



Analisis Kesulitan Mahasiswa Dalam Mempelajari Integral Garis Pada Mata Kuliah Kalkulus Vektor

Analysis of Students' Difficulties in Learning Line Integrals in Vector Calculus Course

Suci Dahlya Narpila¹ Nia Widia Tarihoran², Cindy Fatika Dwi³, Agil Prastio⁴

^{1,2,3,4}Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

Email: sucidahlyanarpila@uinsu.ac.id¹, widia0305233080@uinsu.ac.id², cindy0305233071@uinsu.ac.id³, agil0305232058@uinsu.ac.id⁴

Article Info

Article history :

Received : 19-06-2025

Revised : 20-06-2025

Accepted : 22-06-2025

Published : 24-06-2025

Abstract

Line integrals are a concept in vector calculus used to calculate the value of a function along a given path, with significant applications in physics and engineering, particularly in computing the work done by a force. This study aims to identify the various difficulties students encounter in understanding the concept of line integrals, along with the contributing factors. Employing a descriptive qualitative approach, data were collected through semi-structured interviews with students who had completed the Vector Calculus course and analyzed using thematic coding and source triangulation techniques. The findings reveal that the main difficulties include curve parameterization, determining the limits of integration, and interpreting vector functions. These challenges are exacerbated by weak mastery of prerequisite material and an uncondusive learning environment. In addition, a lack of interaction and variation in teaching methods further hinders conceptual understanding. This study recommends the integration of visual and technological media, as well as enhanced classroom interaction, as strategies to improve students' comprehension of line integrals.

Keywords: *line integrals, vector calculus, learning difficulties*

Abstrak

Integral garis merupakan konsep dalam kalkulus vektor yang digunakan untuk menghitung nilai suatu fungsi sepanjang lintasan, serta memiliki aplikasi penting dalam fisika dan teknik, khususnya dalam perhitungan usaha oleh gaya. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi berbagai kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami konsep integral garis beserta faktor-faktor penyebabnya. Menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, data diperoleh melalui wawancara semi-terstruktur terhadap mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah Kalkulus Vektor, kemudian dianalisis menggunakan teknik pengkodean tematik dan triangulasi sumber. Hasil menunjukkan bahwa kesulitan utama mencakup parameterisasi kurva, penentuan batas integral, dan interpretasi fungsi vektor, yang diperburuk oleh lemahnya penguasaan materi dasar serta lingkungan belajar yang kurang mendukung. Kurangnya interaksi dan variasi dalam metode pengajaran juga turut menjadi hambatan. Penelitian ini merekomendasikan penggunaan media visual dan teknologi, serta peningkatan kualitas interaksi di kelas sebagai strategi untuk memperkuat pemahaman mahasiswa terhadap integral garis.

Kata Kunci: *Integral Garis, Kalkulus Vektor, Kesulitan Belajar*

PENDAHULUAN

Kalkulus merupakan salah satu cabang ilmu matematika dan juga mata kuliah yang dipelajari di perguruan tinggi. Kalkulus diferensial dan kalkulus integral adalah dua cabang utama dalam kalkulus. Integral merupakan konsep penjumlahan secara berkesinambungan dalam matematika



bersama inversnya yaitu diferensial. Integral dikembangkan menyusul dikembangkannya masalah dalam diferensial, dimana matematikawan harus berpikir bagaimana menyelesaikan masalah yang berkebalikan dengan solusi diferensiasi, sehingga integral juga disebut antiderivatif atau anti turunan (Rahmawati, 2022)

Kalkulus vektor merupakan cabang utama dalam bidang matematika yang memiliki peran penting dalam berbagai penerapan, khususnya di bidang fisika dan teknik. Salah satu konsep inti dalam kalkulus vektor adalah integral garis, yang digunakan untuk menghitung nilai suatu fungsi di sepanjang lintasan kurva tertentu. Konsep ini memiliki peranan penting dalam menghitung usaha yang dilakukan oleh suatu gaya. Oleh karena itu, pemahaman yang komprehensif terhadap integral garis sangat diperlukan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan yang bersifat kompleks dan aplikatif, sehingga menjadi aspek penting dalam pembelajaran kalkulus vektor.

Integral garis bukan sekadar proses perhitungan matematis, melainkan memiliki penerapan nyata dalam menghitung usaha yang dilakukan oleh suatu gaya sepanjang lintasan tertentu. Melalui parameterisasi kurva, integral garis dapat diformulasikan dengan lebih terstruktur, sehingga mempermudah proses perhitungan. Konsep ini menjadi landasan dalam analisis usaha, di mana integral garis digunakan untuk mengakumulasi kontribusi gaya di sepanjang jalur yang ditempuh.

Integral garis merupakan salah satu konsep fundamental dalam mata kuliah Kalkulus Vektor yang berperan penting dalam penerapan matematika di berbagai bidang ilmu, seperti fisika, teknik elektro, dan mekanika fluida. (Suprpto, 2016). Konsep ini menggabungkan prinsip-prinsip kalkulus diferensial dan integral, serta geometri analitik, dalam suatu kerangka kerja yang memungkinkan kita menghitung besaran fisik seperti kerja, massa, atau fluks melalui lintasan tertentu. (Khaeril, 2023)

Meskipun secara teoritis integral garis dapat dijelaskan secara sistematis, kenyataannya banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan konsep ini dalam penyelesaian soal (Lazwardi, 2020). Indikasi dari kesulitan tersebut dapat terlihat dari rendahnya capaian mahasiswa dalam tugas maupun ujian yang berkaitan dengan integral garis, serta tingginya ketergantungan mereka terhadap bantuan dosen atau teman sebaya.

Dalam proses mencapai tujuan pembelajaran matematika, masih ditemui berbagai kendala yang menyebabkan hasil pembelajaran belum optimal. Beragam permasalahan yang muncul selama proses pembelajaran turut berkontribusi terhadap rendahnya kualitas pembelajaran matematika di Indonesia. Hal ini didukung oleh data dari Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) tahun 2011, yang diselenggarakan setiap empat tahun sekali untuk memantau perkembangan pembelajaran matematika dan sains, menunjukkan bahwa rata-rata skor prestasi matematika siswa Indonesia berada di peringkat ke-38 dari 42 negara peserta (Ayu et al., 2021)

Berbagai penelitian sebelumnya telah menyoroti tantangan dalam pembelajaran matematika tingkat lanjut, termasuk pada materi kalkulus vektor. Salah satu studi tersebut mengungkapkan bahwa kesulitan dalam belajar kalkulus vektor erat kaitannya dengan lemahnya kemampuan visualisasi serta kesulitan dalam berpindah antar bentuk representasi. Di samping itu, metode pengajaran yang terlalu berfokus pada aspek teoretis tanpa diimbangi dengan pengalaman kontekstual turut memperlebar kesenjangan pemahaman. Dalam konteks ini, penggunaan media visual interaktif dalam pembelajaran dapat menjadi salah satu solusi yang efektif karena mampu



menghubungkan konsep simbolik yang abstrak dengan representasi geometris yang konkret, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep secara lebih mendalam.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi secara lebih mendalam bentuk-bentuk kesulitan yang dialami oleh mahasiswa dalam memahami integral garis serta faktor-faktor yang mempengaruhinya, guna memberikan rekomendasi untuk perbaikan dalam pembelajaran di kelas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk memahami secara mendalam persepsi, pengalaman, dan tantangan yang dihadapi mahasiswa dalam mempelajari integral garis. Pendekatan ini relevan dengan studi (Suprpto, 2016), yang juga mengembangkan perangkat pembelajaran berbasis karakter melalui observasi mendalam terhadap perilaku belajar mahasiswa dalam mata kuliah Analisis Vektor.

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur terhadap mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika yang telah mengikuti perkuliahan Kalkulus Vektor. Instrumen wawancara disusun untuk mengeksplorasi lima aspek: pengalaman belajar, bagian tersulit dari materi, faktor penyebab kesulitan, strategi yang digunakan untuk mengatasi kesulitan, serta harapan terhadap proses pembelajaran. yang juga mengidentifikasi kesalahan dan kesulitan mahasiswa melalui wawancara setelah ujian.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif melalui pengkodean tematik, yaitu dengan mengelompokkan hasil wawancara ke dalam tema-tema seperti lingkungan belajar, pemahaman konsep, dan strategi belajar. Teknik ini sejalan dengan proses analisis yang digunakan dalam penelitian (Khaeril et al., 2023), yang mengevaluasi pengalaman mahasiswa dalam menggunakan aplikasi Mathway sebagai media belajar kalkulus. Analisis ini juga mengintegrasikan pendekatan triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan data wawancara dengan temuan dari jurnal relevan lainnya, termasuk konsep-konsep dasar integral garis seperti yang dikemukakan oleh (Lazwardi, 2020)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari wawancara mendalam menunjukkan adanya beragam kesulitan yang dialami mahasiswa dalam memahami materi integral garis. Pertama, pengalaman belajar yang dialami oleh responden menunjukkan bahwa sejak awal perkuliahan, mahasiswa sudah mengalami kesulitan untuk fokus dalam memahami materi. Hal ini disebabkan oleh lingkungan kelas yang kurang kondusif. Banyak mahasiswa lain yang tidak memperhatikan, berbicara sendiri, atau bahkan melakukan aktivitas lain yang tidak berhubungan dengan pembelajaran. Situasi ini menyebabkan mahasiswa kesulitan untuk menangkap inti dari penjelasan dosen, sehingga pembelajaran menjadi tidak efektif.

Kedua, dalam aspek materi, mahasiswa menyatakan bahwa bagian tersulit dari integral garis adalah proses parameterisasi kurva. Mereka mengalami kesulitan dalam mengubah bentuk kurva menjadi fungsi parametrik, yang merupakan syarat penting untuk menyusun ekspresi integral garis. Selain itu, mereka merasa bingung dalam menentukan batas-batas integral serta dalam menginterpretasikan fungsi vektor yang terkait dengan lintasan kurva. Masalah ini semakin



kompleks ketika mahasiswa belum memahami sepenuhnya materi prasyarat seperti kalkulus fungsi dua variabel dan vektor posisi.

Ketiga, faktor penyebab kesulitan tidak hanya berasal dari aspek akademik, tetapi juga dari faktor non-akademik. Lingkungan belajar yang bising dan metode pengajaran yang kurang variatif membuat mahasiswa kehilangan minat dan motivasi untuk mendalami materi. Penggunaan metode ceramah satu arah tanpa media visual atau contoh interaktif menyebabkan mahasiswa kesulitan membayangkan bentuk kurva atau hubungan antar variabel dalam integral garis. Hal ini sejalan dengan temuan (Suprpto, 2016) yang menyoroti pentingnya pendekatan pembelajaran yang membangun karakter dan kemandirian belajar mahasiswa.

Keempat, strategi yang dilakukan mahasiswa untuk mengatasi kesulitan ini lebih banyak bersifat mandiri. Mahasiswa mengandalkan video pembelajaran dari platform daring seperti YouTube untuk mengulang kembali materi dengan gaya penyampaian yang lebih sederhana. Selain itu, mereka juga berdiskusi dengan teman yang lebih menguasai materi, meskipun frekuensi dan kedalaman diskusi ini terbatas. Mahasiswa juga mencari soal-soal latihan tambahan dari internet sebagai bentuk upaya memperdalam pemahaman mereka secara mandiri. Upaya ini menunjukkan adanya inisiatif positif dari mahasiswa, namun sayangnya tidak cukup jika tidak didukung dengan intervensi langsung dari dosen yang bersangkutan.

Kelima, mahasiswa memberikan masukan bahwa proses pembelajaran akan jauh lebih mudah dipahami jika dosen menggunakan pendekatan yang komunikatif, seperti menjelaskan dengan bahasa yang lebih sederhana, menggunakan ilustrasi grafis dan visual, serta menciptakan lingkungan kelas yang lebih terkontrol dan fokus. Mahasiswa juga berharap agar pembelajaran integral garis tidak langsung masuk ke soal-soal kompleks, melainkan diawali dengan konsep-konsep dasar dan dilengkapi dengan contoh yang bertahap dari sederhana ke kompleks. Ini sejalan dengan rekomendasi (Khaeril, 2023) tentang pentingnya penggunaan teknologi dan visualisasi untuk membantu mahasiswa memahami konsep kalkulus.

Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa kesulitan mahasiswa dalam memahami integral garis bukan hanya disebabkan oleh kompleksitas materi, melainkan juga oleh lingkungan belajar, metode pengajaran, dan kesiapan konseptual mahasiswa itu sendiri. bahwa kelemahan dalam konsep dasar serta gangguan lingkungan belajar merupakan dua penyebab utama kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika terapan. Oleh karena itu, perlu adanya sinergi antara strategi pengajaran yang tepat dan dukungan lingkungan belajar yang kondusif untuk mengatasi kesulitan mahasiswa dalam topik integral garis.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa banyak mahasiswa menghadapi kesulitan dalam memahami konsep integral garis, khususnya dalam proses parameterisasi kurva, penentuan batas integral, serta pemahaman terhadap fungsi vektor yang berhubungan dengan lintasan. Kesulitan ini semakin diperburuk oleh kurangnya pemahaman terhadap materi prasyarat seperti kalkulus dua variabel dan konsep vektor. Selain itu, faktor lingkungan belajar yang tidak mendukung dan metode pengajaran yang cenderung satu arah tanpa penggunaan media visual atau contoh kontekstual juga turut memperburuk situasi ini. Meskipun mahasiswa mencoba mengatasi kesulitan tersebut dengan belajar mandiri, seperti menonton video pembelajaran dan berdiskusi dengan teman, upaya ini



belum cukup efektif tanpa adanya dukungan pengajaran yang lebih interaktif dan sistematis dari dosen.

Untuk itu, perbaikan dalam proses pembelajaran sangat dibutuhkan, termasuk penggunaan media visual interaktif, pendekatan pembelajaran yang bertahap mulai dari konsep dasar hingga soal yang lebih kompleks, serta penciptaan lingkungan kelas yang lebih kondusif. Dengan penerapan strategi pembelajaran yang lebih menarik dan terstruktur, diharapkan pemahaman mahasiswa terhadap integral garis dapat meningkat secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, S., Ardianti, S. D., & Wanabuliandari, S. (2021). ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KESULITAN BELAJAR MATEMATIKA. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1611. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i3.3824>
- Khaeril Muttaqin, A., Yahya, Y., & Irmayanti. (2023). Pemanfaatan Aplikasi Mathway dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus pada Mahasiswa Tadris Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Tarbiyah Dan Ilmu Keguruan IAIM Sinjai*, 2, 63–70. <https://doi.org/10.47435/sentikjar.v2i0.1829>
- Lazwardi, A., & Nurmeidina, R. (2020). Teorema Terkait Teknik Perhitungan Integral Garis Lebesgue-Hausdorff atas Kurva Sederhana. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 17(2), 97. <https://doi.org/10.12962/limits.v17i2.4462>
- Rahmawati, R., & Isnarto. (2022). Analisis Kemampuan Pemahaman Konsep Mahasiswa pada Mata Kuliah Kalkulus Integral Melalui Pembelajaran Daring. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 5, 106–113. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/>
- Suprpto, E., & Apriandi, D. (n.d.). *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA (LKM) BERORIENTASI CHARACTER BUILDING PADA MATAKULIAH ANALISIS VEKTOR*.