

MENGURAI KESULITAN KONSEPTUAL DALAM PEMBELAJARAN INTEGRAL PERMUKAAN KALKULUS VEKTOR

Suci Dahlya Narpilla, Siti Nurhidayah Harahap, Hilyatun Fhinta Br. Tamba,
Kanesha Muradah Yahman

Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara,
Prodi Pendidikan Matematika

Email: siti0305231068@uinsu.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kesulitan konseptual yang dialami mahasiswa dalam memahami materi integral permukaan pada mata kuliah Kalkulus Vektor. Metode yang digunakan adalah wawancara sederhana kepada mahasiswa setelah mereka menyelesaikan dua soal integral permukaan, yang masing-masing merepresentasikan bentuk eksplisit dan parameterik. Selain itu, peneliti juga melakukan analisis literatur untuk memperkuat temuan empiris. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami makna geometris elemen luas dS , membedakan antara integral skalar dan vektor, memahami parameterisasi permukaan, serta menerapkan vektor normal melalui cross product. Penggunaan media visualisasi 3D terbukti sangat membantu dalam mengurangi beban kognitif dan meningkatkan pemahaman spasial mahasiswa. Penelitian ini merekomendasikan integrasi alat bantu visual dan pendekatan kontekstual sebagai strategi pembelajaran yang efektif.

Kata Kunci: integral permukaan, kesulitan konseptual, visualisasi 3D, kalkulus vektor, parameterisasi

ABSTRACT

This study aims to identify and analyze the conceptual difficulties experienced by students in understanding surface integrals in a Vector Calculus course. The method used involved simple interviews with students after they completed two surface integral problems, each representing explicit and parametric forms. In addition, the researcher conducted a literature analysis to reinforce the empirical findings. The results show that students struggle with understanding the geometric meaning of the surface element dS , distinguishing between scalar and vector integrals, grasping surface parameterization, and applying the normal vector using the cross product. The use of 3D visualization tools proved highly effective in reducing cognitive load and enhancing students' spatial understanding. This study recommends integrating visual aids and contextual approaches as effective teaching strategies.

Keywords: surface integral, conceptual difficulties, 3D visualization, vector calculus, parameterization

Article History

Received: Juni 2025

Reviewed: Juni 2025

Published: Juni 2025

Plagiarism Checker No 972

Prefix DOI : 10.8734/

trigonometri.v1i1.365

Copyright : Author

Publish by : Tashdiq



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

PENDAHULUAN

Integral permukaan sering kali menjadi tantangan tersendiri dalam pembelajaran Kalkulus Vektor, terutama bagi mahasiswa teknik dan matematika. Kesulitan ini tidak hanya terjadi karena kompleksitas material, tetapi juga disebabkan oleh sifat abstrak dari konsep yang harus mereka pahami. Integral permukaan melibatkan variabel tiga dimensi yang membuat mahasiswa harus memvisualisasikan dan memanipulasi konsep yang tidak terlihat secara langsung. Penelitian menunjukkan bahwa banyak mahasiswa mengalami hambatan dalam memahami integrasi ini, yang dapat berimplikasi pada hasil akademis mereka (Pasaribu et al., 2024).

Salah satu aspek yang paling problematik adalah pemahaman tentang elemen luas permukaan, atau dS , yang sering kali disalahartikan sebagai elemen luas dalam konteks dua dimensi. Ini menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam menciptakan gambaran mental yang tepat tentang bagaimana elemen tersebut seharusnya berfungsi dalam konteks permukaan lengkung (Panjaitan, 2019). Meskipun banyak pendidikan tersedia yang menawarkan strategi untuk membangun pemahaman ini, efektivitasnya sering kali bervariasi, tergantung pada pendekatan pedagogis yang digunakan oleh pengajar (Pasaribu et al., 2024).

Kurangnya pengalaman praktis dan pemahaman yang mendalam tentang fondasi geometris integral permukaan dapat mengakibatkan ketidakpuasan mahasiswa dalam pembelajaran. Sebuah studi menunjukkan bahwa metode pembelajaran yang didukung teknologi, seperti Augmented Reality, mampu meningkatkan pemahaman konsep abstrak dengan menawarkan pengalaman visual yang lebih konkret (Pasaribu et al., 2024). Menurut penelitian ini, penggunaan alat visual dapat membantu mahasiswa dalam merangkum ide-ide matematis yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami dan diterima (Asih et al., 2018).

Seiring berkembangnya kurikulum, penting bagi pengajar untuk mengadaptasi metode pengajaran mereka agar tetap relevan dengan kebutuhan dan tantangan yang dihadapi mahasiswa. Pengintegrasian teknologi dalam pembelajaran integral permukaan dapat membuka peluang baru untuk inovasi dalam pengajaran, seperti penggunaan software visualisasi 3D, yang terbukti efektif dalam membantu mahasiswa memahami konsep geometris dari integrasi permukaan (Panjaitan, 2019). Melalui pendekatan ini, diharapkan mahasiswa dapat mengatasi tumpukan kesulitan tanpa harus kehilangan minat dalam studi mereka.

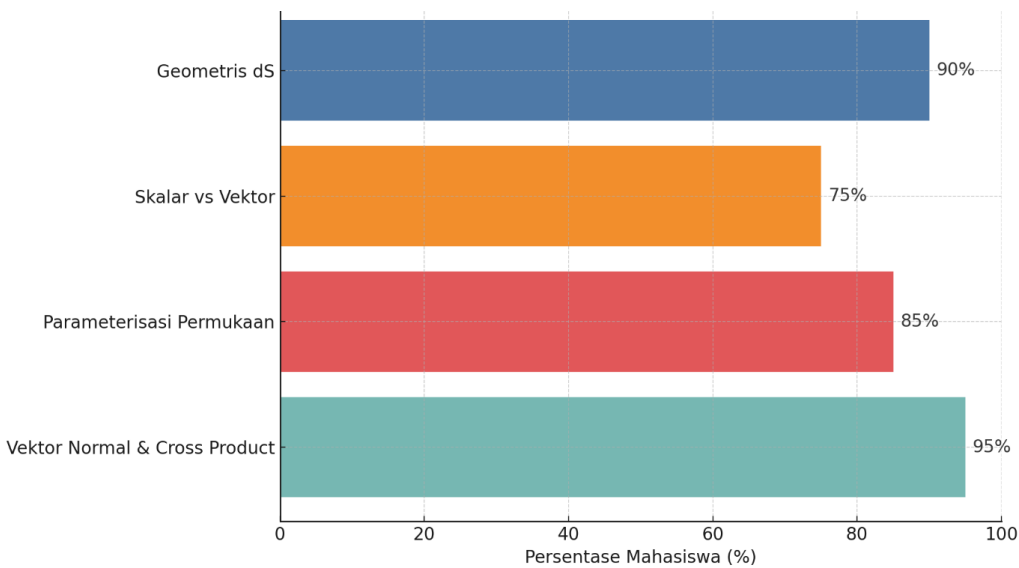
Penelitian ini akan menjelaskan lebih lanjut berbagai kesulitan konseptual yang dihadapi mahasiswa dalam belajar integral permukaan. Selain itu, akan diulas juga solusi praktis dan pengembangan strategi pemahaman yang berbasis pengalaman langsung mahasiswa. Disusun dengan harapan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai kompleksitas dan cara mengatasinya dalam konteks pendidikan.

HASIL

Tabel 1. Ringkasan Hasil Temuan Penelitian

No	Pertanyaan Penelitian	Temuan Utama
1	Kesulitan konseptual mahasiswa dalam memahami integral permukaan	- Memahami makna geometris integral permukaan - Membedakan integral skalar dan vektor - Parameterisasi permukaan - Vektor normal & cross product
2	Efektivitas media visualisasi 3D	- Membantu pemahaman bentuk lengkung - Menjelaskan arah vektor normal - Memudahkan parameterisasi - Meningkatkan pemahaman spasial
3	Perbedaan utama antara soal 1 dan soal 2	- Soal 1: eksplisit (z = f(x,y)), gunakan turunan parsial - Soal 2: parameterisasi bola penuh (r(φ,θ))
4	Konsep yang paling membantu	- Luas elemen permukaan (dS) - Parameterisasi permukaan
5	Langkah paling menentukan	- Menyusun elemen luas permukaan dengan tepat (dS)
6	Pendekatan atau rumus yang digunakan di dua soal	- Berbeda: eksplisit vs parameterisasi bola - Turunan parsial vs cross product

Bagan 1. Frekuensi Kesulitan Konseptual Mahasiswa dalam Integral Permukaan



PEMBAHASAN

Kesulitan Konseptual Mahasiswa

Salah satu kesulitan terbesar yang dihadapi mahasiswa dalam mempelajari integral permukaan adalah salah kaprah dalam memahami makna geometris dari elemen luas " ds ". Mahasiswa sering kali menganggap bahwa ds adalah setara dengan elemen luas biasa di ruang dua dimensi. Namun, dalam aplikasinya, ds merujuk pada area kecil yang terletak pada permukaan tiga dimensi, sehingga mengharuskan mahasiswa untuk membayangkan bentuk lengkung yang kompleks (Fachrudin & Astuti, 2024). Kesulitan ini mirip dengan melihat permukaan bulat, di mana pengukuran di area datar tidak dapat sepenuhnya menangkap aspek lengkungnya.

Visualisasi dimensi ketiga menjadi penting dalam mendalami konsep ini. Metode pengajaran yang hanya mengandalkan rumus dan penjelasan verbal kerap kali tidak memberikan gambaran yang utuh (Mislan & Mulyono, 2022). Mahasiswa yang tidak mendapatkan penjelasan yang baik mengenai ds cenderung kesulitan saat diterapkan pada soal-soal yang bersifat aplikatif, terutama yang berkaitan dengan fisika maupun teknik. Hal ini jadi tantangan tambahan saat mereka harus membayangkan bagaimana ds berkaitan dengan area permukaan yang lebih besar (Putra & Aditya, 2023).

Membahas mengenai ds , penguasaan konsep ini menjadi jantung dari pemahaman integral permukaan. Banyak mahasiswa merasa tidak cukup berpengalaman saat ditugaskan untuk mengerjakan soal-soal yang memerlukan perhitungan ds secara manual. Faktor ini mengindikasikan bahwa ada kebutuhan mendesak untuk memperkuat pengajaran konsep ini dengan lebih banyak latihan yang menunjukkan perbedaan antara luas permukaan datar dan elemen luas pada permukaan lengkung (Asih et al., 2018). Adanya kesenjangan antara teori dan praktik ini menuntut pengajar untuk mencari metode pengajaran yang lebih inovatif dan interaktif.

Kekhawatiran mengenai aspek geometris ini diperburuk lagi dengan ketidaktahuan mahasiswa tentang bagaimana elemen luas berinteraksi dengan konteks fisik tertentu, seperti fluks atau aliran. Ketidakmampuan untuk memahami hubungan ini sering kali memicu keraguan dan kebingungan saat mereka menghadapi soal-soal yang lebih kompleks (Fadilah et al., 2021). Tanpa dasar geometris yang kuat, mahasiswa terjebak dalam pikiran abstrak yang menghalangi kemajuan mereka di bidang kalkulus vektor.

Kebingungan Jenis Integral

Integral permukaan terdiri dari dua jenis: integral skalar dan vektor. Integral skalar digunakan untuk menghitung besaran seperti massa, sedangkan integral vektor lebih berfokus pada fluks atau aliran melintasi permukaan tertentu. Tantangan muncul ketika mahasiswa tidak bisa membedakan kapan harus menggunakan kedua pendekatan ini (Arlianti, 2023). Sebuah studi menunjukkan bahwa kebingungan ini sangat berpengaruh pada pemahaman konseptual mahasiswa, yang sering kali terjebak dalam rumus-rumus yang serupa namun berbeda aplikasi (Rustan, 2021).

Biasanya, pemisahan antara kedua jenis integral ini sering kali tidak diajarkan dengan cukup mendalam. Pengabaian rincian perbedaan antara skalar dan vektor dapat menyebabkan kesalahan fatal dalam perhitungan yang dilakukan mahasiswa (Suwandi, 2024). Keterampilan dalam mengenali kapan harus menggunakan pendekatan skalar dibandingkan vektor adalah keterampilan yang perlu diciptakan melalui latihan yang berkelanjutan.

Kebingungan ini diperparah oleh fakta bahwa situasi fisik yang melibatkan aliran fluida atau medan listrik sering kali memerlukan penggunaan beberapa jenis integral secara bersamaan. Dalam hal ini, mahasiswa diharuskan untuk melakukan transisi antara dua jenis integral dalam singkat (Gusteti et al., 2023). Tanpa pemahaman yang kuat tentang konteks fisik di balik setiap jenis integral, mahasiswa kehilangan kemampuan untuk menerapkan konsep dalam situasi nyata, yang penting untuk bidang teknik dan sains.

Ada penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis pengalaman dan kasus konkret dapat membantu mahasiswa lebih memahami perbedaan antara integral skalar dan vektor. Melalui pengajaran yang menyajikan situasi nyata dan tantangan, mahasiswa dapat belajar untuk menganalisis masalah secara kritis dan memilih pendekatan yang sesuai (Wasitoh et al., 2023). Hal ini tidak hanya meningkatkan pemahaman teoretis tetapi juga aplikasi praktis dari integral permukaan dalam disiplin ilmu mereka.

Parameterisasi: Tantangan Abstraksi

Parameterisasi memperkenalkan tantangan tambahan dalam memahami integral permukaan. Proses ini mirip dengan membuat "peta koordinat" untuk permukaan lengkung, namun mahasiswa sering kali mengalami kesulitan dalam mentransformasikan bentuk geometris menjadi representasi parametrik (Huda et al., 2022). Kompleksitas ini semakin meningkat pada bentuk rumit seperti bola, di mana mahasiswa perlu menggunakan dua sudut $-\phi$ dan $-\theta$ -- untuk menentukan posisi tertentu di permukaan. Pada tahap ini, banyak mahasiswa mulai merasa tersesat dalam transformasi koordinat yang diperlukan.

Sebuah studi menunjukkan bahwa mahasiswa yang tidak memiliki pengalaman sebelumnya dalam menggunakan sistem koordinat spherical seringkali merasa kesulitan saat beralih dari pemikiran tentang permukaan sederhana menuju bentuk yang lebih kompleks (Saepuzaman, 2019). Kesulitan dalam memahami parameterisasi ini juga menciptakan rintangan dalam menyelesaikan soal-soal integral permukaan yang seharusnya sederhana, mengingat hubungan antara parameterisasi dan elemen luas yang sebelumnya telah dibahas (Ambarwulan, 2023).

Lebih jauh lagi, mahasiswa perlu memahami bagaimana setiap parameter berperan dan bagaimana perubahan pada satu dapat memengaruhi yang lainnya. Ini bisa menjadi sangat membingungkan, mengingat hubungan non-linear antara sudut dan lokasi di permukaan yang dihasilkan. Sering kali, tanpa bimbingan yang tepat dan disertai dengan visualisasi, mahasiswa terjebak dalam siklus kebingungan yang

berkepanjangan (Sejati, 2021). Oleh karena itu, penting untuk mengintegrasikan metode visual yang efektif saat mengajarkan parameterisasi.

Penggunaan software visualisasi matematis menjadi salah satu solusi yang bisa diterapkan untuk mengatasi kesulitan ini. Dengan menggunakan teknologi yang memungkinkan mahasiswa untuk melihat langsung bagaimana parameter berinteraksi dalam sistem yang nyata, pemahaman tentang parameterisasi bisa jauh lebih dikondisikan. Penelitian tentang penggunaan tools seperti GeoGebra menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman spasial mahasiswa yang berusaha memvisualisasikan fungsi kompleks (Sudirman & Martadiputra, 2020).

Misteri Vektor Normal

Konsep vektor normal juga menjadi salah satu kesulitan yang sering dihadapi mahasiswa. Vektor ini dihasilkan melalui perkalian silang antara vektor turunan parsial dan harus cukup dimengerti sebagai vektor yang tegak lurus terhadap permukaan. Mahasiswa sering kali kesulitan dalam memvisualisasikan mengapa produk silang ini menciptakan vektor normal, dan bagaimana panjang dari vektor tersebut berhubungan dengan elemen luas ds yang telah dibahas sebelumnya (Yudianto et al., 2021).

Visi geometris tentang bagaimana vektor normal berfungsi sangat penting untuk memahami integral permukaan. Dengan teknik visualisasi, mahasiswa dapat melihat bagaimana vektor normal berfungsi dalam konteks permukaan yang berbeda dan bahkan dapat mengeksplorasi perubahan arah vektor tersebut saat bergerak di sepanjang permukaan lengkung (Ayu et al., 2022). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa visualisasi ini dapat meningkatkan pemahaman dan mengurangi ambiguitas terkait dengan penggunaan vektor normal di dalam integral permukaan.

Proses pembelajaran yang tidak cukup menempatkan penekanan pada hubungan antara vektor normal dan elemen luas ds bisa mengarah kepada kesalahan fatal dalam perhitungan integral. Tanpa pemahaman yang jelas, mahasiswa dapat dengan mudah menghasilkan nilai integral yang salah, yang akhirnya dapat memengaruhi hasil keseluruhan dari proyek analitis atau desain mereka (Haikal et al., 2021). Untuk mengatasi masalah ini, penyampaian materi yang sistematis dan terintegrasi menjadi hal yang wajib dilaksanakan dalam kurikulum.

Pengintegrasian konsep-konsep ini dengan teknik pembelajaran yang inovatif dapat berkontribusi secara besar terhadap pemahaman mahasiswa. Misalnya, teknik pembelajaran yang mendalam dapat meningkatkan kemampuan pemetaan mental terhadap bagaimana vektor normal dan elemen luas terkoneksi. Hal ini menuntut pengajar untuk berpikir lebih jauh dari sekadar menyampaikan teori dan mulai mengimplementasikan penggunaan alat bantu visual yang membuktikan secara nyata interaksi antara elemen-elemen tersebut dalam kalkulus vektor.

Visualisasi 3D - Penyelamat Pemahaman

Membongkar Bentuk Lengkung

Media visualisasi 3D telah terbukti sangat bermanfaat dalam membantu mahasiswa memahami bentuk lengkung. Dengan alat bantu seperti GeoGebra atau perangkat lunak lainnya, mahasiswa kini dapat mengeksplorasi objek tiga dimensi secara interaktif, yang memungkinkan mereka untuk "melihat" bentuk-bentuk yang sebelumnya kompleks menjadi lebih sederhana (Mislán & Mulyono, 2022). Proses ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk berinteraksi langsung dengan objek, memutar, memperbesar, dan mengamati dari berbagai sudut sehingga meningkatkan pemahaman mereka secara signifikan.

Ketersediaan visualisasi 3D tidak hanya memperjelas konten yang kaya akan fungsi dan bentuk, tetapi juga membantu mahasiswa membangun pondasi yang kuat untuk pemahaman integral permukaan. Penggunaan media ini dapat mengurangi kebingungan dengan memperlihatkan bagaimana variabel berinteraksi dalam ruang nyata dan membantu mahasiswa mengaitkan teori dengan praktik di dunia nyata. Visualisasi ini menjadi alat penting bagi mereka yang berjuang untuk memahami kompleksitas geometri yang terlibat dalam integral permukaan.

Menariknya, beberapa penelitian menunjukkan bahwa visualisasi 3D juga berfungsi sebagai penghilang stres bagi mahasiswa ketika mereka belajar tentang konsep yang lebih rumit dalam kalkulus. Dengan menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih ramah dan interaktif, mahasiswa lebih termotivasi untuk terlibat dan bereksplorasi di dalamnya, menjadikan pembelajaran tidak hanya sekadar rutinitas, tetapi sebuah pengalaman yang menyenangkan. Keuntungan positif ini juga berimplikasi pada hasil akademis mereka dalam pembelajaran kalkulus vektor.

Satu hal yang menarik adalah bagaimana visualisasi ini dapat mempercepat proses penyerapan konsep-konsep seperti perubahan skala dan rotasi dalam ruang, yang sangat penting dalam pemahaman integral permukaan. Dalam konteks ini, penggunaan teknologi visualisasi menjadi alat pendidikan yang sangat berharga, yang membantu mahasiswa menyerap ide-ide abstrak dengan lebih mudah dan mendorong diskusi yang lebih mendalam di antara pengajar dan siswa. Pembelajaran yang didukung oleh visualisasi dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan produktif.

Peran visualisasi 3D dalam pendidikan tidak bisa diabaikan, dan semakin banyak instruktur merasa perlu mengintegrasikannya dalam kurikulum mereka. Banyak lembaga pendidikan kini mulai menyadari pentingnya memanfaatkan teknologi modern sebagai sarana untuk meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa dalam bidang matematis dan ilmiah. Melalui penggunaan media visual, mahasiswa diharapkan dapat mengembangkan pemikiran kritis serta kemampuan untuk menganalisis situasi yang kompleks secara lebih baik.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi sejumlah kesulitan konseptual utama yang dihadapi mahasiswa dalam memahami materi integral permukaan, terutama terkait dengan makna geometris ds , parameterisasi permukaan, dan perbedaan antara integral skalar dan vektor. Melalui wawancara langsung setelah pemberian dua soal representatif, ditemukan bahwa banyak mahasiswa belum memiliki pemahaman spasial yang memadai untuk menyelesaikan permasalahan terkait secara mandiri.

Media visualisasi 3D memberikan kontribusi signifikan dalam menjembatani kesenjangan pemahaman ini. Mahasiswa lebih mudah memahami orientasi permukaan, arah vektor normal, dan hubungan antar parameter dalam ruang tiga dimensi. Dengan demikian, penggunaan teknologi visual sebagai alat bantu pembelajaran terbukti dapat meningkatkan kualitas penguasaan konsep integral permukaan secara menyeluruh.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pendekatan kualitatif melalui wawancara sederhana dan triangulasi dengan analisis literatur yang relevan, menjadikan temuan ini memiliki dasar empiris dan teoretis yang kuat untuk diadopsi dalam pengembangan strategi pengajaran kalkulus tingkat lanjut.

REFERENSI

- Ambarwulan, D. (2023). Ketidakmampuan siswa dalam mengatasi permasalahan konseptual setelah menyelesaikan soal simulasi asesmen momentum dan impuls. *Mitra Pilar Jurnal Pendidikan Inovasi Dan Terapan Teknologi*, 2(1), 21-30. <https://doi.org/10.58797/pilar.0201.03>
- Arlianti, N. (2023). Penggunaan software cabri 3d dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan visualisasi spasial matematis. *Jurnal Lemma*, 10(1). <https://doi.org/10.22202/jl.2023.v10i1.7587>
- Asih, F., Ibnu, S., & Suharti, S. (2018). Pengaruh karakteristik representasi submikroskopik terhadap keterampilan argumentasi siswa pada topik elektrokimia. *J-Pek (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 3(2), 1-9. <https://doi.org/10.17977/um026v3i22018p001>
- Ayu, F., Suryani, D., Muhammad, M., & Maria, S. (2022). Pemanfaatan augmented reality sebagai media pembelajaran di masa pandemi pada mata kuliah desain grafis. *Intecom Journal of Information Technology and Computer Science*, 5(1), 123-131. <https://doi.org/10.31539/intecom.v5i1.3865>
- Fachrudin, A. and Astuti, F. (2024). Pengaruh layer height dan printing speed terhadap tingkat kekasaran permukaan hasil additive manufacturing. *Majamecha*, 6(1), 46-57. <https://doi.org/10.36815/majamecha.v6i1.2971>
- Fadilah, L., Fadila, J., & Nugroho, F. (2021). Perancangan animasi 3d “rahmat allah yang terindah” dengan menerapkan metode keyframe. *Systemic Information System and Informatics Journal*, 7(1), 10-18. <https://doi.org/10.29080/systemic.v7i1.1249>
- Gusteti, M., Rahmalina, W., Azmi, K., Mulyati, A., Wulandari, S., Hayati, R., ... & Nurazizah, N. (2023). Penggunaan augmented reality dalam pembelajaran matematika: sebuah analisis berdasarkan studi literatur. *Edukatif Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(6), 2735-2747. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i6.5963>

- Haikal, D., Hijri, Y., & Kamil, M. (2021). Penanggualangan bencana melalui program sekolah pendidikan aman bencana (spab) di kota malang. *Jurnal Ilmiah Tata Sejuta Stia Mataram*, 7(1), 86-108. <https://doi.org/10.32666/tatasejuta.v7i1.195>
- Huda, M., Zaka, I., & Maharani, K. (2022). Pelatihan pembuatan animasi 2 dimensi bagi siswa smk ypm diponegoro. *Community Development Journal Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(3), 1540-1545. <https://doi.org/10.31004/cdj.v3i3.8241>
- Mulyono, S. (2022). Potensi 3d printing sebagai media edukasi dalam pendidikan keperawatan. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(5), 895-908. <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v1i5.1142>
- Panjaitan, A. (2019). Peranan representasi berbantuan software maple pada pembelajaran mata kuliah kalkulus. *Mes Journal of Mathematics Education and Science*, 4(2), 132-138. <https://doi.org/10.30743/mes.v4i2.1288>
- Parmono, P. (2021). Penggambaran peta situasi menggunakan feature line & grading civil 3d. *Indonesian J. Build. Eng.*, 1(1), 31-40. <https://doi.org/10.17509/jptb.v1i2.41007>
- Pasaribu, F., Gustiningsi, T., Syafmen, W., Theis, R., Nusantara, D., & Sainuddin, S. (2024). Pendampingan pembuatan media pembelajaran berbasis ar untuk guru smp di kota jambi. *Jurnal Abdimas Indonesia*, 4(4), 1588-1596. <https://doi.org/10.53769/jai.v4i4.1061>
- Putra, R. and Aditya, T. (2023). Evaluation citygml and cityjson data format for 3d cadastre in indonesia. *Jgise Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.22146/jgise.78590>
- Rustan, R. (2021). Pemodelan gerak 2 dimensi berbasis gui matlab dengan ketinggian awal tertentu. *Radiasi Jurnal Berkala Pendidikan Fisika*, 14(2), 99-107. <https://doi.org/10.37729/radiasi.v14i2.1288>
- Saepuzaman, D. (2019). Redesain lembar aktivitas mahasiswa berdasarkan analisis kesulitan mahasiswa pada konsep rangkaian listrik arus searah pada perkuliahan fisika dasar. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 4(1), 34-42. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v4i1.3793>
- Sejati, S. (2021). Teknologi geospasial sebagai media pembelajaran geografi di lingkungan sekolah tingkat menengah. *Geomedia Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 19(1), 15-25. <https://doi.org/10.21831/gm.v19i1.37713>
- Sudirman, S. and Martadiputra, B. (2020). Exploratory case study difficulty of junior high school students in resolving problems of the pyramids surface area. *Math Didactic Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(3), 277-286. <https://doi.org/10.33654/math.v6i3.1131>
- Suwandi, I. (2024). Perancangan sistem pengukuran suhu dan kelembaban otomatis dengan md_parola dan sensor dht22. *j. of Power electr. and renew. Energy*, 1(2), 30-37. <https://doi.org/10.59811/jper.v1i2.88>
- Wasitoh, I., Karlimah, K., & Saputra, E. (2023). Hambatan berpikir aljabar siswa pada konsep perkalian bilangan cacah di sekolah dasar. *Dwija Cendekia Jurnal Riset Pedagogik*, 7(3). <https://doi.org/10.20961/jdc.v7i3.82097>
- Yudianto, E., Nindya, Y., & Setiawan, T. (2021). Kecemasan geometri siswa dalam menyelesaikan masalah bangun ruang sisi datar ditinjau dari teori van hiele. *Jurnal Cendekia Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1102-1115. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.510>