

Mengintegrasikan Seni dan *Data Science* untuk Meningkatkan Literasi Matematika dalam Pembelajaran STEAM

Umi Mahmudah¹, Azzahra Lailatun Nahdi², Devita Rizqi Maulida³, Nirma Ayu Suryaningtyas⁴, Selvalentina Rista Anggita⁵

¹UIN K.H. Abdurrahman Wahid Pekalongan
Email: umi.mahmudah@uingusdur.ac.id¹

Abstract

This study aims to explore the integration of art and data science in the context of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) learning to improve students' mathematical literacy. Using a qualitative approach with literature analysis, this study found that a STEAM approach that combines art and data science can increase students' motivation and engagement in mathematics learning. This integration also facilitates a deep and applicable understanding of mathematical concepts and improves students' problem-solving abilities. In addition, the integration of art expands students' creativity, and art-based projects help develop interpersonal and collaborative skills. The results showed that students also gained important data literacy skills, supporting their overall mathematical understanding. These findings emphasize the multidimensional benefits of a STEAM approach in mathematics education and offer insights for the development of a more integrated curriculum.

Keywords: Data Science, Art, Mathematical Literacy, STEAM Learning, Data Literacy

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi integrasi seni dan data science dalam konteks pembelajaran STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) untuk meningkatkan literasi matematika siswa. Menggunakan pendekatan kualitatif dengan analisis literatur, penelitian ini menemukan bahwa pendekatan STEAM yang menggabungkan seni dan data sains dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran matematika. Integrasi ini juga memfasilitasi pemahaman konsep matematika secara mendalam dan aplikatif serta memperbaiki kemampuan problem-solving siswa. Selain itu, penggabungan seni memperluas kreativitas siswa, dan proyek berbasis seni membantu mengembangkan keterampilan interpersonal dan kolaboratif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa juga memperoleh keterampilan literasi data yang penting, mendukung pemahaman matematis mereka secara keseluruhan. Temuan ini menekankan manfaat multidimensional dari pendekatan STEAM dalam pendidikan matematika dan menawarkan wawasan untuk pengembangan kurikulum yang lebih terintegrasi.

Kata Kunci: Data Science, Seni, Literasi Matematika, Pembelajaran STEAM, Literasi Data

PENDAHULUAN

Dalam konteks pendidikan abad ke-21, terdapat tuntutan yang semakin besar untuk mempersiapkan generasi muda menghadapi tantangan yang semakin kompleks dan multidimensi. Hal ini memicu pentingnya integrasi berbagai disiplin ilmu agar siswa memiliki keterampilan yang lebih luas, termasuk kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Salah satu pendekatan yang banyak diterapkan dalam pendidikan modern adalah STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). Pendekatan ini

menggabungkan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, seni, dan matematika dengan tujuan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif dan holistik kepada siswa, serta mempersiapkan mereka untuk menghadapi berbagai permasalahan dunia nyata (S Fatimah et al., 2024).

STEAM berbeda dengan pendekatan STEM yang lebih tradisional karena memasukkan unsur seni (Arts) sebagai komponen kunci. Seni dalam konteks STEAM tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan kreativitas, tetapi juga berperan sebagai medium untuk memfasilitasi pemahaman konsep-konsep ilmiah dan matematis secara lebih mendalam. Integrasi ini membantu siswa memahami konsep abstrak dengan cara yang lebih visual dan konkret, sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan problem solving (Khalishah & Mahmudah, 2022).

Salah satu contoh relevan dari integrasi seni dan ilmu data adalah bagaimana seni visual dapat digunakan untuk memvisualisasikan data, menjadikannya lebih mudah dipahami oleh siswa. Seni juga memberikan ruang bagi ekspresi ide-ide kompleks, termasuk dalam konteks matematika dan sains, yang sering kali dianggap sulit atau abstrak. Meskipun seni dan ilmu data sering dipandang sebagai dua disiplin yang terpisah, keduanya memiliki potensi besar dalam meningkatkan literasi matematika dan sains. Penggabungan disiplin ini tidak hanya merangsang kreativitas, tetapi juga memperkaya pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang diajarkan. Seni dan data science, meskipun sering dianggap sebagai disiplin yang terpisah, memiliki potensi yang signifikan dalam konteks pembelajaran STEAM, terutama dalam meningkatkan literasi matematika (Belbase et al., 2022; Khalishah & Mahmudah, 2022).

Seni, melalui pendekatan kreatif dan ekspresifnya, menawarkan cara inovatif untuk memvisualisasikan dan memahami konsep-konsep matematika yang rumit. Dengan menggunakan elemen visual, seperti bentuk, warna, dan pola, seni dapat membantu menjembatani kesenjangan antara pemahaman abstrak dan konkret dalam matematika. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk melihat hubungan yang lebih mendalam antara berbagai konsep matematis, sehingga memperkuat kemampuan mereka dalam menyelesaikan masalah dan berpikir kritis (Root-Bernstein, 2003). Seni tidak hanya memperindah penyampaian materi, tetapi juga berperan sebagai alat pedagogis yang memperkaya proses pembelajaran matematika melalui kreativitas dan imajinasi.

Di sisi lain, ilmu data menyediakan alat yang sangat kuat untuk menangani dan menganalisis data dalam jumlah besar, sehingga memberikan wawasan berbasis data yang dapat digunakan dalam pembelajaran matematika. Metode analitis yang digunakan dalam ilmu data, seperti statistik dan algoritma machine learning, memungkinkan siswa untuk mengolah dan menginterpretasi data secara akurat, sehingga mampu menghubungkan teori matematika dengan aplikasi praktis di dunia nyata. Dengan memanfaatkan pendekatan berbasis data, siswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang pola dan tren matematika, serta meningkatkan kemampuan mereka dalam menganalisis informasi secara kritis (Sarker, 2021).

Kombinasi seni dan ilmu data ini menciptakan peluang unik dalam pendidikan matematika, karena menawarkan pendekatan yang holistik dan menarik. Dengan mengintegrasikan kreativitas seni dan ketepatan analitis ilmu data, siswa dapat mengembangkan keterampilan matematika yang lebih mendalam dan relevan dengan tantangan abad ke-21. Pendekatan ini tidak hanya memperkaya proses pembelajaran, tetapi juga membantu siswa menjadi lebih terlibat, terinspirasi, dan siap untuk menerapkan pengetahuan matematika mereka dalam berbagai konteks kehidupan nyata.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana integrasi seni dan data science dalam pembelajaran STEAM dapat meningkatkan literasi matematika siswa. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif melalui analisis literatur, penelitian ini meninjau teori-teori yang ada, praktik-praktik yang telah diterapkan, serta hasil-hasil yang diperoleh dari berbagai studi yang relevan. Fokus utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi bagaimana metode dan teknik dari kedua disiplin ini dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran matematika yang lebih efektif dan menarik.

Melalui tinjauan literatur yang komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mendalam tentang manfaat dan tantangan integrasi seni dan data science dalam pendidikan STEAM, serta menawarkan rekomendasi untuk implementasi yang lebih baik di lingkungan pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk memperluas pemahaman tentang peran seni dan data science dalam pendidikan matematika, tetapi juga untuk memberikan kontribusi terhadap pengembangan metode pembelajaran yang lebih inovatif dan efektif.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan fokus pada analisis literatur untuk mengeksplorasi integrasi seni dan data science dalam pembelajaran STEAM serta dampaknya terhadap literasi matematika. Metode ini melibatkan tinjauan mendalam terhadap sumber-sumber akademik, termasuk artikel jurnal, buku, dan laporan penelitian yang relevan dengan topik. Data dikumpulkan melalui studi literatur yang mencakup teori dan praktik terkait integrasi seni dan data *science* dalam pendidikan.

Variabel dependen dalam penelitian ini adalah adalah resiliensi akademik siswa yang dikelompokkan menjadi tiga kelompok (rendah = 1; sedang = 2; dan tinggi = 3). Sedangkan variabel independen adalah emosi akademik siswa IPA yang terdiri dari tiga dimensi yaitu emosi terkait kelas (X1), emosi terkait pembelajaran (X2), dan emosi ujian (X3).

Teknik analisis data dilakukan dengan cara mengidentifikasi dan mengkategorikan tema-tema utama dari literatur yang ditemukan (Rismawati et al., 2024). Selanjutnya, analisis tematik digunakan untuk mengintegrasikan temuan dari berbagai sumber literatur, membandingkan teori dan praktek yang ada, serta menyusun pemahaman komprehensif tentang bagaimana integrasi ini dapat meningkatkan literasi matematika. Proses ini memastikan keakuratan dan validitas hasil penelitian dengan membandingkan berbagai sumber literatur dan teori yang ada.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peningkatan Motivasi dan Keterlibatan Siswa

Integrasi seni dan data sains dalam pembelajaran STEAM dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap motivasi dan keterlibatan siswa dalam mata pelajaran matematika (Rabalais, 2014). Ketika seni digunakan untuk menyajikan konsep-konsep matematika, siswa lebih tertarik dan terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Misalnya, penggunaan seni visual seperti grafik, diagram, dan infografis yang dirancang dengan elemen artistik memungkinkan siswa untuk melihat matematika dari perspektif yang lebih kreatif dan menarik. Teknik ini membantu siswa memahami konsep-konsep matematika dengan cara yang lebih intuitif dan mengurangi kebosanan yang sering kali terjadi dalam pembelajaran matematika konvensional.

Di sisi lain, data sains menawarkan alat yang kuat untuk menganalisis dan menginterpretasi data yang relevan dengan konteks matematika (Provost & Fawcett, 2013). Dengan memanfaatkan teknik analisis data, siswa dapat bekerja dengan data nyata

untuk menyelesaikan masalah matematika yang kompleks. Proyek-proyek berbasis data, seperti analisis statistik dan visualisasi data, memungkinkan siswa untuk menghubungkan teori matematika dengan aplikasi praktis. Hal ini tidak hanya membuat matematika lebih relevan dan menarik, tetapi juga mendorong siswa untuk lebih aktif berpartisipasi dalam kegiatan pembelajaran.

Studi literatur yang dilakukan menunjukkan bahwa pendekatan integratif ini tidak hanya meningkatkan pemahaman matematika siswa tetapi juga memperkuat motivasi mereka untuk belajar. Misalnya, sebuah penelitian menemukan bahwa integrasi seni dalam pembelajaran matematika meningkatkan minat siswa dan membantu mereka memvisualisasikan konsep-konsep abstrak (Land, 2013). Selain itu, penelitian lain melaporkan bahwa penggunaan alat data science dalam proyek matematika membuat pembelajaran lebih interaktif dan menarik bagi siswa (Provost & Fawcett, 2013). Hasil-hasil ini sejalan dengan temuan penelitian ini, yang menunjukkan bahwa kombinasi seni dan data science dalam pembelajaran STEAM dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa secara signifikan.

2. Pemahaman Konsep Matematika yang Lebih Baik

Pendekatan STEAM yang mengintegrasikan seni dan data sains memperbaiki pemahaman siswa terhadap konsep matematika (Glass & Wilson, 2016). Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metode STEAM memungkinkan siswa untuk mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam dan aplikatif mengenai konsep-konsep matematika. Integrasi seni dalam pembelajaran matematika memberi siswa cara baru untuk memvisualisasikan dan menyajikan ide-ide matematika, seperti menggunakan desain grafis dan seni visual untuk menggambarkan fungsi matematika, persamaan, dan konsep geometri (Provost & Fawcett, 2013). Hal ini memudahkan siswa untuk menangkap ide-ide abstrak dengan cara yang lebih konkret dan intuitif.

Sementara itu, penerapan data sains memberikan siswa kesempatan untuk bekerja dengan data nyata dan menerapkan metode statistik serta analisis data untuk menyelesaikan masalah matematika (NASEM, 2018). Proyek berbasis data memungkinkan siswa untuk melihat bagaimana matematika digunakan dalam konteks dunia nyata, meningkatkan relevansi dan pemahaman mereka terhadap teori-teori matematika. Misalnya, analisis data yang melibatkan statistik deskriptif dan inferensial

memberikan siswa pemahaman yang lebih baik tentang distribusi data, variabel, dan hubungan antar variabel, serta aplikasi matematika dalam konteks yang lebih praktis.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan dari studi-studi sebelumnya. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa integrasi seni dalam matematika membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih holistik dan kreatif tentang konsep-konsep matematika (Nutov, 2021). Selain itu, penelitian lainnya menunjukkan bahwa penerapan data science dalam pembelajaran matematika meningkatkan keterampilan analitis dan kemampuan pemecahan masalah siswa (Tambunan, 2019). Dengan menggabungkan kedua pendekatan ini, siswa tidak hanya belajar konsep matematika tetapi juga bagaimana menerapkannya dalam berbagai konteks, memperkuat pemahaman mereka secara keseluruhan.

3. Peningkatan Kemampuan Problem-Solving

Integrasi seni dan data science dalam pembelajaran STEAM secara signifikan meningkatkan kemampuan siswa dalam pemecahan masalah matematika (How & Hung, 2019). Metode pembelajaran yang kreatif dan analitis ini memfasilitasi pengembangan keterampilan problem-solving yang lebih kuat di kalangan siswa. Dengan memanfaatkan pendekatan STEAM, siswa terlibat dalam proyek yang memerlukan kombinasi keterampilan matematika, seni, dan analisis data, yang secara langsung mempengaruhi kemampuan mereka dalam menyelesaikan masalah kompleks.

Integrasi seni dalam pembelajaran matematika memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi berbagai cara kreatif untuk memecahkan masalah. Misalnya, penggunaan desain visual dan seni grafis dalam proyek matematika membantu siswa memikirkan solusi dari berbagai perspektif dan merancang strategi pemecahan masalah yang lebih inovatif. Pendekatan ini juga mendorong siswa untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis, yang esensial dalam menyelesaikan masalah matematika yang tidak terstruktur. Di sisi lain, penerapan data science memberikan siswa kesempatan untuk menghadapi masalah dunia nyata yang memerlukan analisis data, pemodelan statistik, dan interpretasi hasil. Melalui analisis data yang kompleks, siswa belajar bagaimana menyusun hipotesis, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis. Proses ini meningkatkan keterampilan mereka dalam memecahkan masalah secara sistematis dan berbasis bukti, yang sangat berharga dalam konteks akademis maupun praktis.

Temuan ini sejalan dengan hasil studi yang melaporkan bahwa metode pembelajaran yang mengintegrasikan aspek kreatif dan analitis dapat meningkatkan keterampilan problem-solving siswa (Widya et al., 2021). Dengan demikian, pendekatan STEAM yang menggabungkan seni dan data science terbukti efektif dalam mengembangkan kemampuan problem-solving siswa secara keseluruhan.

4. Pengembangan Keterampilan Kreatif

Integrasi seni dalam pembelajaran matematika mampu memperluas kreativitas siswa. Pendekatan STEAM yang memadukan seni dengan matematika memungkinkan siswa untuk berpikir secara kreatif dan inovatif, serta menerapkan konsep matematika dalam konteks seni (Shatunova et al., 2019). Proses ini tidak hanya memperdalam pemahaman siswa terhadap konsep matematika tetapi juga meningkatkan keterampilan kreatif mereka.

Melalui proyek-proyek yang menggabungkan seni dan matematika, siswa belajar bagaimana mengaplikasikan prinsip-prinsip matematika dalam desain visual, seni grafis, dan media kreatif lainnya. Misalnya, siswa dapat menggunakan teknik seni untuk menciptakan representasi visual dari konsep-konsep matematika seperti fraktal, geometri, atau pola statistik. Dengan cara ini, mereka tidak hanya belajar tentang matematika secara teoretis tetapi juga mengalami penerapannya dalam praktik kreatif.

Kegiatan seperti mendesain pola seni yang berhubungan dengan konsep matematika atau menganalisis data melalui infografis seni memotivasi siswa untuk berpikir di luar batas-batas konvensional dan mengembangkan solusi yang inovatif. Hal ini sejalan dengan temuan penelitian yang mengidentifikasi bahwa integrasi seni dalam pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dapat merangsang kreativitas siswa dan menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pelajaran (Kang, 2019).

Selain itu, integrasi seni memberikan siswa kesempatan untuk mengeksplorasi berbagai gaya dan teknik, memperkaya pengalaman pembelajaran mereka dan mendorong mereka untuk mengeksplorasi ide-ide baru dalam konteks matematika. Kreativitas yang berkembang melalui pendekatan ini juga mempersiapkan siswa untuk berinovasi dan berpikir kritis di luar ruang kelas, membekali mereka dengan keterampilan yang berharga untuk tantangan masa depan.

5. Pengembangan Soft Skills

Integrasi seni dalam pembelajaran matematika melalui pendekatan STEAM tidak hanya berdampak pada peningkatan keterampilan matematika siswa tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan soft skills mereka (Liao, 2016). Salah satu keuntungan utama dari metode ini adalah kemampuan siswa untuk mengembangkan keterampilan interpersonal dan kolaboratif yang krusial dalam dunia profesional dan sosial.

Proyek berbasis seni dalam konteks STEAM sering kali melibatkan kerja tim, di mana siswa harus bekerja sama untuk menyelesaikan tugas yang kompleks dan kreatif. Dalam situasi ini, siswa belajar bagaimana berkomunikasi secara efektif, mengelola konflik, dan mendistribusikan tugas secara adil di antara anggota tim. Proses ini mengajarkan mereka keterampilan penting seperti negosiasi, empati, dan kemampuan untuk mendengarkan dan menghargai pandangan orang lain.

Sebagai contoh, dalam proyek seni yang mengintegrasikan data science, siswa mungkin harus bekerja dalam kelompok untuk menghasilkan presentasi visual dari data matematika atau menciptakan karya seni yang mencerminkan hasil analisis data. Dalam situasi ini, mereka harus berkolaborasi untuk merumuskan ide, merancang proyek, dan mempresentasikan hasil kerja mereka kepada audiens. Pengalaman ini membantu siswa memahami dinamika kerja tim, meningkatkan kemampuan mereka dalam memberikan dan menerima umpan balik konstruktif, serta memperkuat keterampilan komunikasi mereka.

Selain itu, keterlibatan dalam proyek berbasis seni yang melibatkan elemen matematika sering kali memerlukan siswa untuk berpikir secara kritis dan kreatif, yang memupuk kemampuan mereka dalam pemecahan masalah dan penyesuaian terhadap perubahan. Melalui proses ini, siswa mengembangkan kemampuan untuk bekerja dalam situasi yang tidak terstruktur dan menangani tantangan dengan fleksibilitas dan kreativitas. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dalam konteks STEAM dapat meningkatkan keterampilan kolaboratif dan komunikasi siswa, serta mempersiapkan mereka untuk bekerja dalam lingkungan yang semakin interdisipliner (Warr & West, 2020). Keterampilan ini sangat berharga karena tidak hanya memperkaya pengalaman belajar siswa tetapi juga

mempersiapkan mereka untuk sukses dalam berbagai konteks profesional dan sosial di masa depan.

6. Pengembangan Literasi Data

Pengintegrasian data science dalam pembelajaran matematika melalui pendekatan STEAM mampu memperkuat literasi data siswa (Twiningsih & Elisanti, 2021). Literasi data mencakup keterampilan dalam mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data, yang merupakan komponen penting dalam memahami dan menerapkan konsep matematika secara efektif (Mandinach & Gummer, 2016).

Keterampilan literasi data penting karena memungkinkan siswa untuk mengidentifikasi pola, membuat prediksi berdasarkan data, dan menginterpretasikan hasil dalam konteks dunia nyata. Sebagai contoh, melalui analisis data dalam proyek seni matematika, siswa dapat belajar bagaimana menghubungkan data kuantitatif dengan representasi visual yang kreatif, serta bagaimana menggunakan data untuk mendukung argumen atau keputusan mereka. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dalam integrasi seni dan data science lebih siap untuk menghadapi tantangan yang memerlukan keterampilan analitis dan evaluatif. Mereka menjadi lebih terampil dalam menggunakan perangkat lunak analisis data dan metode statistik dasar, yang merupakan keterampilan yang sangat dihargai dalam berbagai bidang akademik dan professional (Siti Fatimah et al., 2021).

Keterampilan literasi data yang dikembangkan melalui pendekatan STEAM memberikan manfaat jangka panjang, membantu siswa untuk lebih memahami dan menggunakan data dalam pengambilan keputusan yang informasional. Hal ini sejalan dengan temuan yang menunjukkan bahwa integrasi data science dalam pendidikan tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep matematika tetapi juga mempersiapkan siswa untuk tantangan di era digital yang sangat bergantung pada analisis data (Provost & Fawcett, 2013).

PENUTUP

Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi seni dan data science dalam pembelajaran STEAM secara signifikan meningkatkan literasi matematika siswa. Integrasi ini terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa, memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep matematika, serta meningkatkan kemampuan pemecahan masalah.

Pendekatan STEAM tidak hanya membuat pembelajaran matematika lebih menarik, tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih mendalam dan aplikatif melalui penerapan data science dan seni. Lebih lanjut, pendekatan ini juga mendorong pengembangan keterampilan kreatif dan soft skills siswa, seperti keterampilan interpersonal dan kolaboratif, yang diperoleh melalui proyek berbasis seni. Selain itu, siswa memperoleh keterampilan literasi data yang kuat, termasuk analisis dan interpretasi data, yang mendukung pemahaman matematika secara lebih komprehensif. Temuan ini menegaskan pentingnya menggabungkan seni dan data science untuk menciptakan pengalaman pembelajaran matematika yang lebih holistik dan mempersiapkan siswa dengan keterampilan yang relevan untuk masa depan. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan studi longitudinal untuk mengevaluasi dampak jangka panjang dari integrasi STEAM terhadap prestasi akademik dan keterampilan hidup siswa. Penelitian lebih lanjut juga dapat mencakup eksperimen dengan berbagai metode integrasi seni dan data science untuk mengeksplorasi cara-cara baru dalam meningkatkan literasi matematika dan keterampilan terkait.

DAFTAR PUSTAKA

- Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2022). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Fatimah, S, Chamdani, M., Trisnawati, O. R., & Mahmudah, U. (2024). The Effect of Science Projects Through The Edmodo Platform to Enhance Critical Thinking And Students' Science Motivation: A Mixed-Method Study. *Journal of Science Education Research*, 8(2), 133-141.
- Fatimah, Siti, Parwati, L., Jannah, M., & Mahmudah, U. (2021). Peran Keterlibatan Orang Tua dalam Pengembangan Literasi Digital pada Anak Sekolah Dasar. *SEMAI: Seminar Nasional PGMI*, 1(1), 586-595.
- Glass, D., & Wilson, C. (2016). The Art and Science of Looking: Collaboratively Learning Our Way to Improved STEAM Integration. *Art Education*. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224822>
- How, M. L., & Hung, W. L. D. (2019). Educating AI-thinking in science, technology, engineering,

- arts, and mathematics (STEAM) education. *Education Sciences*.
<https://doi.org/10.3390/educsci9030184>
- Kang, N. H. (2019). A review of the effect of integrated STEM or STEAM (science, technology, engineering, arts, and mathematics) education in South Korea. In *Asia-Pacific Science Education*. <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>
- Khalishah, N., & Mahmudah, U. (2022). Analisis Perkembangan Pembelajaran STEM (Science, Technology, Engineering, And Mathematics) pada Keterampilan Abad 21. *SANTIKA: Seminar Nasional Tadris Matematika*, 2, 417–431.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>
- Liao, C. (2016). From Interdisciplinary to Transdisciplinary: An Arts-Integrated Approach to STEAM Education. *Art Education*. <https://doi.org/10.1080/00043125.2016.1224873>
- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2016). Data Literacy for Educators: Making It Count in Teacher Preparation and Practice. *Technology, Education--Connections (The TEC Series)*. *Teachers College Press*.
- NASEM. (2018). Data Science for Undergraduates: Opportunities and Options. In *Data Science for Undergraduates*.
- Nutov, L. (2021). Integrating visual arts into the mathematics curriculum: The case of pre-service teachers. *Teaching and Teacher Education*.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103218>
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>
- Rabalais, M. E. (2014). STEAM: A National Study of the Integration of the Arts Into STEM Instruction and its Impact on Student Achievement. *Ph.D. Thesis*.
- Rismawati, S. D., Mustakim, Z., Mahmudah, U., & Kamal, R. (2024). Legal Culture and Disability Rights in Indonesian Islamic Higher Education: A Review of Practices. *Journal of Ecohumanism*, 3(4), 1368–1377.
- Root-Bernstein, R. (2003). The Art of Innovation: Polymaths and Universality of the Creative

- Process. In *The International Handbook on Innovation*. <https://doi.org/10.1016/B978-008044198-6/50018-8>
- Sarker, I. H. (2021). Data Science and Analytics: An Overview from Data-Driven Smart Computing, Decision-Making and Applications Perspective. In *SN Computer Science*. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00765-8>
- Shatunova, O., Anisimova, T., Sabirova, F., & Kalimullina, O. (2019). Steam as an innovative educational technology. *Journal of Social Studies Education Research*.
- Tambunan, H. (2019). The Effectiveness of the Problem Solving Strategy and the Scientific Approach to Students' Mathematical Capabilities in High Order Thinking Skills. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. <https://doi.org/10.29333/iejme/5715>
- Twiningasih, A., & Elisanti, E. (2021). Development of STEAM Media to Improve Critical Thinking Skills and Science Literacy: A Research and Development Study In SD Negeri Laweyan Surakarta, Indonesia. *International Journal of Emerging Issues in Early Childhood Education*.
- Warr, M., & West, R. E. (2020). Bridging academic disciplines with interdisciplinary project-based learning: Challenges and opportunities. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*. <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v14i1.285901>
- Widya, Maielfi, D., & Alfiyandri. (2021). Need Analysis for Physics E-Module Based on Creative Problem Solving Integrated 21st Century Skills. *Journal of Physics: Conference Series*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012110>