

ANALISIS PERSEPSI GURU SEKOLAH DASAR MENGENAI PENGAJARAN STEAM: STUDI KASUS DI JAKARTA

Liber Sianipar¹, Supardi U. S.²

Universitas Indraprasta PGRI

Email: liber.sianipar89@gmail.com, supardiuki@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persepsi guru sekolah dasar di Jakarta mengenai pendidikan STEAM. Penelitian ini menggunakan desain studi kasus kualitatif dengan data yang dikumpulkan melalui wawancara, observasi, dan jurnal refleksi siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru memiliki pandangan positif terhadap penerapan pendidikan STEAM, yang dianggap mampu meningkatkan berbagai kompetensi siswa seperti berpikir kritis, kemandirian, dan kolaborasi. Pendidikan STEAM juga dipandang sebagai pendekatan pembelajaran yang konstruktif, memungkinkan siswa membangun pemahaman mereka sendiri dan terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Namun, penerapan STEAM yang efektif memerlukan prasyarat seperti penguasaan guru terhadap disiplin STEAM, alokasi waktu yang memadai, serta kurikulum yang terintegrasi dan kolaboratif antar mata pelajaran. Penelitian ini menekankan bahwa guru harus memiliki pemahaman mendalam dan kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu guna mendukung pembelajaran yang komprehensif melalui pendekatan STEAM.

Kata kunci: Pendidikan STEAM, kompetensi siswa, pembelajaran konstruktif, kurikulum terintegrasi, persepsi STEAM

ABSTRACT

This study aims to analyze the perceptions of elementary school teachers in Jakarta regarding STEAM education. This research employs a qualitative case study design with data collected through interviews, observations, and reflective student journals. The results indicate that teachers have a positive view of the implementation of STEAM education, which is considered capable of enhancing various student competencies such as critical thinking, independence, and collaboration. STEAM education is also seen as a constructive learning approach, allowing students to build their understanding and engage actively in the learning process. However, effective STEAM implementation requires prerequisites such as teachers' mastery of STEAM disciplines, adequate time allocation, and an integrated and collaborative curriculum across subjects. This study emphasizes that teachers must have a deep understanding and ability to integrate various disciplines to support comprehensive learning through the STEAM approach.

Keywords: STEAM Education, student competencies, constructive learning, integrated curriculum, STEAM perception

Article History

Received: Agustus 2025

Reviewed: Agustus 2025

Published: Agustus 2025

Plagiarism Checker No
234.GT8.,35

Prefix DOI : Prefix DOI :
10.8734/Sindoro.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Sindoro



This work is licensed
under a [Creative
Commons Attribution-
NonCommercial
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

PENDAHULUAN

Indonesia menghadapi tantangan signifikan dalam meningkatkan kualitas pendidikan di bidang sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika, terutama pada aspek afektif dalam pembelajaran IPA dan matematika. Berdasarkan hasil Program for International Student Assessment (PISA), data terbaru dari survei PISA tahun 2022 yang menyebutkan bahwa Indonesia telah membuat kemajuan dalam beberapa aspek, namun masih berada di bawah rata-rata global dalam keterampilan membaca, matematika, dan sains. Pendidikan STEAM pada jenjang sekolah dasar dapat menjadi jawaban mengatasi permasalahan ini. Sejak akronim STEM diperkenalkan tahun 2001 oleh direktur the Division of Education and Humanities of National Science Foundation (NSF), Judith A. Ramaley, terjadi gerakan STEM yang menyebar ke seluruh dunia dan memicu perubahan yang signifikan terutama di bidang pendidikan (Hallinen, 2024). Pendidikan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) telah diakui sebagai pendekatan pedagogis yang efektif untuk mereformasi kurikulum sains agar lebih mempersiapkan siswa menghadapi tantangan abad ke-21 (Mang et al., 2021).

STEAM adalah perkembangan dari pendekatan STEM, yang merupakan singkatan dari sains, teknologi, teknik, dan matematika (Quigley et al., 2020). Perbedaan utama antara STEAM dan STEM adalah pengintegrasian seni (arts) dalam pendekatannya. Pada tahun 2009, sebuah organisasi di Amerika Serikat menyarankan bahwa keterampilan penting yang perlu dikuasai siswa untuk berhasil di abad ke-21 mencakup kreativitas, berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi. Keterampilan ini perlu dipelajari melalui berbagai mata pelajaran seperti seni, matematika, sains, ekonomi, dan sejarah. Pengembangan keterampilan ini dianggap penting karena siswa perlu memadukan berbagai keterampilan secara holistik untuk beradaptasi dengan perubahan cepat di masyarakat abad ke-21. STEAM merupakan pendekatan yang efektif dalam mencapai hal tersebut. STEAM merupakan pendekatan pendidikan lintas disiplin yang memperkaya dan memperluas pengalaman belajar sains siswa dengan memasukkan unsur seni di dalamnya (Katz-Buonincontro, 2018). Aktivitas dan proyek STEAM meningkatkan minat belajar anak-anak serta memberikan dampak positif pada perkembangan kognitif dan kemampuan mereka dalam memecahkan masalah, sambil juga meningkatkan rasa percaya diri, keterlibatan, dan kemampuan berpikir inovatif mereka (DeJarnette, 2018).

Implementasi pendidikan STEAM di sekolah dasar telah mendapatkan perhatian yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir meskipun begitu, implementasinya sering terkendala oleh kurangnya fasilitas dan sumber daya yang memadai, serta kebutuhan untuk pelatihan guru yang lebih baik dalam metode pengajaran STEAM (Erdogan & Bozeman, 2015). Breda, Gracia, & Santos (2023) menjelaskan bahwa melalui pendidikan STEAM siswa dapat mengembangkan keterampilan transdisipliner yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan abad ke-21 dan mempersiapkan siswa menghadapi berbagai karir yang dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan daya saing. Ini sangat penting bagi semua negara khususnya negara berkembang karena STEAM mempromosikan inovasi, semangat kewirausahaan, dan kemajuan teknologi. Pendidikan STEAM dapat menarik lebih banyak investasi dan mendukung pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan sehingga memungkinkan penciptaan lapangan kerja baru yang dapat menghadapi tantangan masyarakat global yang kompetitif dalam pengembangan ilmiah dan teknologi, membantu negara-negara berkembang untuk membangun tenaga kerja yang terampil yang mampu bersaing di kancah internasional (Breda et al., 2023). Sebagai salah satu negara berkembang, Indonesia akan mendapatkan manfaat besar jika mampu mengimplemetasikan STEAM dalam pendidikan khususnya pada jenjang pendidikan dasar.

Pendidikan dasar yang kuat berkontribusi signifikan terhadap keberhasilan akademis di masa depan. Menurut sebuah studi oleh Nores dan Barnett (2019), investasi dalam pendidikan awal

dan dasar memberikan pengembalian yang tinggi dalam bentuk kemampuan akademis dan sosial yang lebih baik, serta meningkatkan peluang ekonomi di kemudian hari. Oleh sebab itu penting untuk memastikan kualitas pendidikan dasar yang baik sebagai esensial untuk pembangunan sumber daya manusia yang unggul dan berkelanjutan (Nores & Barnett, 2014).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka peneliti melakukan studi penelitian eksploratif untuk mendapatkan pemahaman yang komperhensif tentang keadaan pendidikan STEAM pada jenjang Sekolah Dasar di Indonesia khususnya di wilayah Jakarta sebagai pusat ekonomi Indonesia. Pemilihan daerah pengambilan data ini diharapkan dapat merepresentasikan persepsi mengenai STEAM di wilayah lain di Indonesia. Fokus pertanyaan penelitian sebagai berikut:

RQ1: Apa pendapat guru SD di Jakarta mengenai STEAM?

METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian studi kasus kualitatif dengan data yang dikumpulkan dari wawancara, observasi, dan jurnal reflektif siswa. Sebanyak 8 guru dan 30 siswa dari salah satu SD Swasta di Jakarta mengikuti penelitian ini.

Respon dari wawancara guru akan dianalisis menggunakan metode analisis tematik (*Thematic Analysis*) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Pengkodean induktif (*Inductive coding*), yaitu melakukan pengkodean terbuka dalam teori STEAM dasar.
- Kerangka Konseptual (*Conceptual Refinement*) yaitu pernyataan empiris dari responden akan dikritisi dengan membandingkannya pada teori.
- Menyusun kategori (*Building Categorical*), yaitu menggabungkan kode-kode terbuka berdasarkan kesamaan teori kemudian menjadikannya satu kategori.
- Penetapan Teori (*Theory Condensation*), yaitu dilakukan seleksi terhadap semua data yang telah melewati ketiga tahap awal kemudian akan dikristalkan menjadi keutuhan yang menjelaskan hasil penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dijelaskan dalam empat kategori untuk menjelaskan persepsi guru SD mengenai pengajaran STEAM.

1. STEAM sebagai Pendekatan Pembelajaran

Temuan penelitian menunjukkan bahwa semua guru menyatakan bahwa STEAM merupakan sebuah pendekatan pembelajaran. Pendekatan ini tidak hanya menarik minat siswa tetapi juga memungkinkan terjadinya integrasi berbagai disiplin ilmu untuk mendapatkan pembelajaran yang menyeluruh. Seorang guru menyebutkan

"STEM merupakan pembelajaran integratif yang menarik dan biasanya dalam bentuk proyek" (Guru 05, 5 April 2024)

STEAM kerap dikaitkan dengan proyek atau permasalahan yang harus diselesaikan oleh siswa karena STEAM bertujuan untuk mengeksplorasi masalah nyata sehingga siswa akan lebih memahami disiplin ilmu akan terkait dengan upaya mereka menyelesaikan masalah (Herro & Quigley, 2017). Model pembelajaran seperti Project Based Learning (PjBL) dan Problem Based Learning (PBL) terkait erat dengan STEAM seperti yang disampaikan oleh seorang guru,

"Saya menerapkan pendekatan STEAM karena dalam eskur IPA biasanya berkaitan dengan proyek yang harus dikerjakan" (Guru 03, 3 April 2024)

STEAM sebagai sebuah pendekatan mata pelajaran mengintegrasikan beberapa ilmu disiplin seperti yang disampaikan oleh seorang guru,

"STEAM adalah sebuah pendekatan mengajar yang mencoba mengintegrasikan Sains, Teknologi,

Engineering (Teknik), Arts (seni) dan Matematika dengan cara tidak terpisah-pisah namun terajut dalam setiap bidang” (Guru 07, 17 April 2024)

Pendapat ini sejalan dengan definisi STEAM oleh American Academy of Arts and Sciences yang menjelaskan bahwa STEAM tidak hanya meminjam teknik dari berbagai disiplin ilmu, tetapi juga mengintegrasikannya untuk menghasilkan konsep dan pendekatan baru. Pendekatan ini melampaui interdisipliner, karena benar-benar menggabungkan berbagai disiplin ilmu untuk menciptakan metode baru dalam pembelajaran dan pemecahan masalah.

Berdasarkan wawancara, guru-guru menyatakan bahwa pendekatan STEM yang berfokus pada pembelajaran berbasis proyek dan integrasi antar mata pelajaran sangat penting dalam pendidikan dasar. Namun, implementasinya masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan waktu dan kebutuhan akan pelatihan lebih lanjut.

2. Peranan STEAM dalam Pengembangan Kompetensi

Temuan penelitian menunjukkan bahwa semua guru setuju bahwa STEAM merupakan pendekatan yang dapat mengembangkan berbagai kompetensi siswa. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis, tetapi juga mendorong kemandirian dan kolaborasi di antara siswa seperti yang dikutip dari wawancara guru,

“Keuntungan penerapannya ialah memicu anak berpikir kritis dan kreatif...” (Guru 01, 3 April 2024)

“Keuntungan pendekatan ini ialah menjadikan siswa lebih kritis, mandiri, dan memberi kesempatan siswa berkolaborasi sehingga sisi sosial mereka terlatih.” (Guru 03, 3 April 2024)

“Keuntungan penerapan STEM ialah melatih berpikir kritis, logika, dan kemampuan pemecahan masalah selain itu dapat memfasilitasi siswa dalam kepemilikan pembelajaran (ownership) karena siswa lebih belajar mandiri” (Guru 07, 17 April 2024)

Para ahli pendidikan juga mengakui manfaat signifikan dari pendekatan STEAM dalam mengembangkan berbagai kompetensi siswa. Pendekatan STEAM menekankan pada penerapan konsep-konsep ilmiah dalam situasi nyata menggabungkan teori dan praktik dalam cara yang menarik dan relevan bagi siswa (Kurniawan & Susanti, 2021). Hubungan antara STEAM dan pengembangan High Order Thinking Skills (HOTS) sangat erat. HOTS melibatkan kemampuan berpikir yang lebih kompleks seperti analisis, evaluasi, dan kreasi, yang merupakan keterampilan kunci dalam pendidikan STEAM (Komarudin, 2022). Melalui proyek-proyek STEAM, siswa diajak untuk menganalisis data, mengevaluasi hipotesis, serta merancang dan menerapkan solusi untuk masalah nyata. Ini mendorong siswa untuk berpikir secara kritis dan kreatif, dua komponen utama dari HOTS (Astawan et al., 2023).

Pedoman OECD berbicara mengenai pendidikan yang relevan dan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan tahun 2030 maka diperlukan pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, keterbukaan intelektual, kerja kolaboratif, pelatihan kewarganegaraan, inovasi yang bertanggung jawab, dan pemikiran komputasional (Reimers & Chung, 2019). Pendekatan pendidikan STEAM merupakan salah satu alternatif yang dapat menjawab tantangan pendidikan abad ke-21. Pendekatan ini berkaitan erat dengan pengembangan inovasi berdasarkan empat pilar utama yaitu kreativitas, inklusi, kewarganegaraan, serta teknologi baru dan kreatif (Herro & Quigley, 2017). Selain itu, STEAM juga merupakan kurikulum sistemik yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, keterampilan abad ke-21, dan strategi inovasi digital harus berfokus pada pemecahan masalah nyata dan tantangan otentik dalam kehidupan sehari-hari (Videla-reyes & Aguayo, 2022) sehingga kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan di abad-21 terfasilitasi untuk dapat tercapai.

Guru-guru mengamati peningkatan keterlibatan dan keberhasilan siswa dalam memecahkan masalah secara mandiri melalui pendekatan ini. Pendekatan STEM dinilai efektif dalam

mengembangkan berbagai kompetensi siswa, seperti berpikir kritis, kemandirian, dan kolaborasi.

3. STEAM sebagai Pendekatan Pembelajaran yang Bersifat Konstruktif

Temuan penelitian menunjukkan guru menilai bahwa pendekatan STEAM memiliki sifat konstruktif yang signifikan dalam proses pembelajaran. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk membangun pemahaman mereka sendiri, terlibat secara aktif, dan berpusar kepada siswa. *"...siswa akan lebih memiliki rasa ingin tahu yang tinggi dan pendekatan ini memfasilitasi siswa untuk membangun pemahamannya sendiri"* (Guru 03, 3 April 2024)

"...siswa juga lebih terlibat aktif" (Guru 06, 5 April 2024)

"STEM lebih open ended dan self discovery. Guru lebih berperan sebagai fasilitator" (Guru 07, 17 April 2024)

Pendidikan STEAM didasarkan pada pendekatan konstruktivis, di mana siswa ditempatkan sebagai pusat dari proses pembelajaran (Gross & Gross, 2016). Pendekatan konstruktivis ini menekankan bahwa individu membangun pengetahuan mereka sendiri melalui pengalaman dan interaksi dengan lingkungan mereka, berbeda dengan pendekatan behaviorisme dan kognitivisme yang lebih tradisional, di mana pengetahuan dan aturan diberikan dan diterima oleh individu (Fosnot, 2013). Melalui pendekatan konstruktivisme, pendidikan STEAM memungkinkan siswa untuk mengembangkan cara-cara baru dalam melihat, memahami, dan berinteraksi dengan dunia, yang pada akhirnya dapat memperluas kemampuan mereka dalam bidang sains dan teknik. Pendekatan ini memberikan 'cara berbeda dalam memandang, mengetahui, dan menangani dunia, sebagai sarana untuk memperluas perangkat alat sains dan teknik' (Wynn & Harris, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa pendidikan STEAM tidak hanya mengajarkan pengetahuan teknis tetapi juga mendorong pemikiran kritis dan kreatif yang esensial untuk inovasi.

4. Kualifikasi Pembelajaran STEAM agar Efektif

Temuan penelitian menunjukkan bahwa guru-guru sependapat bahwa untuk menunjang pembelajaran STEAM yang efektif maka diperlukan sejumlah kualifikasi dan syarat tertentu seperti penguasaan guru terhadap disiplin ilmu dalam STEAM, alokasi waktu yang cukup, dan kurikulum yang terintegrasi antar mata pelajaran.

Seorang guru menyatakan bahwa,

"STEM ialah suatu metode yang menggabungkan Sains Teknologi Enjineri (Teknik) Matematika" (Guru 4, 3 April 2024)

Hal ini menekankan pentingnya guru untuk memiliki pemahaman yang mendalam dan mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam pengajaran. Pengembangan profesional yang efektif sangat penting untuk integrasi STEAM dan transformasi pemahaman serta praktik guru karena dapat meningkatkan kemampuan guru untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam pengajaran mereka sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajaran yang diterima oleh siswa (Favo, 2021). Hal ini menegaskan bahwa guru perlu memiliki pemahaman yang mendalam dan keterampilan yang memadai untuk menggabungkan elemen-elemen sains, teknologi, teknik, seni, dan matematika dalam satu pendekatan terpadu. Kemampuan guru dalam merencanakan dan mengimplementasikan pembelajaran STEAM sangat penting untuk keberhasilan pengajaran STEAM (Cook et al., 2020). Guru yang memiliki pemahaman mendalam tentang bagaimana mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu STEAM dapat menciptakan lingkungan belajar yang lebih dinamis dan interaktif, yang memungkinkan siswa untuk lebih aktif terlibat dan mengembangkan keterampilan berpikir kritis serta pemecahan masalah.

Kualifikasi lain sebagai prasyarat terjadinya pembelajaran STEAM yang efektif ialah alokasi waktu yang cukup. Seorang guru menyatakan,

"Waktu pembelajaran yang cukup terbatas yaitu 2 jam pelajaran (70 menit) karena sekolah kami

menggunakan pendekatan guru mata pelajaran" (Guru 3, 3 April 2024)

Hal ini menunjukkan bahwa alokasi waktu yang memadai sangat diperlukan untuk memastikan siswa mendapatkan pengalaman belajar yang komprehensif melalui pendekatan STEAM. Pendapat yang serupa merupakan hasil penelitian yang mempertegas bahwa guru dan administrator mengakui kebutuhan untuk memberikan waktu yang cukup dalam proses pembelajaran STEAM agar siswa dapat terlibat secara mendalam dan mendapatkan pengalaman belajar yang komprehensif (Lopez, 2023). Alokasi waktu yang memadai memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi, memahami, dan mengintegrasikan berbagai konsep dari disiplin ilmu yang berbeda, yang merupakan inti dari pendekatan STEAM.

Para ahli yang diwawancarai dalam sebuah penelitian menyatakan bahwa waktu yang cukup adalah kunci untuk memungkinkan siswa terlibat dalam proyek-proyek STEAM yang memerlukan pemikiran kritis, kolaborasi, dan kreativitas (Baran, 2023). Tanpa alokasi waktu yang memadai, penerapan STEAM tidak akan maksimal dan siswa tidak akan mendapatkan manfaat penuh dari pendekatan pendidikan ini.

Prasyarat terjadinya pembelajaran STEAM yang efektif ialah kurikulum yang terintegrasi dan kolaboratif. Seorang guru menyatakan,

"Sekolah perlu memberikan kemungkinan beberapa mata pelajaran untuk berintegrasi melakukan pendekatan STEM" (Guru 05, 5 April 2024)

Pernyataan ini sejalan dengan penelitian oleh Lockwood (2023) yang mengembangkan dan menguji kurikulum STEAM yang terintegrasi, dengan fokus pada pembelajaran berbasis tantangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dan melibatkan kolaborasi antara siswa dapat meningkatkan pengalaman belajar mereka secara signifikan. Pembelajaran berbasis tantangan memungkinkan siswa untuk mengaplikasikan pengetahuan dari berbagai mata pelajaran dalam konteks yang nyata, sehingga meningkatkan keterlibatan dan pemahaman mereka (Lockwood, 2023).

Hal ini menegaskan perlunya kurikulum yang terintegrasi dan kolaboratif antar mata pelajaran untuk mendukung implementasi STEAM yang efektif.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa para guru SD di Jakarta memiliki pandangan positif terhadap implementasi pendidikan STEAM. Temuan penelitian menunjukkan bahwa pendekatan STEAM dinilai mampu meningkatkan berbagai kompetensi siswa seperti berpikir kritis, kemandirian, dan kolaborasi. Selain itu, pendidikan STEAM juga dianggap sebagai pendekatan pembelajaran yang konstruktif sehingga memungkinkan siswa untuk membangun pemahaman mereka sendiri dan terlibat secara aktif dalam proses belajar. Namun, untuk mencapai implementasi STEAM yang efektif, diperlukan beberapa prasyarat seperti penguasaan guru terhadap disiplin ilmu dalam STEAM, alokasi waktu yang cukup, serta kurikulum yang terintegrasi dan kolaboratif antar mata pelajaran. Faktor-faktor ini menegaskan bahwa guru harus memiliki pemahaman yang mendalam dan mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk mendukung pembelajaran yang komprehensif melalui pendekatan STEAM.

Saran

Dalam rangka meningkatkan efektivitas dan pemahaman tentang implementasi STEAM, berikut ini beberapa saran untuk penelitian ke depannya:

- Pengembangan Kurikulum Terintegrasi:

Meneliti pengembangan dan implementasi kurikulum yang terintegrasi dan kolaboratif

antar mata pelajaran. Penelitian ini dapat fokus pada bagaimana kurikulum tersebut dirancang, tantangan yang dihadapi dalam pelaksanaannya, dan hasil belajar yang diperoleh siswa.

- Evaluasi Infrastruktur dan Sumber Daya:

Mengkaji ketersediaan dan kualitas infrastruktur serta sumber daya yang mendukung pembelajaran STEAM. Penelitian ini dapat mencakup analisis tentang kebutuhan teknologi, fasilitas laboratorium, dan alat bantu pembelajaran yang diperlukan untuk implementasi STEAM yang efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawan, I. G., Suarjana, I. M., Werang, B. R., Asaloei, S. I., Sianturi, M., & Elele, E. C. (2023). Stem-Based Scientific Learning and Its Impact on Students' Critical and Creative Thinking Skills: an Empirical Study. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(3), 482-492. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i3.46882>
- Baran, M. (2023). Examining Expert Opinions on Steam Education : a Case. *International Online Journal of Education and Teaching*, 10(2), 778-801. <https://www.iojet.org/index.php/IOJET/article/view/1840/899>
- Breda, A., Garcia, V., & Santos, N. (2023). Teachers' Perceptions of STEAM Education. *International Journal of Technology in Education*, 6(4), 700-719. <https://doi.org/10.46328/ijte.563>
- Cook, K., Bush, S., Cox, R., & Edelen, D. (2020). Development of elementary teachers' science, technology, engineering, arts, and mathematics planning practices. *School Science and Mathematics*, 120(4), 197-208. <https://doi.org/10.1111/ssm.12400>
- DeJarnette, N. K. (2018). Implementing STEAM in the Early Childhood Classroom. *European Journal of STEM Education*, 3(3), 1-9. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/3878>
- Erdogan, N., & Bozeman, T. D. (2015). *Models of Project-Based Learning for the 21st Century BT - A Practice-based Model of STEM Teaching: STEM Students on the Stage (SOS)TM* (A. Sahin (ed.); pp. 31-42). SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-019-2_3
- Favo, C. F. (2021). "Teachers in the Workforce" Grant Intervention: Effective Professional Development for.
- Fosnot, C. T. (2013). *Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice, Second Edition*. Teachers College Press. <https://books.google.co.id/books?id=-plbAgAAQBAJ>
- Gross, K., & Gross, S. (2016). TRANSFORMATION: Constructivism, Design Thinking, and Elementary STEAM. *Art Education*, 69(6), 36-43. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224869>
- Hallinen, J. (2024). *STEM Education Curriculum*. Britannica. <https://www.britannica.com/topic/STEM-education>
- Herro, D., & Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Katz-Buonincontro, J. (2018). Gathering STE(A)M: Policy, curricular, and programmatic developments in arts-based science, technology, engineering, and mathematics education Introduction to the special issue of Arts Education Policy Review: STEAM Focus. *Arts Education Policy Review*, 119, 1-4. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1407979>
- Komarudin, K. (2022). STEM-Based E-Module in Improving Students' Mathematical Creative Thinking Ability: A Needs Analysis for Indonesian Students. *Jurnal Cartesian (Jurnal Pendidikan Matematika)*, 2(1), 124-136. <https://doi.org/10.33752/cartesian.v2i1.2685>
- Kurniawan, H., & Susanti, E. (2021). *Pembelajaran Matematika Dengan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic)* (1st ed.). Deepublish Publisher.

ISSN: 3025-6488

- Lockwood, D. (2023). Challenge-Based Learning & STEAM Curriculum. *The Steam Journal*, 5(1), 1-7. <https://doi.org/10.5642/steam.zfxx7073>
- Lopez, R. J. (2023). *Exploring Teachers' And Administrators' Perceptions Of STEAM Education In K-12 Schools And Its Implications On The Development Of STEAM: An Explanatory Sequential Mixed Method Design*.
https://scholar.stjohns.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1587&context=theses_dissertations
- Mang, H. M. A., Chu, H. E., Martin, S. N., & Kim, C. J. (2021). An SSI-Based STEAM Approach to Developing Science Programs. In *Asia-Pacific Science Education* (Vol. 7, Issue 2).
<https://doi.org/10.1163/23641177-bja10036>
- Nores, M., & Barnett, W. S. (2014). Access to High Quality Early Care and Education: Readiness and Opportunity Gaps in America. *The Future of Children*, 1(May), 23-50.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1353/foc.2019.0002>
- OECD. (2019). Pendidikan di Indonesia Belajar dari Hasil PISA 2018. *Pusat Penilaian Pendidikan Balitbang Kemendikbud*, 021, 1-206.
- Quigley, C. F., Herro, D., King, E., & Plank, H. (2020). STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School. *Journal of Science Education and Technology*, 29(4), 499-518.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w>
- Reimers, F. M., & Chung, C. K. (2019). *Teaching and learning for the twenty-first century: Educational goals, policies, and curricula from six nations*. Harvard education press.
- Videla-reyes, R., & Aguayo, C. (2022). Pedagogy of uncertainty : Laying down a path in walking with STEAM. *Pacific Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(1), 16-18.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24135/pjtel.v4i1.147>
- Wynn, T., & Harris, J. (2012). Toward A Stem + Arts Curriculum: Creating the Teacher Team. *Art Education*, 65(5), 42-47. <https://doi.org/10.1080/00043125.2012.11519191>