



Identifikasi Kendala Mahasiswa dalam Memahami Integral Permukaan: Studi Kasus pada Mata Kuliah Kalkulus Vektor

Identifikasi Kendala Mahasiswa dalam Memahami Integral Permukaan: Studi Kasus pada Mata Kuliah Kalkulus Vektor

Hadi Dharma¹, Eka Aprilla Mulana², Siti Nurjannah³, Suci Dahlya Narpila⁴

Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email: hadi0305232066@uinsu.ac.id¹, aprilla0305233078@uinsu.ac.id², siti0305232070@uinsu.ac.id³,
sucidalyanarpila@uinsu.ac.id⁴

Article Info

Article history :

Received : 17-06-2025

Revised : 18-06-2025

Accepted : 20-06-2025

Published : 23-06-2025

Abstract

Understanding surface integrals in vector calculus is still an important issue in advanced mathematics learning. Students often experience difficulties, especially in understanding parametric concepts and their application in narrative problems. This study aims to identify students' learning obstacles and formulate more effective pedagogical solutions. This study uses a descriptive qualitative approach with a case study method through semi-structured interviews with two students. The results of the study indicate that the main difficulties lie in the conceptual and technical aspects, including poor understanding of partial derivatives, parametric forms, and minimal skills in solving contextual problems. Learning that is too procedural without visual support worsens students' understanding. A more visual, contextual, and exploration-based approach is needed in teaching surface integrals to improve students' conceptual and technical understanding.

Keywords: *Surface Integrals, Vector Calculus, Learning Difficulties.*

Abstrak

Pemahaman integral permukaan dalam kalkulus vektor masih menjadi isu penting dalam pembelajaran matematika tingkat lanjut. Mahasiswa kerap mengalami kesulitan, terutama dalam memahami konsep parametrik serta penerapannya dalam soal naratif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kendala belajar mahasiswa dan merumuskan solusi pedagogis yang lebih efektif. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi kasus melalui wawancara semi-terstruktur terhadap dua mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesulitan utama terletak pada aspek konseptual dan teknis, termasuk lemahnya pemahaman terhadap turunan parsial, bentuk parametrik, serta minimnya keterampilan dalam menyelesaikan soal kontekstual. Pembelajaran yang terlalu prosedural tanpa dukungan visual memperburuk pemahaman mahasiswa. Diperlukan pendekatan yang lebih visual, kontekstual, dan berbasis eksplorasi dalam pengajaran integral permukaan guna meningkatkan pemahaman konseptual dan teknis mahasiswa.

Kata Kunci: *Integral Permukaan, Kalkulus Vektor, Kesulitan Belajar.*

PENDAHULUAN

Pemahaman konsep integral permukaan dalam mata kuliah Kalkulus Vektor masih menjadi tantangan signifikan bagi banyak mahasiswa di perguruan tinggi. Materi ini tidak hanya menuntut penguasaan kalkulus dasar, tetapi juga kemampuan visualisasi spasial serta penerapan konsep multivariat dalam ruang tiga dimensi. Berdasarkan pengamatan awal, topik integral permukaan sering kali menjadi hambatan dalam proses pembelajaran mahasiswa program studi pendidikan



matematika. Mahasiswa mengalami kesulitan baik dalam memahami definisi formal maupun dalam mengaplikasikan konsep tersebut dalam konteks fisis, seperti fluks medan vektor melalui permukaan.

Temuan (Muhassanah & Lukman, 2021), menunjukkan bahwa mahasiswa kerap mengalami miskonsepsi ketika mempelajari integral ganda dan integral permukaan. Mereka kesulitan menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan representasi geometrisnya. Sebagai contoh, banyak mahasiswa memahami integral permukaan sekadar sebagai perluasan dari integral biasa, tanpa mempertimbangkan orientasi vektor normal atau hubungannya dengan teorema-teorema penting seperti Teorema Gauss. Hal ini diperparah oleh lemahnya penguasaan representasi matematis secara analitik, grafis, maupun numerik.

Dalam penelitian (Arvianto, 2017) ditemukan bahwa lebih dari 60% mahasiswa mengalami kesulitan saat menyelesaikan soal-soal integral permukaan, bahkan yang berbentuk pilihan ganda. Ini mencerminkan lemahnya kemampuan penalaran dan penerapan konsep dalam berbagai bentuk representasi. Selain itu, metode pembelajaran yang terlalu berfokus pada prosedur simbolik tanpa menjelaskan makna geometris, menjadikan mahasiswa semakin sulit memahami esensi konsep integral permukaan. (Monariska, 2019) menegaskan bahwa penggunaan model visual konkret secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi integral.

Aspek afektif juga turut memengaruhi proses belajar mahasiswa. Penelitian oleh (Salafiya et al., 2025), menunjukkan bahwa mahasiswa dengan tingkat kecemasan tinggi terhadap matematika cenderung menghindari materi integral vektor karena menganggapnya sebagai bagian tersulit dari kurikulum kalkulus. Kecemasan ini berdampak pada rendahnya motivasi belajar dan performa akademik. Sementara itu, pendekatan berbasis eksplorasi dan pemecahan masalah seperti yang disarankan oleh (Alloलयuk et al., 2023), terbukti lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa dibandingkan pendekatan konvensional.

Di sisi lain, kemajuan teknologi seperti GeoGebra 3D dan aplikasi kalkulus visual sebenarnya membuka peluang besar dalam membantu proses pembelajaran. Sayangnya, pemanfaatan teknologi ini di kelas masih belum optimal. Banyak mahasiswa belum terbiasa menggunakan alat visualisasi secara mandiri, dan dosen pun kurang memberikan ruang eksplorasi teknologi dalam proses pembelajaran (Ningtyas et al., 2019). Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian mendalam untuk mengidentifikasi kendala-kendala konseptual, prosedural, dan afektif yang dihadapi mahasiswa. Penelitian ini bertujuan untuk menggali secara komprehensif hambatan-hambatan tersebut melalui studi kasus pada mahasiswa program studi pendidikan matematika, sebagai dasar untuk merancang strategi pembelajaran integral permukaan yang lebih efektif dan kontekstual.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui metode studi kasus. Fokus penelitian diarahkan untuk mengidentifikasi dan menganalisis kendala yang dialami mahasiswa dalam memahami materi integral permukaan dalam mata kuliah Kalkulus Vektor. Subjek dalam penelitian terdiri dari dua orang mahasiswa program studi Pendidikan Matematika di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara yang telah menempuh mata kuliah



tersebut. Pemilihan subjek dilakukan secara purposif berdasarkan pengalaman mereka yang relevan dengan topik kajian.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur. Pertanyaan dalam wawancara dirancang untuk menggali pengalaman belajar mahasiswa, jenis kesulitan yang dihadapi (baik konseptual, prosedural, maupun afektif), serta respons mereka terhadap metode pengajaran dan media yang digunakan dalam pembelajaran. Selain itu, dalam proses penyusunan kajian ini, peneliti juga mengumpulkan dan menelaah sejumlah referensi dari jurnal ilmiah dan buku-buku akademik yang relevan untuk memperkuat analisis dan pembahasan.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan teknik analisis tematik, yang mencakup dengan langkah-langkah reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan dari hasil wawancara. Untuk menjaga keabsahan data, dilakukan triangulasi dan validasi melalui konfirmasi ulang (member checking) kepada informan. Metode ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang holistik dan mendalam terhadap fenomena yang diteliti, serta memungkinkan peneliti menginterpretasikan makna di balik pengalaman belajar mahasiswa dalam konteks integral permukaan secara kontekstual dan reflektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kalkulus vektor merupakan salah satu mata kuliah penting dalam kurikulum program studi matematika dan teknik, karena menyediakan landasan teoritis dan aplikatif dalam memahami berbagai fenomena fisis yang dinyatakan dalam bentuk medan vektor. Salah satu topik yang menjadi inti dalam kalkulus vektor adalah integral permukaan, yang berfungsi untuk menghitung fluks suatu medan vektor melalui permukaan tertentu. Topik ini tidak hanya bersifat abstrak secara konseptual, tetapi juga menuntut keterampilan teknis dalam melakukan parametrisasi, pengintegralan multivariabel, serta pemahaman terhadap orientasi permukaan.

$$\begin{aligned} & \iint_G g(x, y, z) dS \\ &= \int_R g(x, y, f(x, y)) \sqrt{f_x^2 + f_y^2 + 1} dy dx \end{aligned}$$

Namun demikian, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami materi ini secara mendalam. Berbagai kendala, baik dari sisi konseptual maupun prosedural, sering kali menjadi hambatan dalam menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan integral permukaan. Kesulitan dalam menghubungkan bentuk geometris ke dalam model matematis parametrik, keterbatasan dalam memahami turunan parsial, hingga kompleksitas bentuk soal yang panjang dan naratif menjadi faktor utama yang menyebabkan rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap topik ini.

Oleh karena itu, penting untuk melakukan identifikasi secara sistematis terhadap kendala-kendala yang dihadapi mahasiswa, khususnya dalam memahami integral permukaan. Melalui pendekatan studi kasus pada mata kuliah Kalkulus Vektor, penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran konkret mengenai jenis-jenis kesulitan yang dialami serta akar permasalahannya, sehingga dapat dijadikan dasar dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif dan kontekstual di masa depan.



Penelitian ini melibatkan dua narasumber dari program studi Pendidikan Matematika yang telah menempuh mata kuliah Kalkulus Vektor. Berdasarkan hasil wawancara yang kami lakukan terhadap dua orang narasumber, ditemukan bahwa keduanya mengalami kesulitan dalam memahami konsep teorema kurva dan permukaan dari bentuk parametrik. Salah satu penyebab utama dari kesulitan tersebut adalah karena soal-soal yang berkaitan dengan topik ini cenderung bersifat abstrak. Dalam beberapa kasus, soal juga disajikan dalam bentuk naratif atau soal cerita dengan kalimat yang panjang dan kompleks, sehingga mempersulit proses analisis. Kondisi ini menuntut tingkat pemahaman yang lebih tinggi serta kemampuan berpikir kritis yang lebih mendalam untuk dapat menguraikan dan menyelesaikan soal tersebut secara tepat.

Selain itu, kesulitan lain yang dihadapi adalah pada tahap pengintegralan. Beberapa mahasiswa belum sepenuhnya memahami konsep turunan parsial, yang merupakan bagian penting dalam menyusun bentuk parametrik dari suatu integral permukaan. Kurangnya latihan dan ketidakterbiasaan dalam menghadapi soal-soal serupa juga menjadi faktor yang memperbesar tingkat kesulitan. Hal ini mengakibatkan banyak dari mereka mengalami hambatan ketika diminta mengubah bentuk integral permukaan menjadi bentuk parametrik yang sesuai.

$$\iint_G g(x, y, z) dS = \iint_G f(r(u, v,)) |r_u \times r_v| dA$$

Dalam konteks kalkulus vektor, teorema parametrik merujuk pada proses transformasi objek geometris seperti kurva atau permukaan ke dalam bentuk parametrik, sehingga memungkinkan penerapan metode integral garis maupun integral permukaan. Walaupun istilah “teorema parametrik” tidak secara eksplisit disebutkan dalam literatur formal kalkulus vektor, konsep ini merupakan dasar penting dalam memahami dan menerapkan teorema-teorema besar seperti Teorema Green, Teorema Stokes, dan Teorema Divergensi (Gauss). Oleh karena itu, pemahaman yang kuat terhadap parametrisasi menjadi kunci dalam menguasai materi-materi lanjutan dalam kalkulus vektor.

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkap bahwa integral permukaan dalam mata kuliah Kalkulus Vektor merupakan salah satu materi yang menimbulkan kesulitan signifikan bagi mahasiswa. Berdasarkan hasil wawancara dengan dua narasumber, kesulitan tersebut mencakup aspek konseptual seperti abstraknya bentuk parametrik, keterbatasan pemahaman terhadap turunan parsial, serta aspek teknis berupa soal naratif yang panjang dan memerlukan kemampuan numerasi tinggi. Kedua mahasiswa menyatakan bahwa bagian tersulit adalah memahami transformasi bentuk parametrik dalam konteks teorema kurva dan permukaan. Selain itu, minimnya latihan serta kurangnya penerapan pendekatan visual dan interaktif turut memperparah pemahaman. Temuan ini menegaskan pentingnya perancangan strategi pembelajaran yang lebih kontekstual dan berbasis pemahaman konseptual. Disarankan untuk memanfaatkan teknologi visual seperti GeoGebra serta memperkuat penguasaan materi prasyarat seperti turunan parsial sebelum membahas integral permukaan secara penuh.

DAFTAR PUSTAKA

Allolayuk, S., Tjenemundan, D., & Ch Fentar, Y. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Mahasiswa dalam Menerapkan Integral untuk Menghitung Luas Daerah. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 4857–4865.



- Arvianto, I. R. (2017). Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Integral Berdasarkan Gaya Kognitif pada Mata Kuliah Matematika Informatika. *JMPM: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.26594/jmpm.v2i1.799>
- Monariska, E. (2019). Analisis kesulitan belajar mahasiswa pada materi integral. *Jurnal Analisa*, 5(1), 9–19. <https://doi.org/10.15575/ja.v5i1.4181>
- Muhassanah, N., & Lukman, H. S. (2021). Analisis masalah belajar mahasiswa pada materi integral ditinjau dari perspektif disposisi matematis. *Jurnal Analisa*, 7(2), 185–194. <https://doi.org/10.15575/ja.v7i2.12804>
- Ningtyas, D. Y., Fuad, Y., & Lukito, A. (2019). Kemampuan Representasi Mahasiswa Pendidikan Matematika dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 10(1), 27–36. <https://doi.org/10.15294/kreano.v10i1.17334>
- Salafiya, T. T., Kamila, F. I., Kimnu, K. P., & Risqiyani, L. (2025). *JURNAL ANGKA Kesulitan Mahasiswa Pendidikan Matematika Universitas Negeri Semarang dalam Memahami Konsep Kalkulus Integral beberapa mahasiswa Universitas Negeri Semarang , mereka mengatakan bahwa*. 2(1), 93–108.