

KESIAPAN MAHASISWA CALON GURU MATEMATIKA DALAM MENGIMPLEMENTASIKAN PENDIDIKAN STEM UNTUK PEMBELAJARAN MATEMATIKA

Nabila Fauzia^{1*}, Mulin Nu'man²

^{1,2} Program Studi Pendidikan Matematika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

Jl. Marsda Adisucipto, Yogyakarta, Indonesia 55281.

Email: 22104040054@student.uin-suka.ac.id^{1*}, mulin.nu@uin-suka.ac.id²

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesiapan mahasiswa calon guru matematika dalam mengimplementasikan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dalam pembelajaran matematika. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan melibatkan 8 mahasiswa dari 4 universitas—2 di Ponorogo dan 2 di Yogyakarta sebagai subjek penelitian. Instrumen pengumpulan data berupa angket dan wawancara yang dirancang berdasarkan empat aspek utama, yaitu pengetahuan konseptual STEM, persepsi terhadap pembelajaran STEM, *self-efficacy* dalam mengintegrasikan STEM, dan pengetahuan pedagogi STEM. Hasil angket menunjukkan bahwa kesiapan mahasiswa berada pada kategori tinggi dengan skor rata-rata keseluruhan sebesar 84,23%. Wawancara mendalam mengungkapkan bahwa mahasiswa memiliki pemahaman yang baik tentang konsep STEM dan menunjukkan sikap positif terhadap penerapannya, namun masih membutuhkan penguatan dalam praktik dan asesmen. Temuan ini menunjukkan perlunya pelatihan berbasis praktik dan pengalaman langsung untuk meningkatkan kesiapan calon guru dalam menerapkan pembelajaran berbasis STEM secara optimal di kelas matematika.

Kata Kunci: STEM, kesiapan mahasiswa, calon guru matematika, pembelajaran matematika.

ABSTRACT

This study aims to describe the readiness of prospective mathematics teachers in implementing the STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) approach in mathematics learning. The method used is qualitative descriptive, involving 8 students from 4 universities—2 in Ponorogo and 2 in Yogyakarta—as research subjects. The data collection instruments consist of questionnaires and interviews designed based on four main aspects: conceptual knowledge of STEM, perceptions of STEM learning, self-efficacy in integrating STEM, and pedagogical knowledge of STEM. The questionnaire results indicated that the students' readiness was in the high category, with an overall average score of 84.23%. In-depth interviews revealed that the students had a good understanding of STEM concepts and demonstrated positive attitudes toward their application, but still required reinforcement in practice and assessment. These findings suggest the need for practice-based training and hands-on experience to enhance prospective teachers' readiness in effectively implementing STEM-based learning in mathematics classrooms.

Keywords: STEM, student readiness, prospective mathematics teachers, mathematics learning.

PENDAHULUAN

Para guru dan juga calon guru, baik yang sudah berpengalaman maupun yang masih dalam tahap pendidikan, tampaknya belum sepenuhnya memahami cara menerapkan pembaruan kurikulum yang diperlukan akibat dari kemajuan pesat dalam ilmu pengetahuan dan teknologi (Hidayat & Abdillah, 2019). Pendidikan matematika memiliki peran yang sangat penting dalam mempersiapkan generasi muda untuk menghadapi tantangan global (Sofiyah dkk., 2025). Untuk bersaing di dunia kerja yang semakin ketat, perguruan tinggi perlu mempersiapkan lulusannya dengan metode pembelajaran yang relevan (Respati, 2018). Berbagai pendekatan inovatif dalam pendidikan telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran, salah satunya adalah pendekatan STEM (Rarastika dkk., 2025).

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan metode pembelajaran yang menggabungkan empat bidang utama, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika secara terpadu (Davidi dkk., 2021). Kemudian pendidikan STEM merupakan suatu pendekatan dalam dunia pendidikan yang mengintegrasikan ilmu sains, teknologi, rekayasa, dan matematika ke dalam proses pembelajaran yang berorientasi pada penyelesaian masalah (Suwardi, 2021). Integrasi STEM menjadi

suatu pendekatan dalam mengatasi permasalahan di dunia nyata dengan menuntun pola pikir peserta didik menjadi pemecah masalah, penemu, inovator, membangun kemandirian, berpikir logis, melek teknologi, dan mampu menghubungkan pendidikan STEM dengan dunia kerjanya (Mulyani, 2019).

STEM sebagai pendekatan bertujuan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, juga berguna untuk pengembangan sikap kreatif dan kemandirian dalam kehidupan sehari-hari (Attiaturrahmaniah dkk., 2022). Pendekatan STEM penting bagi guru karena mempersiapkan siswa menghadapi era modern yang ditandai dengan inovasi teknologi (Zainil dkk., 2023). Guru yang memiliki penguasaan terhadap pendekatan STEM dapat menyampaikan pembelajaran yang mengintegrasikan sains, matematika, teknologi, dan rekayasa, sehingga mampu menciptakan suasana belajar yang mendorong siswa untuk mengasah kemampuan berpikir kritis, bekerja sama, dan memecahkan masalah (Zainil dkk., 2023). Maka dari itu, pengetahuan tentang integrasi STEM memiliki peran penting bagi calon guru matematika dalam kesuksesan pembelajaran STEM (Yuliati & Saputra, 2019).

Pentingnya pendekatan STEM dalam pendidikan matematika telah diakui secara luas (Yuliati & Saputra, 2019).

Namun, efektivitas implementasi pendekatan ini sangat bergantung pada kesiapan guru, terutama calon guru matematika untuk mengintegrasikan konsep STEM ke dalam pembelajaran mereka (Rarastika dkk., 2025). Mahasiswa calon guru matematika memegang peran penting dalam menerapkan pendekatan STEM di masa depan dalam membentuk pemikiran logis serta kritis siswa agar nantinya siswa memenuhi standar kelulusan yang baik (Syafira dkk., 2024). Oleh karena itu, pemahaman dan kesiapan mereka dalam mengintegrasikan STEM menjadi fokus penting dalam penelitian ini.

Implementasi STEM sangat bergantung pada kesiapan guru, terutama calon guru matematika (Yuliati & Saputra, 2019). Penelitian sebelumnya seperti Margot & Kettler (2019), yang membahas tingkat kesiapan guru atau mahasiswa pendidikan matematika dalam mengintegrasikan pendekatan STEM dan faktor-faktor yang memengaruhi kesiapan, seperti pengetahuan STEM, pedagogi, pengalaman belajar, dan *self-efficacy*, menunjukkan bahwa guru memiliki persepsi positif terhadap STEM namun mengalami kendala dalam penerapannya. Kemudian penelitian Yuliati & Saputra (2019) membahas sejauh mana calon guru memahami konsep STEM secara teoritis dan praktis dan kemampuan mereka dalam merancang pembelajaran berbasis STEM

yang kontekstual dan terintegrasi, juga menegaskan pentingnya penguasaan pedagogik STEM bagi calon guru. Namun, kajian tentang kesiapan mahasiswa calon guru matematika masih terbatas.

Maka dari itu untuk mengisi kesenjangan tersebut. Penelitian ini meneliti secara mendalam kesiapan mahasiswa calon guru matematika dalam mengimplementasikan STEM untuk pembelajaran matematika. Penelitian ini berfokus pada calon guru matematika yang belum berpengalaman karena mereka adalah agen perubahan yang akan membawa inovasi dalam pendidikan matematika di masa depan. Pemahaman mendalam tentang kesiapan mereka dalam mengintegrasikan STEM akan memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan program pelatihan dan kurikulum pendidikan guru yang lebih efektif. Dengan memahami kesiapan mereka, kita dapat mempersiapkan mereka untuk menerapkan STEM dengan lebih baik, sehingga meningkatkan kualitas pendidikan matematika secara keseluruhan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat membantu calon guru untuk mempersiapkan diri dalam mengintegrasikan STEM, serta memberikan kontribusi yang signifikan dalam mempersiapkan calon guru matematika yang kompeten dalam

menerapkan pendekatan STEM di masa depan.

Observasi awal terhadap mahasiswa calon guru matematika di beberapa universitas menunjukkan bahwa meskipun mereka telah menerima materi STEM dalam perkuliahan, banyak yang masih merasa ragu dan kurang percaya diri dalam merancang pembelajaran yang mengintegrasikan seluruh komponen STEM, terutama aspek rekayasa dan matematika. Praktik microteaching pun menunjukkan integrasi yang masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kesiapan mahasiswa calon guru matematika dalam mengimplementasikan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif (Creswell & Creswell, 2018). Penelitian ini menjelaskan bagaimana kesiapan mahasiswa calon guru matematika dalam mengintegrasikan STEM untuk pembelajaran matematika. Subjek penelitian ini adalah 8 mahasiswa calon guru matematika yang dipilih secara acak dari 4 universitas, 2 di Ponorogo dan 2 di Yogyakarta, dengan kriteria belum memiliki pengalaman mengajar dengan integrasi STEM dan merupakan mahasiswa dari Prodi Pendidikan Matematika.

Langkah-langkah penelitian diawali dengan tahap persiapan yang meliputi pemilihan subjek dan penyusunan kisi-kisi instrumen penelitian, yaitu wawancara dan angket. Kisi-kisi wawancara dan angket dirancang untuk mengeksplorasi empat aspek utama yang meliputi: pengetahuan konseptual STEM (memuat item-item terkait pemahaman definisi, prinsip, dan keterkaitan antar disiplin STEM dalam konteks matematika), persepsi calon guru matematika dalam pembelajaran STEM (mencakup item-item mengenai minat, antusiasme, dan pandangan terhadap efektivitas pendekatan STEM), keyakinan diri (*self-efficacy*) dalam mengintegrasikan STEM (berisi pernyataan mengenai rasa percaya diri dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran STEM dalam matematika), dan pengetahuan pedagogi STEM (meliputi pemahaman tentang strategi, metode, dan model pembelajaran yang sesuai untuk integrasi STEM dalam matematika).

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara yang direkam dan dilengkapi catatan lapangan, diikuti dengan analisis data kualitatif yang mencakup reduksi data, pembacaan data, pengkodean data, dan interpretasi data, yang berfokus pada tema-tema yang muncul dari transkrip wawancara. Analisis data angket akan dilakukan secara kuantitatif untuk melengkapi temuan kualitatif.

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan. Kesimpulan ini menjawab pertanyaan penelitian mengenai kesiapan konseptual, persepsi, dan tantangan yang diantisipasi oleh mahasiswa calon guru matematika dalam mengintegrasikan STEM. Kesimpulan yang ditarik didukung oleh bukti-bukti yang ditemukan dalam data, sehingga memberikan gambaran yang komprehensif mengenai topik penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dianalisis untuk menghitung rata-rata skor perolehan tiap aspek, kemudian dikonversi ke dalam bentuk persentase untuk memudahkan interpretasi. Hasil rekapitulasi skor disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Angket

Aspek	Nomor Item	Persentase (%)
Pengetahuan Konseptual STEM	1, 2, 3, 10, 11, 12	87,50%
Persepsi calon Guru dalam Pembelajaran STEM	9, 13, 18	89,58%
Self-Efficacy dalam Mengintegrasikan STEM	4, 5, 6, 7, 8	76,25%
Pengetahuan Pedagogi STEM	14, 15, 16, 17	83,59%

Pengetahuan Konseptual STEM

Hasil angket menunjukkan bahwa aspek pengetahuan konseptual STEM memperoleh persentase tertinggi sebesar 87,50%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki pemahaman yang baik mengenai definisi STEM dan keterkaitan antar disiplin yang terkandung di dalamnya. Mereka memahami bahwa STEM merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, serta mengerti bagaimana konsep-konsep tersebut dapat diintegrasikan dalam konteks pembelajaran. Hal ini juga diperkuat oleh (Kelley & Knowles, 2016) yang menyatakan bahwa pendidikan STEM merupakan pendekatan interdisipliner yang menggabungkan konsep akademik dengan pembelajaran berbasis dunia nyata. Misalnya, banyak dari mereka dapat mengidentifikasi hubungan antara perbandingan dalam matematika dengan pengukuran dalam sains atau teknik. Ini menunjukkan adanya kesadaran bahwa pembelajaran matematika dapat lebih bermakna ketika dikaitkan dengan konteks kehidupan nyata. Pengetahuan dasar yang baik ini menjadi modal penting dalam mendukung keberhasilan penerapan pembelajaran berbasis STEM.

Dari wawancara, beberapa responden menyatakan bahwa integrasi

STEM dapat membuka peluang bagi siswa untuk melihat keterkaitan antar mata pelajaran dan meningkatkan pemahaman secara holistik. Salah satu mahasiswa menyampaikan bahwa integrasi ini mendorong siswa untuk berpikir lintas disiplin dan mampu menyelesaikan masalah kontekstual secara lebih kreatif. Meskipun sebagian lainnya masih memiliki pemahaman yang terbatas pada definisi formal, mereka tetap menunjukkan antusiasme dalam mempelajari lebih lanjut tentang implementasi STEM. Secara umum, mahasiswa telah memahami bahwa pendekatan STEM bukan sekadar penggabungan konten, tetapi lebih kepada pembelajaran yang menuntut keterampilan berpikir tingkat tinggi. Hal ini sejalan dengan pandangan (Emlidha, Wardono, & Waluyo, 2024) yang menyatakan bahwa pendidikan STEM terpadu dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis yang berkaitan erat dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Dengan demikian, kesiapan konseptual mereka berada pada kategori tinggi, meskipun masih dibutuhkan penguatan melalui praktik langsung dan pendalamannya materi integratif.

Persepsi Calon Guru dalam Pembelajaran STEM

Persentase pada aspek persepsi terhadap pembelajaran STEM tergolong tinggi, yaitu sebesar 89,58%, yang

menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru secara umum memiliki pandangan positif terhadap pendekatan ini. Dalam angket, mayoritas responden menunjukkan antusiasme terhadap gagasan integrasi antar mata pelajaran, meskipun sebagian kecil masih merasa bahwa pendekatan ini tidak selalu cocok untuk semua topik matematika. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun pemahaman belum sepenuhnya merata, sikap mahasiswa terhadap efektivitas pembelajaran STEM cenderung mendukung. Beberapa mahasiswa menyatakan minat yang kuat untuk mencoba pembelajaran berbasis proyek dan kontekstual, yang menunjukkan keterbukaan terhadap inovasi dalam pembelajaran matematika. Hal ini sejalan dengan pendapat (Margot & Kettler, 2019) yang menyatakan bahwa guru melihat pendekatan STEM sebagai strategi yang memotivasi siswa karena menantang dan melibatkan konteks dunia nyata dalam proses pembelajaran.

Dari data wawancara, diketahui bahwa sebagian besar mahasiswa memahami perlunya peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran STEM, bukan sekadar menyampaikan materi. Namun, belum semua memiliki pengalaman langsung dalam merancang pembelajaran lintas disiplin, sehingga masih ada keraguan dalam pelaksanaannya. Meskipun demikian, para responden

umumnya percaya bahwa pendekatan STEM dapat meningkatkan motivasi belajar siswa, terutama jika dirancang dengan baik. Hal ini sejalan dengan temuan (Erlinawati, 2021) yang menyatakan bahwa guru melihat pendekatan STEM sebagai cara yang efektif untuk meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa. Oleh karena itu, pelatihan dan pembekalan lebih lanjut tetap dibutuhkan untuk menguatkan kesiapan dan keyakinan mahasiswa dalam mengimplementasikan STEM secara optimal di kelas.

***Self-Efficacy* dalam Mengintegrasikan STEM**

Pada aspek *self-efficacy* atau keyakinan diri, diperoleh skor sebesar 76,25%, yang menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki tingkat kepercayaan diri yang cukup baik, meskipun belum sepenuhnya stabil. Respon angket menunjukkan bahwa mereka merasa mampu merancang kegiatan berbasis STEM, namun masih merasa kesulitan dalam menghadapi hambatan praktis seperti keterbatasan alat dan bahan. Mahasiswa juga mengaku ragu apakah dapat membimbing siswa dalam proyek kolaboratif yang kompleks. Walaupun mereka menunjukkan keinginan kuat untuk belajar, perasaan tidak siap masih muncul saat membayangkan pelaksanaan di lapangan. Beberapa item menunjukkan

keraguan mereka dalam mengelola kegiatan eksperimen atau proyek yang memerlukan interaksi antar bidang ilmu. Hal ini mencerminkan bahwa penguatan kompetensi praktis menjadi kebutuhan penting dalam meningkatkan *self-efficacy* mereka.

Dalam wawancara, mayoritas responden mengakui bahwa mereka belum pernah terlibat dalam praktik langsung pembelajaran STEM di sekolah. Hal ini membuat mereka hanya bisa membayangkan rancangan pembelajaran dari segi teori tanpa pengalaman nyata. Pernyataan ini diperkuat oleh Skaalvik & Sidsel (2016) yang menekankan pentingnya pengalaman mengajar riil dalam membentuk keyakinan dan kesiapan calon guru. Salah satu responden mengatakan bahwa ia merasa antusias untuk mencoba, namun masih bingung harus mulai dari mana saat merancang proyek pembelajaran lintas mata pelajaran. Selain itu, responden juga mengungkapkan kekhawatiran terhadap penerimaan siswa dan kesiapan lingkungan sekolah dalam mendukung pendekatan ini. Namun demikian, sebagian lainnya merasa bahwa dengan dukungan dari dosen dan rekan sejawat, mereka bisa membangun kepercayaan diri secara bertahap. Kesimpulannya, keyakinan diri mahasiswa berada pada level cukup, dan perlu dikuatkan melalui simulasi dan

pengalaman mengajar berbasis STEM secara langsung.

Pengetahuan Pedagogi STEM

Aspek pengetahuan pedagogi STEM mendapatkan persentase 83,59%, menandakan bahwa mahasiswa cukup memahami strategi dan metode pembelajaran yang sesuai untuk integrasi STEM. Berdasarkan hasil angket, mereka menunjukkan pemahaman tentang pentingnya pendekatan seperti *problem-based learning* dan pembelajaran berbasis proyek sebagai metode utama dalam pembelajaran STEM. Mereka juga mengakui bahwa penggunaan teknologi seperti GeoGebra dapat memfasilitasi integrasi antar konsep, khususnya dalam menyampaikan visualisasi konsep matematika yang berkaitan dengan teknik atau sains. Di sisi lain, masih ditemukan sebagian mahasiswa yang belum menyadari pentingnya diversifikasi metode penilaian dalam proyek STEM. Ada pula kecenderungan untuk tetap mengandalkan metode ceramah sebagai cara utama menyampaikan materi. Hal ini menunjukkan bahwa masih ada kesenjangan antara pengetahuan teoritis dan kebiasaan mengajar konvensional yang sudah mengakar.

Namun demikian, hasil angket dan wawancara juga mengungkap bahwa sebagian mahasiswa belum menyadari

pentingnya diversifikasi metode penilaian dalam pembelajaran STEM. Masih ada yang mengandalkan metode ceramah dan tes tertulis sebagai pendekatan utama. Padahal, Sofariah dkk. (2020) menyatakan bahwa asesmen autentik dalam pembelajaran berbasis proyek perlu menilai tidak hanya hasil akhir, tetapi juga proses berpikir, kreativitas, dan kerja tim.

Mahasiswa menunjukkan kemampuan dalam memilih metode yang relevan dengan konteks integrasi STEM, seperti kolaborasi tim, diskusi kelompok, dan penyelesaian masalah terbuka. Meskipun demikian, hanya sedikit dari mereka yang menyebutkan bentuk penilaian alternatif dalam pembelajaran proyek. Salah satu responden mengungkapkan ketertarikannya untuk mengevaluasi siswa tidak hanya dari hasil akhir, tetapi juga dari proses berpikir dan dinamika kerja sama yang terjadi selama kegiatan. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa telah mulai memahami pentingnya asesmen autentik dalam pembelajaran STEM. Pandangan ini sejalan dengan pendapat yang menekankan bahwa asesmen STEM harus dirancang untuk mencakup aspek kognitif, sosial, dan praktik secara menyeluruh (Sofariah dkk., 2020). Oleh karena itu, meskipun mahasiswa sudah berada pada jalur yang tepat dalam memahami pedagogi STEM, mereka tetap membutuhkan bimbingan

berkelanjutan untuk menyempurnakan implementasinya dalam praktik mengajar yang sesungguhnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa mahasiswa calon guru matematika menunjukkan kesiapan yang cukup tinggi dalam mengimplementasikan pendidikan STEM untuk pembelajaran matematika. Aspek pengetahuan konseptual dan persepsi terhadap pendekatan STEM berada dalam kategori sangat baik, menunjukkan pemahaman yang kuat terhadap definisi, prinsip, dan urgensi integrasi lintas disiplin dalam pendidikan. Meskipun aspek *self-efficacy* dan pengetahuan pedagogi juga berada dalam kategori baik, temuan wawancara mengindikasikan bahwa mahasiswa masih membutuhkan pengalaman langsung dan pelatihan yang lebih aplikatif, khususnya dalam merancang, melaksanakan, dan menilai pembelajaran STEM secara menyeluruh.

Keterbatasan pengalaman praktis, minimnya pemahaman tentang asesmen autentik, serta kebiasaan mengajar konvensional menjadi tantangan utama yang perlu diatasi. Oleh karena itu, lembaga pendidikan perlu menyediakan program pembelajaran dan pelatihan berbasis praktik serta simulasi yang terintegrasi dengan pendekatan STEM agar

mahasiswa lebih siap menghadapi tuntutan dunia pendidikan yang terus berkembang. Penelitian ini juga menegaskan bahwa kesiapan calon guru tidak hanya dipengaruhi oleh pemahaman teoritis, tetapi juga sangat bergantung pada pengalaman, dukungan institusional, dan kualitas pendidikan guru itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Atiaturrahmaniah, Aryana, I. D. P., & Suastra, I. W. (2022). Peran Model Science, Technology, Engineering, Arts, and Math (STEAM) dalam Meningkatkan Berpikir Kritis dan Literasi Sains Siswa Sekolah Dasar. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 7(2), 368–375. <https://doi.org/10.29210/022537jpgi0005>
- Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi Pendekatan STEM (Science, Technology, Enggeenering and Mathematic) untuk Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22. <https://doi.org/10.24246/j.js.2021.v11.i1.p11-22>
- Emilidha, W. P., Wardono, & Waluyo, B. (2024). Integrasi STEAM dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 7, 301–308. <https://proceeding.unnes.ac.id/prisma/article/view/2966>
- Erlinawati. (2021). Penggunaan

- Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa Kelas XI Mipa 7 Materi Hukum Archimedes pada SMAN 1 Sakti. *Jurnal Sains Riset (JSR)*, 11(2), 129–136. <https://doi.org/10.47647/jsr.v11i2.479>
- Hidayat, R. & Abdillah. (2019). *Ilmu Pendidikan Konsep, Teori dan Aplikasinya*. Medan: Lembaga Peduli Pengembangan Pendidikan Indonesia (LPPPI).
- Kelley, T. R. & Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(11). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Margot, K. C. & Kettler, T. (2019). Teachers' Perception of STEM Integration and Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 6(2). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Pascasarjana 2019*, 7(1), 455–460. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/download/325/351>
- Rarastika, N., Nasution, K., Nainggolan, M. C., Tarisya, D., Safira, R., Isyrofirrahmah, & Mailani, E. (2025). Efektivitas Pendekatan Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dalam Pembelajaran Matematika Abad ke-21. *Jurnal Sadewa: Publikasi Ilmu Pendidikan, Pembelajaran Dan Ilmu Sosial*, 3(1), 105–113. <https://doi.org/10.61132/sadewa.v3i1.1464>
- Respati, Y. A. (2018). Collaborative Learning dalam Upaya Peningkatan Keaktifan Mahasiswa pada Proses Pembelajaran. *Jurnal Efisiensi - Kajian Ilmu Administrasi*, 15(2), 15–23. [10.21831/efisiensi.v15i2.24490](https://doi.org/10.21831/efisiensi.v15i2.24490)
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (2016). Teacher Stress and Teacher Self-Efficacy as Predictors of Engagement, Emotional Exhaustion, and Motivation to Leave the Teaching Profession. *Creative Education*, 7(13), 1785–1799. [10.4236/ce.2016.713182](https://doi.org/10.4236/ce.2016.713182)
- Sofariah, S., Mulyana, E. H., & Lidinilah, D. A. M. (2020). Pengembangan Asesmen Model STEM pada Konsep Terapung Melayang Tenggelam untuk Memfasilitasi Keterampilan Saintifik Anak Usia Dini. *Jurnal PAUD Agapedia*, 4(1), 145–156. <https://doi.org/10.17509/jpa.v4i1.27205>
- Sofiyah, K., Nasution, N. E., Amelia, A., & Hutagalung, L. A. (2025). Pengaruh Kesadaran Siswa terhadap Pentingnya Matematika dalam Karir di Era Digital dan Ekonomi Berbasis Pengetahuan. *Aliansi: Jurnal Hukum, Pendidikan Dan Sosial Humaniora*, 2(1), 111–118. <https://doi.org/10.62383/aliansi.v2i1.1673>
- Suwardi. (2021). STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Inovasi dalam Pembelajaran Vokasi Era Merdeka Belajar Abad 21. *PAEDAGOGY: Jurnal Ilmu Pendidikan dan Psikologi*, 1(1), 40–48. <https://doi.org/10.51878/paedagog.y.v1i1.337>
- Syafira, Y. D., Happy, N., Ariyanto, L., & Utama, G. Y. (2024). Persepsi Guru Sekolah Dasar terhadap Pembelajaran Matematika Berbasis STEM melalui Kegiatan STEM Camp. *AKSIOMA: Jurnal Matematika dan Pendidikan*

- Matematika*, 15(1), 39–54.
<https://doi.org/10.26877/aks.v15i1.18606>
- Yuliati, Y. & Saputra, D. S. (2019). Urgensi Pendidikan STEM terhadap Literasi Sains Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar. *Proceedings of ICECRS*, 2(1), 321–326.
<https://doi.org/10.21070/picecrs.v2i1.2420>
- Zainil, M., Kenedi, A. K., Arwin, Sylvia, I., Khairat, F., & Oktavia, N. (2023). Pelatihan Pengembangan Pembelajaran Stem Pada Kurikulum Merdeka Untuk Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(2), 354–366.
<https://doi.org/10.32529/tano.v6i2.2651>