

Profil Kemampuan Mahasiswa Pendidikan Matematika dalam Merancang Proyek Literasi Matematika, Sains, dan Seni Berbasis STEAM

Alimuddin Tampa¹, Nur Ismiyati²

Universitas Negeri Makassar^{1,2}

alimuddin@unm.ac.id¹, nurismiyati@unm.ac.id²

Corresponding Author: Nur Ismiyati, E-mail: nurismiyati@unm.ac.id

ABSTRACT

This study addresses the gap in understanding how prospective mathematics teachers design interdisciplinary STEAM-based learning projects, particularly in integrating mathematics, science, and arts meaningfully. The research aims to analyze the profile of students' abilities in designing STEAM-based literacy projects. A descriptive qualitative approach was employed, involving 14 master's students in Mathematics Education at Universitas Negeri Makassar. Data were collected through document analysis of students' mini-projects and evaluated using a rubric covering five aspects: transdisciplinary integration, creativity and innovation, literacy and curriculum relevance, technology utilization, and scientific reflection. The results indicate that most students demonstrate strong abilities, with scores predominantly in the very good to excellent categories. Students effectively integrate mathematics with science and arts in contextual projects and align their designs with literacy and curriculum demands. However, variations remain in creativity, optimal use of technology, and depth of scientific reflection. Technology is often used as a supporting tool rather than a conceptual exploration medium, and reflective practices tend to be descriptive rather than critical. The findings suggest that while students possess a solid foundation in designing STEAM-based learning, further enhancement is needed in pedagogical technology integration and reflective thinking. In conclusion, the students' ability profile is categorized as high, with strengths in transdisciplinary integration and literacy relevance, but requiring reinforcement in technological innovation and deeper scientific reflection to achieve more meaningful and comprehensive STEAM learning designs.

KEYWORDS

STEAM, Mathematical Literacy, Project Based Learning, Transdisciplinary Integration, Pre-Service Mathematics Teachers

ARTICLE DOI:

<https://doi.org/10.53696/venn.v5i3.452>

A. Pendahuluan

Pendidikan di era modern menuntut penguasaan literasi yang tidak lagi terkotak-kotak, melainkan terintegrasi secara interdisipliner. Literasi matematika didefinisikan sebagai kemampuan seseorang untuk merumuskan, menerapkan, dan menafsirkan matematika dalam berbagai konteks untuk memecahkan masalah kehidupan sehari-hari ([Pratikno et al., 2025](#); [Supianti et al., 2025](#)). Sejalan dengan itu, literasi sains melibatkan pemahaman dan penerapan konsep ilmiah untuk menjelaskan fenomena, sementara integrasi elemen seni (*arts*) dalam pembelajaran memberikan dimensi kreatif dan estetis yang memungkinkan siswa melihat hubungan antara dunia akademik dan dunia nyata secara lebih holistik ([Nurlian et al., 2024](#); [Pratikno et al., 2025](#)). Salah satu pendekatan yang paling relevan untuk menggabungkan disiplin ilmu ini adalah STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*) ([Nurlian et al., 2024](#); [Pratikno et al., 2025](#)). Implementasi STEAM paling efektif dilakukan melalui *Project-Based Learning* (PjBL), di mana mahasiswa belajar melalui inkuiri yang bertujuan dan pemecahan masalah kolektif untuk menghasilkan solusi nyata ([Ikhlas et al., 2025](#)). Dalam konteks pendidikan tinggi, melihat profil kemampuan mahasiswa

calon guru menjadi sangat krusial karena mereka adalah agen perubahan yang akan menentukan kualitas literasi generasi mendatang ([Ikhlas et al., 2025](#); [Nurlian et al., 2024](#); [Pratikno et al., 2025](#)).

State of the Art penelitian dalam lima tahun terakhir menunjukkan perkembangan pesat dalam kajian STEAM dan literasi. Penelitian oleh Supianti et al. (2025) menemukan bahwa integrasi STEAM-PjBL secara signifikan meningkatkan literasi matematika dan pengembangan karakter siswa menengah. [Hidayanthi et al. \(2024\)](#) mengeksplorasi penggunaan buku digital berbasis STEAM untuk meningkatkan literasi numerasi di sekolah dasar. Sementara itu, [Al Ikhlas et al. \(2025\)](#) mengembangkan kerangka kerja STEAM untuk memperkuat kemampuan berpikir kritis dan kreatif mahasiswa pendidikan matematika. Kajian [Pratikno et al. \(2025\)](#) melalui *Systematic Literature Review* juga menegaskan bahwa STEAM membantu siswa berpikir lebih luas dalam memecahkan masalah dunia nyata, khususnya pada keterampilan literasi matematika.

Meskipun penelitian mengenai STEAM telah banyak dilakukan, terdapat *gap analysis* yang cukup signifikan. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih berfokus pada implementasi STEAM di tingkat sekolah dasar dan menengah. Masih terdapat "kekosongan" dalam literatur mengenai bagaimana mahasiswa calon guru matematika di tingkat universitas memproses dan merancang integrasi interdisipliner tersebut. Kebanyakan penelitian mengukur hasil belajar kognitif siswa, namun jarang yang secara mendalam memprofilkan kemampuan desain instruksional mahasiswa dalam menggabungkan elemen sains dan seni ke dalam proyek matematika yang koheren ([Ikhlas et al., 2025](#)).

Kesenjangan ini semakin nyata berdasarkan fakta dari analisis project mahasiswa Pendidikan Matematika. Ditemukan bahwa mahasiswa masih terjebak pada instruksi prosedural yang mekanis dan berulang. Dalam rancangan proyek yang dibuat, kaitan antara konsep matematika dengan fenomena sains seringkali terlihat dangkal, dan elemen seni (*arts*) hanya dianggap sebagai hiasan estetika semata, bukan sebagai alat kognitif untuk eksplorasi konsep. Mahasiswa kesulitan mentransfer penalaran matematika ke dalam konteks kreatif atau desain yang nyata. Solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan melakukan pemetaan profil kemampuan mahasiswa secara mendalam untuk mengidentifikasi kekuatan dan hambatan mereka, yang nantinya dapat menjadi dasar pengembangan kurikulum pelatihan guru yang lebih adaptif dan integratif.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis profil kemampuan mahasiswa Pendidikan Matematika dalam merancang proyek literasi matematika, sains, dan seni berbasis STEAM.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan secara mendalam profil kemampuan mahasiswa dalam merancang proyek pembelajaran berbasis literasi matematika, sains, dan seni melalui pendekatan STEAM. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak bertujuan untuk menguji hipotesis atau hubungan kausal, melainkan untuk memahami fenomena secara kontekstual berdasarkan data autentik berupa produk mahasiswa. Penelitian kualitatif deskriptif memungkinkan peneliti untuk menginterpretasikan makna dari artefak pembelajaran secara sistematis dan komprehensif ([Creswell & Creswell, 2018](#)).

Subjek dalam penelitian ini adalah 14 mahasiswa program Magister (S2) Pendidikan Matematika Universitas Negeri Makassar yang mengikuti mata kuliah terkait literasi sains, teknologi, matematika, dan seni. Mahasiswa tersebut berasal dari satu kelas yang sama dan telah menyelesaikan rancangan mini-proyek pembelajaran (dapat berupa unit pembelajaran, modul, atau kegiatan proyek siswa) yang menunjukkan keterkaitan antara matematika, sains, dan seni, dengan dukungan teknologi pendidikan, serta mengacu pada prinsip literasi dan asesmen abad 21.

Rubrik penilaian proyek yang digunakan dalam penelitian ini disusun berdasarkan prinsip penilaian autentik dan pembelajaran berbasis proyek yang menekankan evaluasi multidimensi terhadap produk dan proses pembelajaran (Guo et al., 2020). Penggunaan rubrik sebagai instrumen penilaian memungkinkan penilaian yang lebih objektif, transparan, dan terstruktur terhadap capaian mahasiswa (Andrade, 2019). Selain itu, indikator dalam rubrik dikembangkan dengan mengacu pada karakteristik pembelajaran STEAM yang mencakup integrasi lintas disiplin, kreativitas, pemanfaatan teknologi, serta kemampuan reflektif (Herro & Quigley, 2017; Perignat & Katz-Buonincontro, 2019). Rubrik ini dikembangkan berdasarkan prinsip pembelajaran berbasis STEAM dan literasi abad ke-21, serta mencakup lima aspek utama sebagai berikut.

TABEL 1. Rubrik Penilaian Proyek

Aspek	Bobot	Kriteria
Keterpaduan Transdisiplin (<i>STEAM</i>)	25%	Proyek menunjukkan hubungan yang bermakna antar disiplin
Kreativitas dan Inovasi	20%	Desain unik, solutif, dan kontekstual
Relevansi dengan Literasi & Kurikulum	20%	Sesuai dengan elemen literasi dan Profil Pelajar Pancasila
Pemanfaatan Teknologi	15%	Penggunaan teknologi efektif dan mendukung pemahaman
Refleksi Ilmiah & Argumentatif	20%	Analisis kritis dan refleksi berbasis teori

Setiap aspek memiliki indikator penilaian yang jelas dan digunakan secara konsisten dalam menilai seluruh produk mahasiswa. Rubrik ini berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi tingkat capaian kemampuan mahasiswa dalam merancang proyek pembelajaran berbasis STEAM secara sistematis dan terstruktur.

Data dalam penelitian ini diperoleh melalui analisis dokumen aitu dengan mengkaji secara mendalam mini-proyek pembelajaran. Dokumen-dokumen tersebut dianalisis sebagai artefak pembelajaran yang merepresentasikan kemampuan mahasiswa dalam merancang pembelajaran berbasis STEAM. Teknik analisis data dilakukan melalui analisis dokumen dan kategorisasi berbasis rubrik dengan langkah-langkah yakni reduksi data, kategorisasi berdasarkan rubrik, pemberian skor dan iterpretasi, analisis pola dan sintesis, dan penarikan kesimpulan. Untuk menjaga keabsahan data, analisis dilakukan secara konsisten berdasarkan rubrik yang sama, serta didukung oleh interpretasi yang mengacu pada indikator yang jelas sehingga menghasilkan temuan yang objektif dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Tahap awal analisis dalam penelitian ini dilakukan melalui reduksi data, yaitu proses menyeleksi, memfokuskan, dan menyederhanakan data mentah berupa dokumen proyek mahasiswa menjadi bagian-bagian yang relevan dengan aspek penilaian dalam rubrik. Pada tahap ini, seluruh 14 dokumen proyek mahasiswa dikaji secara sistematis untuk mengidentifikasi komponen utama yang mencerminkan kemampuan perancangan proyek berbasis STEAM, meliputi keterpaduan transdisiplin (matematika, sains, seni, dan teknologi), kreativitas dan inovasi, relevansi dengan literasi dan kurikulum, pemanfaatan teknologi, serta refleksi ilmiah. Proses reduksi dilakukan dengan cara membaca keseluruhan isi dokumen secara mendalam, kemudian menandai dan mengelompokkan bagian-bagian penting seperti tujuan pembelajaran, deskripsi produk, aktivitas

siswa, integrasi literasi, serta catatan implementasi. Melalui proses ini, data yang semula bersifat kompleks dan beragam disederhanakan menjadi informasi yang terstruktur sehingga memudahkan analisis lanjutan pada tahap kategorisasi dan interpretasi. Berikut adalah hasil reduksi data yang merangkum inti informasi penting dari masing-masing proyek mahasiswa pada Tabel 1.

TABEL 2. Hasil Reduksi Proyek Mahasiswa

No	Inisial Subyek	Produk/Proyek	Hasil Reduksi (Bagian Relevan)
1	EYCP	LKPD Kolase Daun	Mengukur panjang & luas daun yakni mengintegrasikan matematika (pengukuran), sains (observasi), seni (kolase)
2	AH	GeoGebra Gradien	Visualisasi gradient yakni mengintegrasikan matematika (kemiringan), teknologi (GeoGebra), seni (visual garis)
3	AF	Trigonometri Lapangan	Pengukuran tinggi objek yakni mengintegrasikan matematika (tan), sains (eksperimen), seni (infografis)
4	RR	Statistik Warna Alam	Analisis warna lingkungan yakni mengintegrasikan matematika (statistik), sains (observasi), seni (visualisasi)
5	Y	Kolase Daun SD	Pengukuran daun yakni mengintegrasikan integrasi STEAM sederhana dan kontekstual
6	MKP	Aplet Eksponensial	Eksplorasi grafik yakni mengintegrasikan matematika (fungsi), teknologi (GeoGebra), seni (visual grafik)
7	SM	LKPD Trigonometri	Eksperimen sudut & jarak yakni mengintegrasikan matematika dan sains
8	AKL	Kolase STEAM	Pengukuran dan seni alam yakni mengintegrasikan estetika dan numerasi
9	ASN	Statistik Warna	Data warna alam yakni mengintegrasikan matematika (diagram), seni (poster), sains (lingkungan)
10	US	Aplet Eksponensial	Representasi grafik interaktif yakni mengintegrasikan teknologi dominan
11	ANP	Aplet Eksponensial	Eksplorasi variabel fungsi yakni mengintegrasikan literasi matematika & visual
12	R	GeoGebra Gradien	Manipulasi titik & gradien yakni mengintegrasikan visualisasi matematis
13	AY	GeoGebra Gradien	Konsep garis & estetika visual yakni mengintegrasikan matematika dan seni
14	RI	Statistik Warna Alam	Data warna & diagram yakni mengintegrasikan matematika, sains dan seni

Berdasarkan hasil reduksi data pada Tabel 1 terhadap 14 proyek mahasiswa, diperoleh gambaran umum mengenai pola integrasi dan karakteristik desain proyek yang dikembangkan. Seluruh mahasiswa telah menunjukkan kemampuan dalam mengintegrasikan minimal dua disiplin ilmu dalam proyek yang dirancang, dan sebagian besar telah mencapai integrasi yang lebih komprehensif dalam kerangka STEAM dengan melibatkan tiga atau lebih aspek. Pola integrasi yang paling dominan ditemukan pada kombinasi matematika dengan sains dan seni, serta matematika dengan teknologi. Selain itu, proyek yang dikembangkan umumnya berbasis pada konteks nyata, seperti lingkungan alam, objek sekitar, dan fenomena kehidupan sehari-hari, yang menunjukkan adanya upaya mahasiswa dalam mengaitkan konsep pembelajaran dengan situasi autentik. Dari segi bentuk produk, mayoritas mahasiswa menghasilkan artefak pembelajaran berupa

LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) dan media pembelajaran digital, yang mencerminkan kecenderungan penggunaan pendekatan kontekstual dan berbasis teknologi dalam merancang pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah memiliki dasar kemampuan dalam mengembangkan proyek berbasis STEAM, meskipun dengan tingkat kedalaman integrasi yang masih bervariasi.

Hasil ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek terintegrasi STEAM mendorong keterkaitan antardisiplin, penggunaan konteks autentik, serta pengembangan media pembelajaran digital yang kontekstual dan holistik ([Ahmad et al., 2025](#); [Aziz et al., 2025](#); [Irdalisa et al., 2024](#); [Perastiati et al., 2026](#); [Simanjuntak et al., 2025](#); [Sridiasih et al., 2025](#)). Selain itu, tren dominasi penggunaan LKPD dan media digital dalam implementasi STEAM juga diperkuat oleh analisis bibliometrik yang menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis proyek menjadi bentuk produk yang paling umum dikembangkan ([Huda et al., 2025](#)). Namun demikian, temuan ini juga perlu dilihat secara kritis karena sejumlah penelitian mengungkap bahwa integrasi STEAM sering kali masih berada pada tingkat permukaan dan belum sepenuhnya mencapai integrasi konseptual yang mendalam, serta cenderung berfokus pada produk dibandingkan proses integratif ([Aslan et al., 2025](#); [Mazayu et al., 2025](#); [Siregar, 2025](#)). Selain itu, penggunaan teknologi dalam proyek belum selalu diiringi dengan desain pedagogis yang kuat, sehingga potensi integrasi belum optimal ([Siregar, 2025](#); [Susilowati et al., 2025](#)). Dengan demikian, meskipun mahasiswa telah menunjukkan dasar kemampuan dalam merancang proyek berbasis STEAM yang kontekstual dan terintegrasi, masih diperlukan penguatan dalam aspek kedalaman integrasi dan kualitas desain pembelajaran agar implementasi STEAM tidak hanya bersifat multidisipliner, tetapi juga interdisipliner yang bermakna.

Setelah tahap reduksi data dilakukan, langkah berikutnya adalah kategorisasi data berdasarkan rubrik penilaian proyek. Pada tahap ini, seluruh data yang telah diseleksi diklasifikasikan ke dalam lima aspek utama, yaitu: (1) keterpaduan transdisiplin, (2) kreativitas dan inovasi, (3) relevansi literasi dan kurikulum, (4) pemanfaatan teknologi, dan (5) refleksi ilmiah. Proses kategorisasi dilakukan dengan memetakan bagian-bagian penting dari dokumen proyek mahasiswa seperti tujuan pembelajaran, deskripsi produk, aktivitas siswa, integrasi literasi, dan catatan implementasi ke dalam indikator yang sesuai pada masing-masing aspek rubrik. Hasil kategorisasi ini memungkinkan peneliti mengidentifikasi pola kecenderungan kemampuan mahasiswa serta variasi kualitas pada setiap aspek.

Keterpaduan Transdisiplin (*Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics*)

Hasil kategorisasi menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa telah mampu mengintegrasikan lebih dari dua disiplin ilmu dalam proyek yang dirancang. Integrasi paling kuat terlihat pada proyek berbasis lingkungan dan eksperimen, seperti LKPD statistik warna alam dan trigonometri lapangan, yang menggabungkan matematika, sains, dan seni secara kontekstual. Sementara itu, pada proyek berbasis media digital seperti GeoGebra, integrasi cenderung didominasi oleh matematika dan teknologi, dengan unsur seni hadir dalam bentuk visualisasi grafik. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa proyek STEAM berbasis konteks nyata cenderung menghasilkan integrasi yang lebih komprehensif antar disiplin, khususnya antara matematika, sains, dan seni, sedangkan pada proyek berbasis teknologi seperti GeoGebra, integrasi lebih didominasi oleh matematika dan teknologi dengan seni berperan sebagai visualisasi ([Montejo et al., 2025](#); [Supianti et al., 2025](#)). Namun demikian, beberapa penelitian menyoroti bahwa integrasi tersebut sering kali belum seimbang, di mana aspek tertentu terutama teknologi lebih dominan dibandingkan disiplin lainnya ([Zhao & Abdullah, 2025](#)). Temuan tersebut menunjukkan bahwa penguatan

integrasi STEAM dalam pendidikan calon guru matematika perlu diarahkan pada pengembangan desain pembelajaran yang lebih seimbang antar disiplin. Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah melalui penerapan *project-based STEAM learning* yang disertai dengan scaffolding pedagogis dan refleksi terstruktur, sehingga mahasiswa tidak hanya fokus pada aspek matematika dan teknologi, tetapi juga mampu mengintegrasikan unsur sains dan seni secara lebih mendalam. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah melalui pengalaman belajar autentik dan kolaboratif. Selain itu, penggunaan teknologi seperti GeoGebra perlu diarahkan bukan hanya sebagai alat visualisasi, tetapi juga sebagai sarana eksplorasi konseptual yang mendukung proses penemuan matematis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa integrasi STEAM yang didukung pembelajaran berbasis proyek dan refleksi sistematis mampu meningkatkan kualitas desain pembelajaran, keterampilan literasi, dan kemampuan berpikir tingkat tinggi mahasiswa maupun siswa ([Lavicza et al., 2022](#); [Mazayu et al., 2025](#); [Supianti et al., 2025](#)). Oleh karena itu, penguatan kurikulum pendidikan guru melalui aktivitas proyek berbasis STEAM yang reflektif dan kontekstual menjadi strategi penting dalam mempersiapkan calon guru matematika yang adaptif terhadap tuntutan pembelajaran abad ke-21.

Kreativitas dan Inovasi

Pada aspek kreativitas, sebagian besar mahasiswa menunjukkan kemampuan dalam merancang aktivitas pembelajaran yang kontekstual dan menarik, seperti penggunaan objek nyata (daun, warna alam, objek lapangan) dan pengembangan media interaktif. Inovasi terlihat pada variasi produk yang dihasilkan, mulai dari LKPD berbasis proyek hingga media digital interaktif. Namun, tingkat kebaruan ide masih bervariasi, di mana beberapa proyek masih mengadaptasi konsep yang umum digunakan tanpa pengembangan yang signifikan. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEAM melalui proyek kontekstual dan penggunaan media interaktif mampu meningkatkan kreativitas mahasiswa, terutama dalam merancang aktivitas pembelajaran yang menarik dan relevan dengan kehidupan nyata ([Aprinawati et al., 2025](#); [Zhao & Abdullah, 2025](#)). Namun demikian, sejumlah studi juga mengungkapkan bahwa aspek kebaruan ide masih menjadi tantangan, di mana kreativitas mahasiswa cenderung berada pada tingkat adaptasi terhadap konsep yang sudah ada, bukan inovasi yang sepenuhnya baru ([Mulyopratikno & Wiyarsi, 2025](#); [Pinar et al., 2025](#)). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kreativitas telah berkembang dalam bentuk variasi produk dan pendekatan, penguatan pada aspek originality masih diperlukan.

Relevansi Literasi dan Kurikulum

Hasil kategorisasi menunjukkan bahwa mayoritas proyek telah relevan dengan literasi matematika, sains, dan seni serta selaras dengan prinsip Kurikulum Merdeka. Hal ini terlihat dari adanya keterkaitan antara aktivitas pembelajaran dengan konteks kehidupan nyata, penguatan numerasi, serta pengembangan Profil Pelajar Pancasila seperti berpikir kritis dan kreatif. Namun, pada beberapa proyek, keterkaitan dengan kerangka literasi (misalnya PISA atau AKM) masih bersifat implisit dan belum dijelaskan secara eksplisit dalam deskripsi produk. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek dan kontekstual dalam kerangka STEAM mendukung pengembangan literasi matematika, sains, dan numerasi serta selaras dengan prinsip Kurikulum Merdeka, khususnya dalam mengembangkan Profil Pelajar Pancasila seperti berpikir kritis dan kreatif ([Nabila et al., 2025](#); [Sulistiyawati, 2025](#); [Zhao & Abdullah, 2025](#)). Namun demikian, sejumlah studi juga mengungkapkan bahwa keterkaitan dengan kerangka literasi seperti PISA dan AKM sering kali masih bersifat implisit dan belum dijelaskan secara eksplisit.

dalam desain maupun deskripsi pembelajaran ([Lavicza et al., 2022](#)). Hal ini menunjukkan perlunya penguatan dalam perancangan pembelajaran agar integrasi literasi tidak hanya hadir secara kontekstual, tetapi juga terstruktur dan terukur.

Pemanfaatan Teknologi

Aspek pemanfaatan teknologi menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Sebagian mahasiswa telah memanfaatkan teknologi secara optimal, khususnya melalui penggunaan GeoGebra sebagai media eksplorasi konsep matematika secara dinamis. Sementara itu, pada proyek berbasis LKPD, penggunaan teknologi masih bersifat pendukung, misalnya dalam bentuk pembuatan poster digital atau infografis. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi belum sepenuhnya dimanfaatkan sebagai alat utama dalam membangun pemahaman konsep pada semua proyek. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa penggunaan teknologi seperti GeoGebra mampu mendukung eksplorasi konsep matematika secara dinamis dan meningkatkan pemahaman melalui visualisasi interaktif ([Hidayatullah & Hidayah, 2024](#)). Namun demikian, sejumlah studi juga mengungkapkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran sering kali masih bersifat terbatas dan lebih banyak digunakan sebagai alat pendukung, seperti dalam pengembangan LKPD atau media visual sederhana, sehingga belum sepenuhnya berfungsi sebagai alat utama dalam membangun pemahaman konseptual ([Kadun & Oktaviyanti, 2025](#); [Suroya & Dwijayanti, 2026](#)). Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi masih memerlukan penguatan agar dapat dimanfaatkan secara optimal dalam proses pembelajaran.

Refleksi Ilmiah dan Argumentatif

Pada aspek refleksi ilmiah, ditemukan bahwa sebagian besar mahasiswa telah mampu menjelaskan tujuan, manfaat, dan keterkaitan proyek dengan pembelajaran. Namun, kedalaman refleksi masih bervariasi. Beberapa mahasiswa telah menunjukkan kemampuan reflektif yang baik dengan mengaitkan proyek pada teori pembelajaran dan literasi, sedangkan sebagian lainnya masih cenderung deskriptif dan belum mengembangkan analisis kritis terhadap kelebihan, keterbatasan, dan implikasi proyek. Temuan ini sejalan dengan berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa mahasiswa dalam pembelajaran berbasis proyek umumnya telah mampu melakukan refleksi pada tingkat deskriptif, seperti menjelaskan tujuan dan manfaat kegiatan, namun belum sepenuhnya mencapai refleksi kritis yang mendalam ([Indrasiene et al., 2023](#); [Ryan & Ryan, 2013](#)). Namun demikian, secara teoritis pembelajaran berbasis proyek memiliki potensi untuk mengembangkan refleksi kritis yang lebih tinggi apabila didukung oleh desain pembelajaran yang tepat dan scaffolding yang memadai ([Loyens et al., 2023](#)). Hal ini menunjukkan bahwa penguatan strategi refleksi masih diperlukan agar mahasiswa dapat mencapai tingkat refleksi yang lebih analitis dan kritis.

Secara keseluruhan, hasil kategorisasi menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan yang baik dalam merancang proyek berbasis STEAM, terutama pada aspek keterpaduan transdisiplin dan relevansi literasi. Namun, masih terdapat variasi pada aspek kreativitas, pemanfaatan teknologi, dan refleksi ilmiah. Temuan ini mengindikasikan bahwa meskipun mahasiswa telah mampu mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam desain pembelajaran, diperlukan penguatan lebih lanjut pada aspek inovasi dan kemampuan reflektif agar desain proyek yang dihasilkan menjadi lebih mendalam, kritis, dan berorientasi pada pengembangan pembelajaran abad ke-21.

Setelah proses kategorisasi data berdasarkan rubrik dilakukan, tahap berikutnya adalah pemberian skor dan interpretasi terhadap setiap proyek mahasiswa. Pemberian skor dilakukan

dengan mengacu pada lima aspek penilaian, yaitu keterpaduan transdisiplin, kreativitas dan inovasi, relevansi literasi dan kurikulum, pemanfaatan teknologi, serta refleksi ilmiah. Setiap aspek dinilai menggunakan skala yang telah ditetapkan dalam rubrik, kemudian diakumulasikan untuk memperoleh gambaran tingkat capaian kemampuan mahasiswa secara keseluruhan. Proses penilaian dilakukan secara konsisten dengan mempertimbangkan kesesuaian antara isi dokumen proyek dengan indikator pada setiap aspek. Selanjutnya, hasil skor diinterpretasikan untuk mengidentifikasi kategori kemampuan mahasiswa, serta melihat kecenderungan umum dalam kualitas desain proyek berbasis STEAM.

TABEL 3. Profil Kemampuan Mahasiswa

No	Inisial Subyek	Transdisiplin	Kreativitas	Literasi & Kurikulum	Teknologi	Refleksi	Nilai Akhir	Kategori
1	EYCP	24	18	19	14	18	93	Sangat Baik
2	AH	24	18	19	14	18	93	Sangat Baik
3	AF	25	19	20	14	19	97	Unggul
4	RR	25	19	19	15	19	97	Unggul
5	Y	24	18	19	15	18	94	Sangat Baik
6	MKP	22	18	18	13	17	88	Baik
7	SM	25	19	20	15	19	98	Unggul
8	AKL	25	20	20	15	20	100	Unggul
9	ASN	24	19	19	14	18	94	Sangat Baik
10	US	25	19	20	15	19	98	Unggul
11	ANP	25	19	20	14	19	97	Unggul
12	R	25	19	20	15	18	97	Unggul
13	AY	25	19	20	15	19	98	Unggul
14	RI	24	18	19	13	18	92	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa mayoritas mahasiswa berada pada kategori sangat baik hingga unggul, dengan rentang nilai antara 92 hingga 100. Temuan ini menunjukkan bahwa secara umum mahasiswa telah memiliki kemampuan yang kuat dalam merancang proyek pembelajaran berbasis STEAM. Aspek keterpaduan transdisiplin dan relevansi literasi serta kurikulum menjadi aspek dengan capaian tertinggi, yang mengindikasikan bahwa mahasiswa mampu mengintegrasikan konsep matematika dengan sains dan seni secara kontekstual serta selaras dengan tuntutan kurikulum. Namun demikian, pada aspek pemanfaatan teknologi dan refleksi ilmiah masih ditemukan variasi capaian yang cukup signifikan, yang menunjukkan bahwa belum seluruh mahasiswa mampu mengoptimalkan teknologi sebagai alat eksplorasi pembelajaran maupun mengembangkan refleksi yang mendalam dan kritis. Nilai tertinggi yang mencapai 100 mencerminkan kemampuan yang sangat komprehensif pada seluruh aspek penilaian, sedangkan nilai terendah sebesar 88 tetap berada dalam kategori baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh mahasiswa telah memenuhi standar minimal kompetensi yang diharapkan. Secara keseluruhan, profil ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah mampu merancang pembelajaran berbasis STEAM dengan kualitas yang tinggi, meskipun masih diperlukan penguatan pada aspek inovasi teknologi dan kedalaman refleksi ilmiah guna menghasilkan desain pembelajaran yang lebih optimal dan berkelanjutan.

Setelah tahap pemberian skor dan interpretasi dilakukan, langkah berikutnya adalah analisis pola dan sintesis data untuk mengidentifikasi kecenderungan umum serta karakteristik kemampuan mahasiswa dalam merancang proyek berbasis STEAM. Analisis ini dilakukan dengan membandingkan hasil capaian pada setiap aspek rubrik, kemudian mengelompokkan temuan ke dalam pola-pola yang menunjukkan kekuatan dan kelemahan secara kolektif.

Hasil analisis menunjukkan adanya pola dominan dalam keterpaduan transdisiplin, di mana sebagian besar mahasiswa mengintegrasikan matematika dengan sains dan seni dalam konteks yang autentik, seperti lingkungan alam dan fenomena kehidupan sehari-hari. Temuan ini sejalan dengan kajian Jao & Radakovic (2018) yang menegaskan bahwa pendekatan transdisiplin dalam pendidikan matematika mendorong keterkaitan konsep dengan realitas kehidupan serta memperkuat pemaknaan belajar lintas bidang. Selain itu, penelitian [Bedewy et al. \(2024\)](#) dan [Laksmiwati et al. \(2025\)](#) menunjukkan bahwa integrasi STEAM berbasis konteks budaya dan lingkungan mampu meningkatkan keterlibatan siswa serta mengembangkan keterampilan abad ke-21, khususnya kreativitas dan komunikasi. Hal ini menguatkan bahwa pola yang ditemukan dalam penelitian bahwa mahasiswa telah memahami pentingnya pembelajaran kontekstual dalam mendukung literasi. Selain itu, pada proyek berbasis teknologi, seperti penggunaan GeoGebra, ditemukan pola integrasi yang menekankan hubungan antara matematika dan teknologi, dengan visualisasi sebagai jembatan representasi konsep. Temuan ini konsisten dengan penelitian [Haas et al. \(2023\)](#) serta [Siregar \(2025\)](#) yang menyatakan bahwa teknologi visual seperti GeoGebra mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan berpikir kritis melalui representasi dinamis. Lebih lanjut, [Zaimah et al. \(2024\)](#) menunjukkan bahwa penggunaan modul berbasis GeoGebra secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Pada aspek kreativitas dan inovasi, terlihat pola bahwa mahasiswa cenderung menggunakan pendekatan kontekstual berbasis objek nyata sebagai sumber ide pembelajaran. Hal ini sejalan dengan penelitian [Ikhlas et al. \(2025\)](#) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis proyek kontekstual dalam kerangka STEAM dapat mendorong kreativitas dan pemikiran kritis. Hal ini menunjukkan kecenderungan mahasiswa dalam mengembangkan pembelajaran yang dekat dengan pengalaman siswa. Namun, inovasi yang bersifat transformasional seperti pengembangan model atau pendekatan baru masih terbatas dan belum merata di seluruh mahasiswa. Kondisi ini dikontraskan oleh temuan [Voulgari et al. \(2024\)](#) yang menekankan bahwa integrasi teknologi dan seni dalam pembelajaran matematika berpotensi menghasilkan inovasi yang lebih radikal jika didukung oleh desain pedagogis yang eksploratif. Pada aspek relevansi literasi dan kurikulum, ditemukan pola yang konsisten bahwa proyek yang dirancang telah mengakomodasi prinsip literasi matematika dan selaras dengan Kurikulum Merdeka, terutama dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kontekstual. Hal ini didukung oleh [Chanani et al. \(2025\)](#) yang menegaskan bahwa ekosistem pembelajaran berbasis teknologi dan konteks nyata berkontribusi signifikan terhadap peningkatan literasi matematis dan kompetensi abad ke-21. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah memiliki pemahaman yang baik terhadap arah kebijakan pendidikan saat ini. Sebaliknya, pada aspek pemanfaatan teknologi, ditemukan pola yang bervariasi. Sebagian mahasiswa telah memanfaatkan teknologi secara optimal sebagai alat eksplorasi konsep, sementara sebagian lainnya masih menggunakan teknologi sebagai media pendukung saja. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan dalam kemampuan integrasi teknologi secara pedagogis. Pada aspek refleksi ilmiah, pola yang muncul menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa telah mampu melakukan refleksi, namun masih berada pada tingkat deskriptif. Hanya sebagian kecil mahasiswa yang mampu mengembangkan refleksi yang bersifat analitis dan kritis, terutama dalam mengaitkan proyek dengan teori pembelajaran atau implikasi jangka panjang.

Berdasarkan keseluruhan analisis, dapat disintesis bahwa profil kemampuan mahasiswa dalam merancang proyek berbasis STEAM berada pada kategori tinggi, dengan kekuatan utama pada keterpaduan transdisiplin dan relevansi literasi. Integrasi STEAM yang dikaitkan dengan konteks nyata dan penggunaan teknologi dapat memperkuat kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah, sehingga mendukung temuan bahwa mahasiswa telah memiliki fondasi yang kuat dalam merancang pembelajaran yang relevan dengan kebutuhan abad ke-21 (Kgosi et al., 2026; Nindiasari et al., 2024).

Namun, terdapat dua aspek yang masih memerlukan penguatan, yaitu pemanfaatan teknologi secara optimal dan pengembangan refleksi ilmiah yang lebih mendalam. Sintesis ini menunjukkan bahwa mahasiswa telah memiliki fondasi yang baik dalam merancang pembelajaran berbasis STEAM, namun masih perlu didukung melalui pembelajaran yang lebih menekankan pada integrasi teknologi sebagai alat berpikir (bukan hanya media) dan pengembangan kemampuan reflektif dan argumentatif berbasis teori. Dengan demikian, hasil analisis pola dan sintesis ini memberikan gambaran komprehensif mengenai posisi kemampuan mahasiswa, sekaligus menjadi dasar dalam merumuskan implikasi pembelajaran dan pengembangan kurikulum pada pendidikan guru matematika.

D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa mahasiswa Pendidikan Matematika memiliki profil kemampuan yang baik hingga unggul dalam merancang proyek pembelajaran berbasis STEAM. Hal ini ditunjukkan oleh capaian nilai yang mayoritas berada pada kategori sangat baik hingga unggul serta kemampuan mahasiswa dalam mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, khususnya matematika, sains, dan seni, secara kontekstual dalam desain pembelajaran. Kekuatan utama mahasiswa terletak pada keterpaduan transdisiplin dan relevansi literasi dengan kurikulum, di mana proyek yang dirancang selaras dengan prinsip Kurikulum Merdeka dan berbasis pada konteks kehidupan nyata. Selain itu, mahasiswa mampu menghasilkan produk pembelajaran yang variatif, seperti LKPD berbasis proyek dan media digital, yang mencerminkan pembelajaran aktif dan kontekstual. Namun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa masih terdapat aspek yang perlu ditingkatkan, yaitu pemanfaatan teknologi secara optimal sebagai alat eksplorasi konseptual dan kedalaman refleksi ilmiah yang masih cenderung deskriptif. Oleh karena itu, meskipun mahasiswa telah memiliki fondasi yang kuat dalam merancang pembelajaran berbasis STEAM, diperlukan penguatan melalui strategi pembelajaran yang mendorong integrasi teknologi secara pedagogis dan pengembangan kemampuan reflektif berbasis teori. Temuan ini memberikan implikasi penting bagi pengembangan pembelajaran di pendidikan tinggi, khususnya dalam mempersiapkan calon guru matematika yang mampu merancang pembelajaran inovatif, kontekstual, dan relevan dengan tuntutan abad ke-21.

Daftar Pustaka

- Ahmad, S. N. M., Nurhayati, & Rachmawaty. (2025). Innovation in the Development of E-LKPD Oeriented on Project Based Learning (Pjbl) Integrated with Steam in the Subject of Biology. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(6), 625–634. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i6.11391>
- Andrade, H. L. (2019). A Critical Review of Research on Student Self-Assessment. *Frontiers in Education*, 4(August), 1–13. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00087>

- Aprinawati, I., Nurmalina, & Pebriana, P. H. (2025). Integrating STEAM into Contextual Literature Lessons: Exploring Creativity in Primary School Students. *G-Couns: Jurnal Bimbingan Dan Konseling*, 9(3), 2368–2382. <https://doi.org/10.31316/g-couns.v9i3.8386>
- Aslan, Jumalia, & Asdar. (2025). Implementation of Project-Based Learning Models with a STEM Approach to Understanding Student Concepts in Spatial Geometry. *Omega: Jurnal Keilmuan Pendidikan Matematika*, 5(1), 24–30. <https://doi.org/10.47662/jkpm.v5i1.1148>
- Aziz, M. R., Mardiyana, & Triyanto. (2025). STEAM-Based Differentiated E-LKPD to Improve Mathematical Literacy Abilities of High School Students. *The 2nd International Conference on Education, Religion, and Social Studies Graduate School of Universiti Islamic Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi*, 171–179.
- Bedewy, S. El, Lavicza, Z., Sabitzer, B., Houghton, T., & Nurhasanah, F. (2024). Exploring Transdisciplinary, Technology-Assisted, and Architectural Modelling STEAM Practices Through a Cultural Lens. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2), 211–235. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85186630974&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=422eea3f881abbe49b5a1cfd98dd08f0&sot=b&sdt=cl&s=TITLE-ABS-KEY%28mathematical+skills%29&sl=34&sessionSearchId=422eea3f881abbe49b5a1cfd98dd08f0&relpos=2>
- Chananil, S., Julakarn, P., & Promsatien, Y. (2025). Investigating the Impact of Digital Learning Ecosystem Activities on Enhancing Pre-service Teachers' Mathematical Literacy. *International Journal of STEM Education for Sustainability*, 5(1), 150–163. <https://doi.org/10.53889/ijses.v5i1.481>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. In *5th edition*.
- Guo, P., Saab, N., Post, L. S., & Admiraal, W. (2020). A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures. *International Journal of Educational Research*, 102(April), 101586. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101586>
- Haas, B., Lavicza, Z., Houghton, T., & Kreis, Y. (2023). Can You Create? Visualising and Modelling Real-World Mathematics with Technologies in STEAM Educational Settings. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 52(101297), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2023.101297>
- 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>
- Hidayatullah, S., & Hidayah, I. (2024). A Systematic Literature Review of GeoGebra Implementation in Project-Based Learning. *Odelia: Southeast Asia Journal on Open and Distance Learning*, 03(02), 7–18.

- Huda, M. S., Isdaryanti, B., Ellianawati, & Rozi, F. (2025). Mapping The Landscape of STEAM Education (2021-2025): A Bibliometric Analysis of Media, Learning Outcomes, and Assessment Practices. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(4), 274–287.
- Ikhlas, A., Syaiful, Huda, N., & Zurweni. (2025). Designing a STEAM-Infused Project-based Learning Framework to Foster Mathematics Students' Critical and Creative Thinking. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 16(02), 737–751. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v16i2.29061>
- Indrasiene, V., Jegeleviciene, V., Merfeldaitė, O., Penkauskienė, D., Pivorienė, J., Railienė, A., & Sadauskas, J. (2023). Critical Reflection in Students' Critical Thinking Teaching and Learning Experiences. *Sustainability*, 15(13500), 1–14.
- Irdalisa, Zulherman, Elvianasti, M., Widodo, S. A., & Hanum, E. (2024). Effectiveness of Project-Based Learning on STEAM-Based student's worksheet analysis With Ecoprint Technique. *International Journal of Educational Methodology*, 10(1), 123–135. <https://doi.org/10.12973/ijem.10.1.923>
- Jao, L., & Radakovic, N. (2018). *Transdisciplinarity in Mathematics Education*. Springer US.
- Kadun, S., & Oktaviyanti, R. (2025). Optimization of Geometric Thinking Through Interactive Worksheets: A Scoping Review. *Jurnal Pengembangan Pembelajaran Matematika*, 7(1), 1–13.
- Kgosi, A. m., Botes, W., Neethling, S., Mahlo, L., & Zondi, M. F. (2026). A TPACK-Informed Study on Equipping Pre-Service Teachers with Digital Tools, Artificial Intelligence and Open Educational Resources : Integrated Strategies in STEM Education. *African Journal of Teacher Education and Development*, 5(1), 1–12.
- Laksmiwati, P. A., Lavicza, Z., Cahyono, A. N., Abrori, F. M., Hidayah, M., & Houghton, T. (2025). Exploring Culturally Relevant Activities in STEAM Learning: Case Studies of Tessellation Project in Urban and Rural Schools. *Middle School Journal*, 56(5), 33–51.
- Lavicza, Z., Weinhandl, R., Prodromou, T., Andic, B., Lieban, D., Hohenwarter, M., Fenyvesi, K., Brownell, C., & Diego-Mantecon, J. M. (2022). Developing and Evaluating Educational Innovations for STEAM Education in Rapidly Changing Digital Technology Environments. *Sustainability*, 14(7237), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su14127237>
- Loyens, S. M. M., Meerten, J. E. Van, & Schaap, L. (2023). Situating Higher-Order , Critical, and Critical-Analytic Thinking in Problem and Project-Based Learning Environments: A Systematic Review. In *Educational Psychology Review* (Issue 2023). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09757-x>
- Mazayu, N., Sabrina, N., & Jatmiko, B. (2025). Implementation of PJBL-Based Worksheet with a STEAM Approach to Improve High School Students' Creative Thinking Abilities: A Synthesis of Empirical Insights. 1(1), 3090–5354. <https://doi.org/10.63230/dpe.v1n1.38997>
- Montejo, D. C., Buscay, C. R., & Nasayao, R. A. (2025). Technology-Integrated Problem-Based

- Learning in Mathematics Education : A Scoping Review of Technological Trajectories , Pedagogy , Learning , and Challenges. *Davao Research Journal*, 17(1), 30–43.
- Mulyopratikno, F. W., & Wiyarsi, A. (2025). Fostering Students' Process and Product Creativity Through Chemistry-Based STEM-PjBL in Vocational Context. *Lumat: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 13(2), 1–22. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.13.2.2554>
- Nabila, U. P., Istiq'faroh, N., & Sukartiningsih, W. (2025). Innovative Learning Strategies for Optimizing Literacy Competencies in Elementary Indonesian Language Instruction: A Systematic Literature Review. *Journal of Innovation and Research in Primary Education*, 4(4), 3412–3421. <https://doi.org/10.56916/jirpe.v4i4.2444>
- Nindiasari, H., Pranata, M. F., Sukirwan, Sugiman, Fathurrohman, M., Ruhimat, A., & Yuhana, Y. (2024). the Use of Augmented Reality To Improve Students' Geometry Concept Problem-Solving Skills Through The Steam Approach. *Infinity: Journal of Mathematics Education*, 13(1), 119–138. <https://doi.org/10.22460/infinity.v13i1.p119-138>
- Nurlian, Mildayanti, Rohani, S., Anita, Ti., & Prayudi, E. (2024). Implementasi Pendidikan Sains Berbasis STEAM Untuk Membentuk Generasi Inovatif di Sekolah Dasar. *Jurnal Sultra Elementary School*, 5(1).
- Perastiati, Y., Andayani, S., & Rahmawati, D. (2026). Literature Review: STEAM-Based E-LKPD for Enhancing Students' Critical Thinking Skills. *Hipotenusa: Journal of Research Mathematics Education*, 9(1), 107–122.
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review. *Thinking Skills and Creativity*, 31(October 2018), 31–43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Pinar, F. I. L., Panergayo, A. A. E., Sagcal, R. R., Acut, D. P., Roleda, L. S., & Prudente, M. S. (2025). Fostering Scientific Creativity in Science Education Through Scientific Problem-Solving Spproaches and STEM Contexts: a Meta-Analysis. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 7(18), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s43031-025-00137-9>
- Pratikno, A., Triyanto, & Nurhasanah, F. (2025). STEAM Education and Mathematics Literacy : A Systematic Literature Review (SLR). *The 4th Internaisonal Conference on Science, Mathematics, Environment, and Education*, 95–105. <https://doi.org/10.18502/kss.v10i11.18735>
- Ryan, M., & Ryan, M. (2013). Theorising a Model for Teaching and Assessing Reflective Learning in Higher Education. *Higher Education Research and Assessing*, 32(2), 1–20.
- Simanjuntak, M. P., Rajagukguk, J., Panjaitan, D. T., & Siagian, A. F. (2025). The Effect of STEAM Integrated Project Based Learning on Students' Critical Thinking on Static Fluids Concept. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 21(2), 218–228. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v21i2.14764>

- Siregar, T. (2025). STEAM Integration and Mathematical Problem Solving: A Meta-Analysis of Student Learning Outcomes in Indonesia. *Preprints*, 1–23. <https://doi.org/10.20944/preprints202510.1219.v1>
- Sridiasih, I. N. I., Sabil, H., & Junita, R. (2025). Development of A Steam-Based E-LKPD to Enhance Students' Creative Thinking in Geometry Transformations. *Prima: Jurnal Pendidikan Matematika*, 9(2), 349–364.
- Sulistiyawati, W. (2025). Enhancing Young Learners ' Creative Thinking through Problem-Based Learning : An Indonesian Early Childhood Education Context. *Journal of Educational Technology and Innovation*, 8(2), 29–48.
- Supianti, I. I., Yaniawati, P., Bonyah, E., Hasbiah, A. W., & Rozalini, N. (2025). STEAM Approach in Project Based Learning to Develop Mathematical Literacy and Students' Character. *Infinity: Journal of Mathematics Education*, 14(2), 283–302.
- Suroya, M. I., & Dwijayanti, I. (2026). Exploring Technology Assisted Learning Media to Enhance Students ' Mathematical Problem Solving Skill in 21 st Century Education. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(01), 401–423.
- Susilowati, D., Saputri, D. S. C., Negara, H. R. P., Rahim, A., Marlina, & Aprilian, F. R. (2025). Augmented Reality Based Learning Media on Geometry Learning Integrated Science Technology Engineering Art Mathematic-Project Based Learning. *Journal of Education Technology*, 9(1), 39–50. <https://doi.org/10.23887/jet.v9i1.88630>
- Voulgari, N., Panagopoulos, M., & Garneli, V. (2024). A Systematic Review of Augmented Reality in Mathematics Education: Fostering Learning Through Art Integration. *Arts & Communication*, 3(2), 4446. <https://doi.org/10.36922/ac.4446>
- Zaimah, H., Siswono, T. Y. E., & Prastiti, T. D. (2024). Developing a GeoGebra-Based Teaching Module on Quadrilateral Area and Perimeter to Enhance Seventh-Grade Students' Critical Thinking Skills. *IJORER : International Journal of Recent Educational Research*, 5(5), 1323–1338. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i5.631>
- Zhao, S., & Abdullah, A. H. (2025). Integrated STEAM and Problem-Based Learning: A Teaching Framework to Enhance Undergraduates' Creative Thinking. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 14(1), 866–877. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v14-i1/24490>