juga bertujuan untuk memberikan rekomendasi kebijakan yang dapat mendukung penerapan STEAM secara lebih luas di Indonesia. Melalui kajian literatur yang dipilih mencakup penelitian empiris yang telah diuji dan dipublikasikan dalam jurnal bereputasi, baik di tingkat nasional maupun internasional. Artikel-artikel yang dianalisis tidak hanya menawarkan perspektif tentang praktik terbaik dalam penerapan STEAM, tetapi juga memberikan wawasan tentang tantangan kontekstual yang unik di Indonesia. Kajian ini juga mempertimbangkan

literatur yang memberikan kerangka teoritis yang kuat untuk mendukung analisis dan rekomendasi yang diberikan (Ratnaningsih et al., 2022).

Kajian ini disusun menjadi beberapa bagian utama. Pertama, akan dibahas temuan-temuan penelitian. Bagian kedua akan menganalisis poin-poin penting yang dihasilkan peneliti STEAM di sekolah dasar berdasarkan hasil dari 16 artikel yang dikaji.

B. Metode Penelitian

Literature review ini menggunakan pendekatan integratif untuk menyatukan dan mensintesis temuan dari berbagai studi terkait penerapan pembelajaran STEAM di sekolah dasar. Dalam proses ini, peneliti mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengintegrasikan 20 artikel yang relevan, yang terdiri dari 10 artikel internasional dan 10 artikel nasional yang diterbitkan dalam 5 tahun terakhir. Pemilihan literatur dilakukan melalui pencarian sistematis di berbagai database akademik, seperti Google Scholar, ScienceDirect, Sinta dan Scopus, dengan kata kunci "STEAM education," "elementary school," dan "Indonesia." Studi-studi yang dipilih

meliputi berbagai jenis penelitian, termasuk studi kuantitatif, kualitatif, dan campuran. Setiap studi dianalisis secara kritis untuk mengevaluasi metodologi, temuan utama, serta relevansi dan kontribusinya terhadap topik yang dibahas. Selanjutnya, temuan-temuan dari studi yang dipilih disintesis untuk mengidentifikasi pola umum, kesenjangan dalam penelitian, dan faktor-faktor yang mempengaruhi implementasi STEAM di sekolah dasar. Pendekatan ini memungkinkan untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana STEAM dapat diimplementasikan secara efektif dan apa saja tantangan yang dihadapi dalam konteks pendidikan di Indonesia.

Table 1. Keterbatasan ulasan

Tahun penerbitan	2020-2024
Basis data	Google Scholar, ScienceDirect, Sinta dan Scopus
Jenis dokumen	Artikel
Subjek	Pendidikan Dasar
Kata kunci	STEAM education, elementary school, dan Indonesia

C. Temuan Praktik dan Penelitian STEAM

Berikut dipaparkan hasil penelitian mengenai pembelajaran STEAM di sekolah dasar yang

diimplementasikan di luar negeri, mencakup berbagai aspek seperti desain kurikulum, pengelompokan siswa, serta dampaknya terhadap pemahaman konseptual, keterampilan sosial, dan kesejahteraan psikologis siswa.

Penelitian ini mengungkapkan bahwa guru sekolah dasar memiliki kekuatan dalam merancang kurikulum berbasis masalah, namun mereka menghadapi tantangan saat beralih dari metode pengajaran tradisional menuju fasilitasi yang lebih investigatif. Meskipun kurikulum yang dirancang menawarkan kesempatan untuk tugas-tugas autentik dan pemecahan masalah, penerapannya sering kembali pada metode konvensional, terutama di bidang matematika dan literasi. Keberhasilan implementasi STEAM sangat bergantung pada pengetahuan, kepercayaan diri, dan dukungan yang sistematis bagi guru, termasuk pedoman yang disesuaikan dengan tingkat kelas. Temuan ini menekankan pentingnya desain kurikulum yang kuat serta dukungan berkelanjutan untuk memaksimalkan efektivitas pendidikan STEAM di sekolah dasar. (Quigley, King, et al., 2020 & Quigley, Shekell, et al., 2020).

Selain itu, penelitian menemukan bahwa pengelompokan gender campuran dalam pendidikan STEAM memiliki dampak signifikan pada perilaku belajar siswa dibandingkan dengan perbedaan gender individu. Baik siswa laki-laki maupun perempuan menunjukkan kinerja yang lebih baik, lebih banyak interaksi, dan pemikiran tingkat tinggi dalam kelompok campuran. Anak perempuan menjadi lebih aktif dan terlibat, sedangkan anak laki-laki cenderung menunjukkan lebih banyak emosi negatif, terutama saat dikritik. Perbedaan perilaku juga terlihat, di mana anak laki-laki lebih memimpin, sementara anak perempuan lebih kolaboratif. Oleh karena itu, penelitian ini merekomendasikan pengelompokan gender campuran untuk meningkatkan keterlibatan kognitif dan ekspresi emosional dalam pembelajaran STEAM (Ma et al., 2022).

Penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa pendidikan STEAM efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang kekuatan dan energi dibandingkan dengan kurikulum sains reguler. Selain itu, pendekatan ini juga menumbuhkan keterampilan

kreativitas dan pemecahan masalah yang penting untuk perkembangan siswa. Siswa merasa bahwa pembelajaran melalui STEAM lebih menyenangkan, relevan, dan membantu mereka menjadi lebih percaya diri dalam menghadapi masalah kompleks. Penerapan STEAM juga memperkaya pemahaman siswa tentang olahraga dan semangat Olimpiade, meningkatkan hasil belajar secara keseluruhan dan keterlibatan siswa dalam pendidikan modern (Li & Yuan, 2022).

Dalam konteks pandemi COVID-19, penelitian menunjukkan adanya peningkatan pada dimensi Fokus dan Tugas (AA_TASK) yang mencerminkan penilaian positif terhadap penggunaan platform digital. Namun, dimensi lain seperti Interaksi dengan Teman Sebaya (PEER_INT), Komunikasi Positif (POST_COM), dan Pemikiran Transversal (TRANS_THINK) mengalami penurunan. Tantangan dalam pembelajaran kolaboratif dan interaktif muncul karena guru kurang siap untuk pengajaran jarak jauh. Temuan ini menekankan pentingnya adaptasi metodologi STEAM agar lebih sesuai untuk lingkungan pembelajaran jarak

jauh di masa depan. (Dúo-Terrón et al., 2022)

Penelitian lain menemukan bahwa latihan fisik memiliki korelasi positif signifikan terhadap emosi psikologis positif siswa sekolah dasar. Jumlah latihan fisik memiliki dampak terbesar, diikuti oleh intensitas, durasi, dan frekuensi. Temuan ini menyoroti pentingnya latihan fisik dalam meningkatkan kesejahteraan psikologis siswa dan mendorong sekolah untuk mempromosikan aktivitas fisik guna mendukung kesehatan mental (Dúo-Terrón et al., 2022).

Selain itu hasil penelitian mengenai pengajaran kooperatif dalam pendidikan STEAM menunjukkan bahwa model ini memberikan manfaat signifikan, seperti membantu mengatasi kekurangan guru melalui kolaborasi lintas disiplin, serta meningkatkan keterlibatan siswa. Meskipun ada tantangan terkait waktu dan kolaborasi guru, penelitian ini mengusulkan lima prinsip desain instruksional untuk meningkatkan efektivitas pendidikan STEAM melalui pengajaran kooperatif, menjadikannya pendekatan yang

bernilai meskipun menuntut (Yuan et al., 2022).

Selanjutnya dipaparkan hasil implementasi STEAM di Indonesia. Penelitian di sekolah dasar Kabupaten Surakarta menunjukkan bahwa perencanaan tematik terpadu oleh guru telah memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam rencana pelajaran, dengan integrasi mata pelajaran yang mendukung pembelajaran holistik. Implementasi ini berhasil melibatkan siswa dalam pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti pemecahan masalah dan kolaborasi. Namun, tantangan muncul dalam pemahaman yang terbatas terhadap pendekatan STEAM oleh guru dan siswa, sehingga memerlukan pelatihan dan dukungan lebih lanjut. Penelitian ini merekomendasikan pengembangan profesional melalui Kerja Kelompok Guru dan seminar inovasi untuk meningkatkan penerapan STEAM di kelas (Saddhono et al., 2020)

Penelitian selanjutnya mengungkapkan bahwa pemahaman guru sekolah dasar tentang pendekatan STEAM masih terbatas, dengan skor rata-rata pemahaman hanya 55,58. Banyak kepala sekolah dan guru yang tidak menyadari bahwa

STEAM adalah metode baru dalam pembelajaran, meskipun beberapa sudah menerapkan tugas berbasis proyek tanpa mengenalinya sebagai bagian dari pendekatan tersebut. Di SDN 1 Ketro, walaupun pembelajaran tematik sudah diintegrasikan, guru tidak mengaitkannya dengan kerangka kerja STEAM. Sementara itu, di SDN 2 Ketro, praktik pembelajaran antarteman sebaya diterapkan, tetapi penerapan pembelajaran tematik belum konsisten di semua tingkatan. Temuan ini menunjukkan adanya kesenjangan yang signifikan dalam pemahaman dan kesadaran guru terhadap STEAM, serta perlunya pengembangan dan pelatihan profesional untuk meningkatkan penerapan strategi pendidikan ini (Dewi Riyanti et al., 2020)

Penelitian lain menemukan bahwa siswa dan guru sekolah dasar memiliki persepsi positif terhadap manfaat karier dan pentingnya pendidikan STEAM. Namun, terdapat kesenjangan antara minat siswa dan kompetensi mereka dalam mata pelajaran tersebut. Guru melaporkan rendahnya kompetensi dalam menerapkan pendidikan STEAM akibat kurangnya pengetahuan dan

pemahaman. Selain itu, siswa menunjukkan minat rendah dalam membaca materi terkait STEAM, dan keterlibatan mereka sangat dipengaruhi oleh metode pengajaran di sekolah. Penelitian ini menyoroti bahwa siswa akan lebih tertarik pada STEAM jika diberikan stimulus yang lebih baik, seperti paparan film dokumenter dan pameran sains. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan pelatihan guru serta strategi yang lebih kreatif untuk menarik minat siswa terhadap pendidikan STEAM (Kartini & Widodo, 2020)

Penelitian lain tentang integrasi STEAM-Project-Based Learning (STEAM-PjBL) dalam pembelajaran energi alternatif menunjukkan bahwa mayoritas siswa mencapai tingkat kompeten dalam literasi sains. Mereka mampu menghubungkan pengetahuan ilmiah dengan fenomena sehari-hari serta menunjukkan rasa ingin tahu tinggi dan keterampilan penyelidikan yang baik. Pendekatan STEAM-PjBL juga menumbuhkan sikap positif seperti toleransi dan kepedulian terhadap lingkungan, serta meningkatkan antusiasme siswa dalam kegiatan proyek. Meskipun demikian,

tantangan dalam manajemen sumber daya dan pengembangan ide proyek tetap ada. Integrasi ini mendorong guru untuk berinovasi dalam praktik mengajar, meningkatkan kompetensi, dan menciptakan lingkungan belajar yang menarik. Secara keseluruhan, penelitian menyimpulkan bahwa STEAM-PjBL secara efektif meningkatkan literasi sains dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna (Adriyawati et al., 2020).

Penelitian lain menemukan bahwa penggunaan augmented reality (AR) berbasis STEAM secara efektif meningkatkan kualitas pembelajaran sains di sekolah dasar. Hasil uji-t menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik antara kelompok eksperimen dan kontrol, dengan t-hitung sebesar 2,874 yang melebihi nilai t-tabel 1,980. Penguatan yang dinormalkan menunjukkan peningkatan signifikan dalam kualitas pembelajaran siswa, dengan penguatan sebesar 0,72 yang dikategorikan tinggi. Integrasi AR berbasis STEAM tidak hanya meningkatkan kinerja akademis, tetapi juga meningkatkan keterlibatan dan minat siswa, yang merasa belajar dengan teknologi AR lebih

menyenangkan. Temuan ini mendukung penggunaan AR berbasis STEAM sebagai alat berharga dalam pendidikan sains dasar (Widianto Atmojo et al., 2021).

Penelitian terakhir terkait pengembangan modul pembelajaran STEAM untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa menunjukkan hasil yang menjanjikan. Modul tersebut menerima skor validitas rata-rata sebesar 89,6% dari validator, dengan aspek format, grafik, konten, dan bahasa masing-masing menerima skor tinggi. Uji keterbacaan di antara siswa kelas enam menghasilkan skor rata-rata 90,7%, yang dikategorikan "sangat baik". Modul ini dirancang dengan konten kontekstual yang relevan, menggabungkan masalah kehidupan nyata dan aktivitas praktis. Secara keseluruhan, modul ini terbukti valid, reliabel, dan efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa, dengan umpan balik positif dari validator dan siswa, menunjukkan kesiapan modul ini untuk diterapkan di lingkungan pendidikan (Dias Laksita Dewi et al., 2023)

Penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa tantangan utama

dalam penerapan STEAM di sekolah dasar adalah kurangnya kesiapan dan pemahaman guru serta kurangnya alat dan bahan yang diperlukan. Meskipun demikian, dengan pelatihan yang tepat dan sumber daya yang mencukupi, pendidikan STEAM memiliki potensi untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan menumbuhkan keterampilan abad ke-21 di kalangan siswa sekolah dasar.

D. Simpulan

Berdasarkan temuan pada praktik dan penelitian implementasi STEAM di sekolah dasar, penulis dapat menyampaikan poin-poin penting berikut ini. Penelitian-penelitian ini mengeksplorasi berbagai aspek mulai dari tantangan yang dihadapi guru dalam penerapan, efektivitas pengembangan modul, hingga dampak pada siswa dan guru dalam proses pembelajaran. Paparan ini akan membantu memahami sejauh mana penerapan STEAM mendukung perkembangan keterampilan abad ke-21 di Indonesia serta upaya yang dibutuhkan untuk memperbaiki kendala yang ada.

Berikut adalah poin-poin penting dari temuan penelitian terkait pendidikan STEAM:

- 1) Tantangan dalam Implementasi STEAM: Guru menghadapi tantangan dalam beralih dari metode pengajaran tradisional ke fasilitasi yang lebih investigatif, dan keberhasilan implementasi STEAM sangat bergantung pada pengetahuan dan dukungan sistematis bagi guru
- 2) Pemahaman Terbatas tentang STEAM: Banyak guru dan kepala sekolah memiliki pemahaman terbatas tentang pendekatan STEAM, meskipun beberapa sudah menerapkan tugas berbasis proyek
- 3) Pengembangan Modul Pembelajaran STEAM: Modul pembelajaran STEAM yang dikembangkan menunjukkan validitas tinggi dan efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa, dengan skor validitas rata-rata 89,6% dan keterbacaan 90,7%
- 4) Persepsi Positif terhadap STEAM: Siswa dan guru memiliki persepsi positif terhadap manfaat karier dari pendidikan STEAM, namun terdapat kesenjangan antara minat siswa dan kompetensi mereka
- 5) Implementasi STEAM di Indonesia: Perencanaan tematik terpadu telah memenuhi kriteria yang ditetapkan, namun tantangan muncul dalam pemahaman yang terbatas terhadap pendekatan STEAM
- 6) Manfaat Pengajaran Kooperatif: Model pengajaran kooperatif dalam pendidikan STEAM memberikan manfaat signifikan, meskipun ada tantangan terkait waktu dan kolaborasi guru
- 7) Kesiapan dan Sumber Daya: Tantangan utama dalam penerapan STEAM adalah kurangnya kesiapan dan pemahaman guru serta alat dan bahan yang diperlukan
- 8) Integrasi STEAM-PjBL: Pendekatan STEAM-Project-Based Learning meningkatkan literasi sains dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna
- 9) Peningkatan Pemahaman Konseptual: Pendidikan STEAM efektif dalam meningkatkan pemahaman

konseptual siswa tentang kekuatan dan energi, serta menumbuhkan keterampilan kreativitas dan pemecahan masalah

10)Peningkatan Dimensi Fokus dan Tugas: Selama pandemi COVID-19, terdapat peningkatan pada dimensi Fokus dan Tugas dalam penggunaan platform digital, meskipun dimensi lain seperti Interaksi dengan Teman Sebaya dan Komunikasi Positif mengalami penurunan

Sehingga dapat penulis simpulkan Pendidikan STEAM memiliki potensi besar untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan keterampilan abad ke-21 di kalangan siswa. Meskipun terdapat tantangan dalam pemahaman dan penerapan oleh guru, serta keterbatasan sumber daya, pendekatan ini menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan keterampilan proses sains, literasi sains, dan pemahaman konseptual siswa. Dukungan sistematis, pelatihan profesional, dan strategi pengajaran yang inovatif diperlukan untuk mengatasi tantangan ini dan memaksimalkan efektivitas pendidikan STEAM di sekolah dasar

DAFTAR PUSTAKA

- Adriyawati, Utomo, E., Rahmawati, Y., & Mardiah, A. (2020). Integrasi Pembelajaran Berbasis Proyek STEAM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar pada Pembelajaran Energi Alternatif. *Jurnal Riset Pendidikan Universal*, 8(5).
- Alghamdi, A. A. (2023). Exploring Early Childhood Teachers' Beliefs About STEAM Education in Saudi Arabia. *Early Childhood Education Journal*, 51(2), 247–256.
<https://doi.org/10.1007/s10643-021-01303-0>
- Chia, T., Yu, H., Chang, S., Sheng, M., & Fan, C. I. (2023). for the indicators of STEAM education creations. *Education and Information Technologies*, 28(7), 8855–8878.
<https://doi.org/10.1007/s10639-022-11412-x>
- Chung, C., Huang, S., Cheng, Y., & Lou, S. (2022). Using an iSTEAM project-based learning model for technology senior high school students : Design , development , and evaluation. In *International Journal of Technology and Design Education* (Vol. 32, Issue 2). Springer Netherlands.
<https://doi.org/10.1007/s10798-020-09643-5>
- Dewi Riyanti, E., Roshayati, F., & Purnamasari, V. (2020). Profil Pemahaman Guru SD dalam Pendekatan STEAM (Sains, Teknologi, Teknik, Seni, dan Matematika) di Kecamatan Karangrayung Grobogan. *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*, 4(4).
- Dias Laksita Dewi, N., Agustiningi, & Sholeh Arif, M. B. (2023).

- Pengembangan Modul Pembelajaran STEAM untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 7(2).
- Dúo-Terrón, P., Hinojo-Lucena, F. J., Moreno-Guerrero, A. J., & López-Belmonte, J. (2022). Impact of the Pandemic on STEAM Disciplines in the Sixth Grade of Primary Education. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(8), 989–1005. <https://doi.org/10.3390/ejihpe12080071>
- Elisa, D. T., Juliana, J., Bundel, B., Bumbun, M., Silvester, S., & Purnasari, P. D. (2023). Analisis Karakteristik Hakikat Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Pedagogik Pendidikan Dasar*, 10(1), 37–44. <https://doi.org/10.17509/jppd.v10i1.54868>
- Hasanah, N. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis STEAM-CC dan Pengaruhnya terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Kewirausahaan*, 11(1), 79–89. <https://doi.org/10.47668/pkwu.v11i1.659>
- idam ragil wa, hadi mulyono roy ardiansyah, dwi yuniasih saputri F. P. A. (2020). Implementasi Pembelajaran Berbasis Science, Technology, Engenering, Art And Mathematic (STEAM) untuk Meningkatkan Kompetensi Paedagogik dan Professional Guru SD Melalui Metode Lesson Study. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 8(2), 119–123.
- Kartini, D., & Widodo, A. (2020). Exploring Elementary Teachers', Students' Beliefs and Readiness toward STEAM Education. *Mimbar Sekolah Dasar*, 7(1), 54–65. <https://doi.org/10.17509/mimbar-sd.v7i1.22453>
- Kim, D., & Bolger, M. (2017). Analysis of Korean Elementary Pre-Service Teachers' Changing Attitudes About Integrated STEAM Pedagogy Through Developing Lesson Plans. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(4), 587–605. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9709-3>
- Li, J., & Yuan, L. (2022). The current situation and strategy of Olympic education for primary and secondary school students based on Science- Technology- Engineering- Art- Mathematics education in the context of physical literacy. *Frontiers in Psychology*, 13(July), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.910599>
- Ma, L., Luo, H., Liao, X., & Li, J. (2022). Impact of Gender on STEAM Education in Elementary School: From Individuals to Group Compositions. *Behavioral Sciences*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/bs12090308>
- Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2021). *STEM, Robotics, Mobile Apps in Early Childhood and Primary Education*.
- Quigley, C. F., King, E., & Plank, H. (2020). *STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM*

- Curriculum in an Elementary School.* 499–518.
- Quigley, C. F., Shekell, C., Cian, H., & Jacques, L. (2020). *Connected Learning in STEAM Classrooms: Opportunities for Engaging Youth in Science and Math Classrooms.* 1441–1463.
- Ratnaningsih, D., Nopriadi, B., Parwati, I. A. L., Pane, R., & Oktorio, R. (2022). Penerapan Lesson Study pada Mata Pelajaran Bahasa Indonesia di SMA Kemala Bhayangkari Tahun Pelajaran 2021/2022. *Ekspone*, 12(1). <https://doi.org/10.47637/eksponen.v12i1.517>
- Saddhono, K., Sueca, I. N., Sentana, G. D. D., Santosa, W. H., & Rachman, R. S. (2020). The application of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics)-based Learning in Elementary School Surakarta District. *Journal of Physics: Conference Series*, 1573(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1573/1/012003>
- Widianto Atmojo, I. R., Ardiansyah, R., Yuniasih Saputri, D., & Purnama Adi, F. (2021). Efektivitas Media Augmented Reality Berbasis STEAM dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, 13(2).
- Wu, C. H., Liu, C. H., & Huang, Y. M. (2022). The exploration of continuous learning intention in STEAM education through attitude , motivation , and cognitive load. *International Journal of STEM Education.* <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00346-y>
- Yuan, Y., Ji, X., Yang, X., Wang, C., Samsudin, S., & Omar Dev, R. D. (2022). The Effect of Persistence of Physical Exercise on the Positive Psychological Emotions of Primary School Students under the STEAM Education Concept. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811451>
- Zhan, Z., Yao, X., & Li, T. (2022). thinking , aptitude , empathy , and design scheme in a STEAM. *International Journal of Technology and Design Education*, 1773–1795.