

LITERASI TEKNOLOGI DI SEKOLAH DASAR DALAM PENDIDIKAN STEAM

Novi Marliani¹, Idha Isnaningrum²

^{1,2}Universitas Indrapasta PGRI Jakarta, Indonesia

Corresponden E-mail; marliani466@gmail.com

Abstrak

Literasi teknologi merupakan kompetensi kunci abad ke-21 yang menuntut pendekatan pembelajaran interdisipliner dan kontekstual. Pendidikan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) menawarkan kerangka pedagogis yang integratif untuk mengembangkan literasi teknologi sejak jenjang pendidikan dasar. Artikel ini bertujuan menganalisis kontribusi pendidikan STEAM terhadap penguatan literasi teknologi berdasarkan kajian literatur dalam sepuluh tahun terakhir. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa pendekatan STEAM efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep teknologi, keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kreativitas digital peserta didik melalui pembelajaran berbasis proyek dan kolaborasi lintas disiplin. Namun, implementasi di sekolah dasar masih menghadapi tantangan signifikan, seperti keterbatasan infrastruktur pendukung, kesiapan profesional guru, serta minimnya integrasi kebijakan kurikulum nasional. Untuk mengatasi hambatan tersebut, strategi yang disarankan meliputi penguatan kapasitas guru melalui pelatihan berbasis praktik, penyediaan sarana teknologi yang terjangkau, serta adopsi kurikulum adaptif yang kontekstual. Selain itu, kolaborasi antarpemangku kepentingan—termasuk institusi pendidikan, pemerintah, dan sektor swasta—diperlukan guna menciptakan ekosistem pendidikan STEAM yang inklusif dan transformatif. Kajian ini menegaskan urgensi pengembangan kebijakan pendidikan yang progresif untuk menjamin literasi teknologi sebagai fondasi kesiapan generasi muda menghadapi tantangan era digital.

Kata Kunci: literasi Teknologi, Pendidikan STEAM, Sekolah Dasar, Pembelajaran Abad Ke-21, Kebijakan Pendidikan

Abstract

Technology literacy is a key competency of the 21st century that requires an interdisciplinary and contextual learning approach. STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) education offers an integrative pedagogical framework for developing technology literacy from the early stages of education. This article aims to analyze the contribution of STEAM education to strengthening technology literacy based on a review of the literature over the past ten years. The review results indicate that the STEAM approach is effective in improving students' understanding of technological concepts, critical thinking skills, problem-solving, and digital creativity through project-based learning and cross-disciplinary collaboration. However, implementation in elementary schools still faces significant challenges, such as limited supporting infrastructure, teacher readiness, and minimal integration of national curriculum policies. To overcome these obstacles, recommended strategies include strengthening teacher capacity through practice-based training, providing affordable technology facilities, and adopting a contextual adaptive curriculum. In addition, collaboration among stakeholders—including educational institutions, government, and the private sector—is needed to create an inclusive and transformative STEAM education ecosystem. This study underscores the urgency of developing progressive education policies to ensure technological literacy as the foundation for preparing the younger generation to face the challenges of the digital age.

Keywords: Technology Literacy; STEAM Education; Elementary School; 21st Century Learning, Education Policy

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital telah mengubah cara manusia hidup, bekerja, dan belajar di abad ke-21. Kecakapan dalam menggunakan dan memahami teknologi menjadi kompetensi dasar yang perlu dimiliki oleh setiap individu, termasuk peserta didik di lingkungan sekolah. Dalam konteks ini, **literasi teknologi** menjadi sangat penting sebagai bagian dari literasi digital dan kompetensi global yang harus dikembangkan melalui sistem pendidikan. Literasi teknologi tidak sekadar kemampuan operasional dalam menggunakan perangkat teknologi, tetapi juga mencakup pemahaman kritis tentang cara kerja teknologi, dampaknya terhadap kehidupan, serta kemampuan menggunakannya secara etis dan bertanggung jawab (Ng, 2012; Martin, 2006).

Untuk menjawab tantangan tersebut, berbagai pendekatan pembelajaran inovatif mulai diperkenalkan, salah satunya adalah pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). STEAM merupakan pengembangan dari pendekatan STEM yang menambahkan unsur seni (Arts) guna mendorong kreativitas, inovasi, serta keterampilan berpikir divergen. Pendekatan ini bertujuan mengintegrasikan berbagai bidang ilmu untuk menciptakan pengalaman belajar yang holistik dan kontekstual. Melalui pembelajaran berbasis proyek dan pemecahan masalah dunia nyata, pendekatan STEAM diyakini dapat menjadi sarana efektif untuk mengembangkan literasi teknologi peserta didik secara menyeluruh (Yakman, 2008; Quigley & Herro, 2016).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan STEAM di ruang kelas mampu meningkatkan motivasi belajar, kolaborasi, serta kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik. Salah satu aspek kunci dari pendekatan ini adalah penggunaan teknologi sebagai alat eksplorasi dan kreasi, bukan hanya sebagai media bantu mengajar. Proyek STEAM sering melibatkan kegiatan seperti desain produk digital, pemrograman (coding), penggunaan alat simulasi, serta integrasi multimedia dalam menyelesaikan tantangan berbasis dunia nyata. Proses ini memberikan ruang kepada siswa untuk mengeksplorasi teknologi dalam konteks yang bermakna, sekaligus mengembangkan literasi teknologinya (Herro & Quigley, 2016; Hsin et al., 2014).

Namun, meskipun pendekatan STEAM menawarkan banyak potensi, implementasinya masih menghadapi sejumlah hambatan. Tantangan utama yang sering ditemukan meliputi keterbatasan infrastruktur teknologi di sekolah, minimnya pelatihan guru dalam penguasaan teknologi terkini, serta kurangnya dukungan kebijakan dalam mengintegrasikan STEAM secara sistemik dalam kurikulum nasional. Hal ini berdampak pada kesenjangan antara potensi pendidikan STEAM dan praktiknya di lapangan, terutama di negara berkembang seperti Indonesia (Margot & Kettler, 2019; Yuliati & Fauziah, 2021).

Lebih lanjut, kurangnya pemahaman mendalam tentang literasi teknologi dalam konteks STEAM membuat integrasi teknologi dalam pembelajaran sering kali bersifat dangkal dan sporadis. Penggunaan teknologi cenderung terbatas pada aspek presentasi atau pencarian informasi, bukan sebagai sarana berpikir dan pemecahan masalah. Oleh karena itu, penting dilakukan analisis literatur yang komprehensif untuk mengidentifikasi bagaimana pendekatan STEAM dapat secara efektif membangun literasi teknologi, serta bagaimana tantangan dan peluang dalam implementasinya dapat diatasi secara strategis (Voogt & Roblin, 2012).

Artikel ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis literatur terkini terkait hubungan antara pendekatan STEAM dan pengembangan literasi teknologi dalam

pendidikan. Dengan menelaah berbagai studi empiris dan teoretis, diharapkan artikel ini dapat memberikan kontribusi dalam memperkaya pemahaman konseptual serta memberikan rekomendasi praktis bagi guru, pengembang kurikulum, dan pemangku kebijakan pendidikan. Kajian ini juga diharapkan mampu mendorong penguatan praktik pembelajaran berbasis STEAM yang lebih bermakna dan transformatif dalam membekali peserta didik menghadapi tantangan dunia digital.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis studi literatur (literature review) untuk menganalisis kontribusi pendidikan STEAM terhadap pengembangan literasi teknologi di sekolah dasar. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengkaji secara mendalam berbagai temuan empiris dan konseptual dari studi sebelumnya yang relevan dalam sepuluh tahun terakhir. Proses pengumpulan data dilakukan dengan menelusuri dan menyeleksi artikel ilmiah yang terbit pada jurnal bereputasi dan prosiding konferensi internasional, melalui basis data seperti Scopus, Web of Science, dan Google Scholar. Tahapan penelitian meliputi: (1) identifikasi dan seleksi awal terhadap artikel yang sesuai dengan topik kajian; (2) telaah sistematis terhadap isi artikel, fokus pada temuan, metodologi, dan implikasi; (3) evaluasi kualitas dan relevansi setiap publikasi berdasarkan kriteria inklusi yang ditetapkan; dan (4) interpretasi serta sintesis data secara deskriptif-analitis. Artikel-artikel yang telah diklasifikasikan kemudian dianalisis tematik untuk mengidentifikasi pola kontribusi STEAM terhadap literasi teknologi, tantangan implementasi, dan strategi pengembangan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk narasi ilmiah yang didukung oleh kutipan dan integrasi literatur secara kritis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendidikan merupakan bagian penting dalam proses perkembangan peserta didik, terutama bagi siswa sekolah dasar yang mulai diperkenalkan dengan kemajuan teknologi yang terus berkembang. Dalam pembelajaran yang kini berorientasi pada hasil berupa produk, salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah model STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics). STEAM merupakan pendekatan pembelajaran multidisiplin yang dirancang untuk mendukung pencapaian tujuan kurikulum Merdeka Belajar, sejalan dengan tuntutan keterampilan abad ke-21 (Iaskyana et al., 2022). Model pembelajaran STEAM berfokus pada proyek berbasis masalah dunia nyata, di mana setiap proyek dirancang untuk mengintegrasikan aktivitas dari berbagai disiplin ilmu, yaitu sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika. Dengan pendekatan ini, tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal. Dalam pelaksanaannya, pendidik diharapkan mampu membimbing siswa untuk berpikir logis, analitis, sistematis, kritis, dan kreatif dalam memecahkan masalah, serta menanamkan sikap menghargai manfaat ilmu pengetahuan (Amelia & Marini, 2022).

Untuk mencapai hasil maksimal, penerapan model STEAM dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing sekolah, mengingat tidak adanya standar baku dalam pelaksanaannya. Hal ini memungkinkan penerapan yang lebih fleksibel dan terintegrasi, termasuk kolaborasi antara guru dari berbagai bidang studi (Prastyani, n.d.). Melalui pendekatan ini, siswa akan terlatih untuk bekerja sama, mahir menggunakan teknologi, dan memiliki kemampuan berpikir kritis dalam menyelesaikan berbagai permasalahan.

Pendekatan STEAM dalam penerapannya mengintegrasikan dua atau lebih disiplin ilmu yang termasuk dalam STEAM. Pendekatan ini bertujuan untuk membantu peserta didik mengembangkan kemampuan di bidang sains maupun humaniora (Nanda, 2022). Model pembelajaran STEAM mendukung peningkatan aktivitas belajar yang berhubungan dengan sains dan matematika, terutama dalam menyelesaikan masalah dan mengelola data yang diperoleh. Data hasil pembelajaran kemudian diolah dan dikreasikan menjadi sebuah karya, serta disampaikan menggunakan teknologi dan informasi yang relevan (Iaskyana et al., 2022).

Melalui pendekatan ini, peserta didik diajak untuk membangun pemahaman mereka secara mandiri dengan mengintegrasikan beberapa aspek mata pelajaran ke dalam konteks kehidupan nyata (Sulastri, n.d.). Model STEAM juga mendorong peningkatan literasi sains dan teknologi, yang terlihat dari kemampuan peserta didik dalam membaca, menulis, mengamati, melakukan percobaan, serta menerapkan ilmu yang dipelajari ke dalam kehidupan sehari-hari di bidang STEAM.

Dalam pembelajaran STEAM salah satu yang dianggap pas adalah aplikasi pembelaraa interaktif. Aplikasi pembelajaran interaktif adalah alat yang digunakan untuk menyampaikan materi pembelajaran dengan cara yang melibatkan partisipasi aktif peserta didik melalui interaksi langsung dengan konten (Jhonson, 2024). Dalam era digital saat ini, aplikasi pembelajaran interaktif memainkan peran penting dalam memfasilitasi pembelajaran yang berorientasi pada peserta didik dan meningkatkan keterlibatan mereka dalam proses belajar. Berikut adalah pembahasan lengkap tentang aplikasi pembelajaran interaktif, termasuk definisi, manfaat, contoh aplikasi pembelajaran interaktif, dan implementasi di dunia nyata

Contohnya adalah Media Pembelajaran Augmented Reality berbasis STEAM, penelitian ini dilakukan oleh Mohamad Zaid, dkk pada tahun 2022 untuk pembelajaran IPA di SD. Siswa sering menghadapi kesulitan dalam memahami konsep abstrak yang terdapat dalam materi IPA (Melindawati, 2021). Dalam hal ini, pembelajaran IPA yang didukung oleh teknologi terbukti lebih efektif dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Teknologi dapat memotivasi siswa untuk memperoleh pengetahuan faktual dalam kelas ilmu alam (Nugraha et al., 2017). Penggunaan teknologi virtual memungkinkan siswa untuk lebih mudah memahami konsep abstrak karena teknologi tersebut mampu menyajikan materi secara visual (Nurasia et al., 2021).

Salah satu teknologi yang lebih spesifik adalah Augmented Reality (AR), yang memiliki kemampuan untuk menyederhanakan realitas, menghadirkan visualisasi tiga dimensi, dan membantu siswa memahami materi yang kompleks (Britto et al., 2017). Selain itu, program multimedia dan lingkungan pembelajaran berbasis multimedia dapat meningkatkan akses siswa terhadap berbagai informasi sekaligus mendorong partisipasi aktif mereka dalam pembelajaran (Martin et al., 2019). Dengan kemudahan akses dan penggunaannya, teknologi ini membantu guru mencapai tujuan pembelajaran yang telah dirancang.

Batasan antara dunia nyata dan informasi digital hampir tidak ada karena keduanya terintegrasi dengan cepat. Interaksi objek virtual secara langsung dengan pengguna merupakan salah satu pengalaman AR yang paling alami (Abdurahman et al., 2019). Akibatnya, AR dapat menjadi pilihan teknologi yang menarik untuk guru sekolah dasar untuk menggunakan multimedia interaktif dalam pembelajaran IPA, memungkinkan pembelajaran berdasarkan pengalaman. Oleh karena itu, AR dapat menjadi pilihan teknologi yang menarik untuk pembelajaran multimedia interaktif IPA untuk guru SD

karena fitur pembelajaran IPA memungkinkan eksperimentasi. Proses pembelajaran yang menggunakan teknologi AR juga memungkinkan siswa untuk membangun pengetahuan secara mandiri. Siswa dapat mengatur proses belajarnya sesuai keinginan mereka dan memanipulasi benda-benda yang tidak ada di lingkungannya tetapi tampak nyata untuk meningkatkan pemahaman dan pengetahuan. Selain itu, *augmented reality* dapat membantu pembelajaran di wilayah dengan sinyal yang tidak memadai (Rahayuet al, 2018)

Sebagai media guru juga sering menggunakan buku dan gambar semua berdampak pada pemahaman yang sama dan hasil belajar siswa (Amiruddin et al, 2022). Untuk itu, model pembelajaran yang tepat diperlukan untuk menerapkan AR di sekolah dasar. Salah satu model yang dapat digunakan adalah pembelajaran berbasis STEAM (Ilmu, Teknologi, Teknik, Seni, dan Matematik). Model pembelajaran STEAM tidak hanya memberikan pengetahuan dari berbagai sudut pandang disiplin ilmu, tetapi juga mendorong siswa untuk menerapkan apa yang mereka pelajari (Britto et al, 2017). STEAM mengajak siswa untuk mengintegrasikan mata pelajaran dan mengkorelasikannya dengan kehidupan sehari-hari (Britto et al, 2017).

Penerapan model STEAM ini membantu siswa sekolah dasar untuk mampu berpikir lebih kritis, karena model STEAM dapat diterapkan di berbagai kondisi dalam upaya meningkatkan potensi peserta didik, dan membantu meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik. Selain itu model ini juga membantu pencapaian prestasi belajar peserta didik, pencapaian pemahaman konsep peserta didik, peningkatan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik, keterlibatan aktif peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung serta peningkatan motivasi dan minat belajar peserta didik (Iaskyana et al., 2022). Melalui STEAM peserta didik di sekolah dasar dapat mengembangkan kompetensi yang dimilikinya untuk bersaing di era globalisasi serta mampu menyelesaikan permasalahan yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari melalui pemanfaatan teknologi yang benar dan tepat. Model STEAM dapat membimbing peserta didik untuk memiliki beberapa keterampilan, yaitu keterampilan pemecahan masalah, keterampilan berpikir kritis, dan keterampilan kolaborasi (Amelia & Marini, 2022).

Namun, di lapangan masih terdapat berbagai kendala untuk siswa mampu berpikir kritis dalam penerapan model STEAM ini salah satunya ialah pemanfaatan media pembelajaran yang dapat mendukung kelancaran proses pembelajaran IPA di sekolah dasar terutama dalam mengembangkan kemampuan 4C. Kenyataannya, penggunaan media pembelajaran di sekolah dasar belum dilaksanakan dengan maksimal karena masih ada pembelajaran IPA di lingkungan sekolah dasar masih menggunakan media konvensional (tidak sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini), seperti papan tulis dan buku cetak serta masih minimnya penggunaan media pembelajaran digital (Jannah & Atmojo, 2022). Solusinya adalah dengan mengembangkan media pembelajaran berbasis digital seperti media presentasi, video, animasi, ataupun multimedia interaktif lainnya, kemudian pemanfaatan media interaktif berbasis powerpoint dan ispring di Android layak untuk digunakan untuk peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa

Untuk mencapai siswa yang mampu berpikir kritis dan memiliki minat yang besar dalam literasi teknologi pada pembelajaran IPA, maka perlu mengaitkan fenomena alam dengan melibatkan proses observasi dan pengukuran untuk dapat menjelaskan secara objektif alam yang selalu berubah, kemudian dalam segi teknologi maka perlu adanya kemampuan untuk lebih memodifikasi bahan yang ada, dengan menggunakan Teknik yang

diciptakan oleh manusia agar terdapat unsur keindahan dari apa yang telah dirancang, sehingga pola antara satu hal dengan hal lainnya lebih terlihat jelas penerapannya dalam kehidupan sehari-hari (Bagiada & Jayanta, 2022; Wirawan et al., 2022). Model STEAM ini dilaksanakan melalui pemberian tugas berbasis proyek untuk melatih kemampuan berpikir kreatif dan kolaboratif serta melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam memecahkan masalah berbasis proyek dalam pembelajarannya (Rahmawati et al., 2022). Peserta didik diarahkan untuk mampu berpikir kritis dan kreatif, serta bisa berkomunikasi atau berkolaborasi yang efektif, keadaan ini menggambarkan adanya kesenjangan antara harapan dan kenyataan (Zubaidah, 2019).

Dalam penerapannya di sekolah dasar, STEAM ini pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik memberikan lebih banyak pengalaman belajar yang bervariasi yang disesuaikan dengan kebutuhan dan pengalaman belajar peserta didik. Karena dalam model STEAM ini juga menerapkan pembelajaran yang holistik dipengaruhi oleh lingkungan atau pengaruh seseorang yang akan membantu menentukan apa yang akan seseorang lakukan dengan lingkungan atau objek yang sudah disediakan yaitu fasilitas belajar yang memadai (Nuragnia & Usman, 2021). Namun sangat disayangkan bahwa Fasilitas dalam menerapkan media ini termasuk media interaktif dan furnitur di ruang kelas yang kurang memadai pada sekolah dasar, tantangan lainnya adalah berkenaan dengan waktu yaitu perlu memiliki keterampilan dalam melaksanakan perencanaan waktu setiap kegiatan. Selain itu masih banyak yang berpikir bahwa pelaksanaannya masih bersifat teoritis sehingga masih mengalami tantangan dalam masalah teknis pelaksanaan STEAM (Nuragnia & Usman, 2021). Jadi, ideal yang harus dicapai adalah pembelajaran STEAM memberikan manfaat yang cukup besar bagi peserta didik yaitu membuat peserta didik jadi pemecah masalah, penemu, innovator, mandiri, pemikir yang logis, melek teknologi, penghubung budaya sejarah dengan Pendidikan dan penghubung Pendidikan STEAM di sekolah dasar (Ulfayani et al., 2022).

Akhirnya, literasi teknologi yang dikembangkan melalui pendekatan STEAM tidak hanya bertujuan mencetak pengguna teknologi, tetapi juga inovator yang mampu menciptakan solusi berbasis teknologi untuk menjawab tantangan abad ke-21. Dengan desain pembelajaran yang relevan, penggunaan teknologi yang inklusif, dan dukungan kebijakan yang kuat, STEAM dapat menjadi pendekatan strategis untuk membangun generasi yang kreatif, kritis, dan berdaya saing global.

SIMPULAN

Pendekatan STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) terbukti efektif dalam meningkatkan literasi teknologi peserta didik. STEAM tidak hanya mengajarkan penggunaan perangkat digital, tetapi juga memperkuat pemahaman konsep teknologi, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan inovasi melalui metode pembelajaran berbasis proyek dan inquiry. Meskipun memiliki banyak potensi, keberhasilan implementasi STEAM dipengaruhi oleh kesiapan guru, tantangan infrastruktur, dan relevansi konteks pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan pelatihan guru yang berkelanjutan, penyediaan infrastruktur yang memadai, serta penggunaan teknologi yang sederhana dan inklusif. Keterlibatan aktif peserta didik dalam proyek STEAM yang relevan dapat meningkatkan motivasi dan kreativitas, serta keterampilan abad ke-21. Dukungan kebijakan yang kuat dan kolaborasi antara semua pemangku kepentingan menjadi kunci untuk memastikan integrasi

STEAM secara berkelanjutan dan membangun generasi inovator yang siap menghadapi tantangan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman, A., Setyaningsih, C. A., & Jalmo, T. (2019). Implementating multiple representation-based worksheet to develop critical thinking skills. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 138–155. <https://doi.org/10.12973/tused.10271a>
- Amelia, W., & Marini, A. (2022). Urgensi Model Pembelajaran Science, Technology, Engineering, Arts, And Math (STEAM) Untuk Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 8(1), 291–298. <https://ejournal.unma.ac.id/index.php/cp/article/download/1947/1231>
- Amiruddin Mohd Zaini; Magfiroh Dhela Rochmatul; Savitri Irma; Rahman Sitti Maizatul. (2022). Analysis of The Application of The STEAM Approach to Learning In Indonesia: Contributions to Physics Education. *International Journal of Current Educational Research*, 1(1), 1–17. <https://doi.org/10.53621/ijocer.v1i1.139>
- Bagiada, M., & Jayanta, I. N. L. (2022). Aktivitas Pembelajaran Berbantuan Media Levidio Presentation Meningkatkan Literasi Sains dan Kemampuan Metakognitif Siswa Kelas V SD. *Jurnal Edutech Undiksha*, 10(1). <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEU/article/download/47637/22650>
- Britto, P. R., Lye, S. J., Proulx, K., Yousafzai, A. K., Matthews, S. G., Vaivada, T., Bhutta, Z. A. (2017). Nurturing care: promoting early childhood development. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)31390-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31390-3)
- Herro, D., & Quigley, C. (2016). "Finding the joy in the unknown": Implementation of STEAM teaching practices in middle school science and math classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 410–426. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9602-z>
- Hsin, C. T., Li, M. C., & Tsai, C. C. (2014). The influence of young children's use of technology on their learning: A review. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 85-99. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.85>
- Iaskyana, B., Triatna, C., & Nurdin, N. (2022). Kajian Pedagogik dalam Implementasi STEAM pada Pembelajaran Jarak Jauh di Era Pandemi. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(1), 50–58 <https://www.academia.edu/download/94667918/4872.pdf>
- Jannah, D. R. N., & Atmojo, I. R. W. (2022). Media Digital dalam Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1064–1074.
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., & Freeman, A. C. Pengembangan Konten Pembelajaran yang Menarik dengan Teknologi. *KOMUNIKASI*, 28.
- Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, 52, 200-210. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.05.047>
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. & Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>

- Martin, A. (2006). A European framework for digital literacy. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 1(2), 151-161. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2006-02-06>
- Melindawati, S. (2021). Development of Integrated Thematic Student Worksheets (LKPD) Using the Discovery Learning Model in Class IV Elementary Schools. *International Journal of Educational Research & Social Sciences*, 1(1), 7-15. <https://doi.org/10.51601/ijersc.v1i1.4>
- Nanda, W. (2022). Pengaruh Model Pjbl (Project Based Learning) Dengan Pendekatan Steam (Science, Technology, Engineering, Arts And Mathematics) Terhadap Kemampuan Computational Thinking Pada Pelajaran Fisika. Uin Raden Intan Lampung <https://repository.radenintan.ac.id/id/eprint/18888>
- Ng, W. (2012). Can we teach digital natives digital literacy? *Computers & Education*, 59(3), 1065-1078. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.04.016>
- Nugraha, A. J., Suyitno, H., & Susilaningih, E. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Keterampilan Proses Sains dan Motivasi Belajar melalui Model PBL. *Journal of Primary Education*, 6(1), 35-43. <https://doi.org/10.15294/jipk.v10i2.9529>
- Nuragnia, B., & Usman, H. (2021). Pembelajaran Steam Di Sekolah Dasar: Implementasi Dan Tantangan. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 6(2), 187-197 <http://jurnaldikbud.kemdikbud.go.id/index.php/jpnk/article/download/2388/563>
- Nurasia, N., & Gustiani, G. (2021). Pengaruh Minat Belajar Dan Dukungan Keluarga Terhadap Hasil Belajar IPA Siswa SDN 433 Bajoe. *Jurnal PELITA*, 1(1), 16-27. <https://doi.org/10.54065/pelita.1.1.40>
- Rahayu, A. B., Hadi, S., Istyadi, M., Zaini, M., Sholahuddin, A., & Fahmi, F. (2018). Development of guided inquirybased learning devices to improve student learning outcomes in science materials in middle school. *European Journal of Alternative Education Studies*, 3(2), 107-117. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2261027>
- Rahmawati, L., Juandi, D., & Nurlaelah, E. (2022). Implementasi Stem Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif Matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 11(3), 2002-2014 <https://doi.org/10.24127/ajpm.v11i3.5490>
- Sulastri, G. P. C. (n.d.). Pengaruh Project Based Learning dengan Pendekatan STEAM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Online di SMK Negeri 12 Malang <https://doi.org/10.26740/jpak.v9n3.p372-379>
- Ulfayani, H., Jeranah, J., & Asrawati, N. (2022). Efektivitas Pendekatan Pembelajaran Steam Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Matematika Kelas Vii Mts Nurul Azis Ddi Barobbo. *Journal Pendidikan Matematika*, 3(1), 66-71.
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of curriculum studies*, 44(3), 299-321. <https://research.utwente.nl/files/6892914/Voogt12teaching.pdf>
- Yakman, G. (2008). STΣ@ M Education: an overview of creating a model of integrative education. *Pupils Attitudes Towards Technology. 2008 Annual Proceedings. Netherlands*.
- Zubaidah, S. (2019). STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics): Pembelajaran untuk memberdayakan keterampilan abad ke-21. *Seminar Nasional Matematika Dan Sains*, September, 1-18.