JIMT | Jurnal Informatika Multimedia dan Teknik
e-ISSN: 3089-6010
OPEN ACCESS
URL Jurnal : https://yptb.org/index.php/jimt | e-mail : jurnalq17@gmail.com | https://doi.org/10.71456/jimt/v1i2.1319

ANALISIS KESULITAN MAHASISWA DALAM MEMPELAJARI KONSEP DASAR KEBEBASAN LINTASAN PADA MATA KULIAH KALKULUS VEKTOR

Analysis of Students' Difficulties in Learning the Basic Concept of Path Independence in Vector Calculus Course

Radi Cibro[1*]

Miftur Razzaq[2]

Muhammad Syahdan Sianipar[3]

Suci Dahlya Narpila[4]

[1-4] Pendidikan Matematika, Fakultas Ilmu tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

email:

radi0305233090@uinsu.ac.id[1*]

miftahur0305233108@uinsu.ac.id[2]

muhammad0305233102@uinsu.ac.id[3]

sucidahlyanarpila@uinsu.ac.id[4]

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai bentuk kesulitan yang dialami mahasiswa dalam mempelajari konsep dasar kebebasan lintasan, khususnya pada materi integral garis dalam mata kuliah kalkulus vektor. Kebebasan lintasan merupakan konsep penting dalam integral garis, terutama dalam kaitannya dengan medan vektor konservatif. Namun, banyak mahasiswa kesulitan dalam membedakan antara medan konservatif dan non konservatif, menentukan parameterisasi kurva, serta memahami hubungan antara integral garis dan gradien fungsi. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan partisipan mahasiswa semester empat dari program studi Pendidikan Matematika di salah satu perguruan tinggi. Data dikumpulkan melalui tes diagnostik dan wawancara mendalam, kemudian dianalisis untuk mengungkap jenis kesulitan yang paling dominan. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mengalami hambatan baik dalam pemahaman konsep maupun penerapan prosedur yang berkaitan dengan kebebasan lintasan. Temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan strategi pembelajaran Kalkulus Vektor yang lebih efektif dan mudah dipahami.

Kata Kunci:
Kesulitan Belajar
Kebebasan Lintasan
Integral Garis
Kalkulus Vektor

Keywords:
Learning Difficulties
Path Indepedence
Line Integrals
Vektor Calculus

Abstract

This study aims to identify various forms of difficulties experienced by students in learning the fundamental concept of path independence, particularly in the topic of line integrals within the Vector Calculus course. Path independence is an essential concept in line integrals, especially in relation to conservative vector fields. However, many students struggle to distinguish between conservative and non-conservative fields, determine curve parameterizations, and understand the relationship between line integrals and the gradient of a function. This studyemploys a qualitative descriptive approach with participants consisting of fourth semester students from the Mathematics Education program at a university. Datawere collected through diagnostic tests and in-depth interviews, then analyzed to identify the most dominant types of difficulties. The analysis results show that moststudents face obstacles both in conceptual understanding and in the application ofprocedures related to path independence. These findings are expected to serve asa reference for developing more effective and accessible teaching strategies inVector Calculus.

Submit Tgl.: 22-Juni-2025 Diterima Tgl.: 23-Juni-2025 Diterbitkan Tg.: 24-Juni-2025

PENDAHULUAN

Kalkulus Vektor merupakan salah satu cabang matematika lanjutan yang memiliki peranan penting dalam kurikulum mahasiswa pendidikan matematika. Salah satu materi utama dalam mata kuliah ini adalah integral garis, yang memerlukan pemahaman tidak hanya

terhadap konsep turunan dan integral, tetapi juga kemampuan berpikir spasial dalam konteks medan

vektor. Di antara berbagai topik integral garis, terdapat pembahasan yang cukup penting namun menantang,yaitu kebebasan lintasan (path independence). Konsep ini menyatakan bahwa nilai integral garis suatu medan vektor hanya ditentukan oleh titik awal dan akhir lintasan, tanpa bergantung pada bentuk jalur yang dilalui, selama medan tersebut merupakan medan konservatif. Akan tetapi, dalam praktiknya, banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep ini, terutama karena kurangnya keterkaitan antara teori yang dipelajari dengan visualisasi secara geometris. Temuan dari (Monariska, 2019) memperkuat hal ini, menunjukan bahwa mayoritas mahasiswa belum memahami esensi dari konsep integral secra konseptual dan lebih cenderung mengandalkan hafalan langkah - langkah penyelesaian,tanpa harus menguasai logika yang mendasarinya. Temuan ini diperkuat oleh (Jones, 2021)

yang menyatakan bahwa mahasiswa belum mampu menghubungkan makna integral garis secarakonseptual, termasuk keterkaitannya dengan medan koservatif dan fungsi potensial.

Berbagai studi, baik di lingkup nasional maupun internasional, menyoroti kesulitan mahasiswa dalam memahami integral garis dari berbagai sudut. (Monariska, 2019) menunjukkan bahwa mahasiswa sering melakukan kesalahan dalam memahami soal, proses perhitungan, dan penggunaan konsep dasar mulai dari penulisan simbol hingga pengelolaan waktu ketika mengerjakan soal integral. Lebih lanjut, (Meika et al., 2023) menyatakan adanya tingkat miskonsepsi yang tinggi dalam pemahaman parameterisasi dan validasi medan konservatif, sehingga hasil perhitungan sering tidak benar meskipun secara prosedural tampak benar. Secara internasional, (Jones, 2021) menunjukkan bahwa meskipun mahasiswa mungkin mahir dalam komputasi, mereka kerap gagal memahami konsep integral sebagai jumlah elemen tak terhingga sepanjang lintasan, dan belum mampu mengidentifikasi ciri medan konservatif. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini memperlihatkan bahwa masalahnya bukan hanya teknik, tetapi juga pada pemahaman makna matematis dan visual dari integral vektor. Hal ini menggarisbawahi pentingnya studi yang secara spesifik menganalisis kesulitan mahasiswa terkait konsep path independence, bukan hanya sekadar melihat hasil belajar akhir.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara mendalam bentuk-bentuk kesulitan yang dialami mahasiswa dalam memahami konsep kebebasan lintasan dalam konteks integral garis pada mata kuliah Kalkulus Vektor. Fokus utama adalah mengidentifikasi kesalahan berpikir, hambatan kognitif, serta ketidaksesuaian antara pemahaman mahasiswa dengan struktur matematis yang seharusnya. Dengan menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, data diperoleh melalui tes diagnostik dan wawancara kepadamahasiswa semester empat program studi Pendidikan Matematika yang telah menempuh materi kalkulus vektor. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam merumuskan strategi pembelajaran yang tidak hanya menekankan prosedur perhitungan, tetapi juga menumbuhkan pemahaman konsep melalui pendekatan visual, kontekstual, dan interaktif. Dengan begitu, mahasiswa tidak hanya mampu menyelesaikan soal integral garis secara teknis, tetapi juga memahami alasan di balik langkah-langkah penyelesaiannya secara mendalam. Diharapkan pula, penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan kurikulum serta metode pengajaran Kalkulus Vektor yang lebih efektif dan bermakna.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif (Racham et al., 2024) yang bertujuan untuk mengungkap secara mendalam kesulitan kesulitan yang dialami mahasiswa dalam memahami konsep dasar kebebasan lintasan pada materi integral garis dalam mata kuliah Kalkulus Vektor. Pendekatan ini dipilih

karena sesuai untuk menjelaskan proses berpikir dan pengalaman subjektif mahasiswa dalam konteks pembelajaran matematika tingkat lanjut. Dalam studi kualitatif, peneliti berperan sebagai instrumen utama untuk menggali data secara alami dan kontekstual, serta untuk menangkap makna-makna yang tersembunyi di balik jawaban peserta. Dalam hal ini, pemahaman terhadap konsep kebebasan lintasan dipandang bukan hanya sebagai hasil belajar, melainkan juga sebagai proses konseptual yang terbentuk dari pengalaman belajar, persepsi, serta strategi berpikir yang digunakan mahasiswa.

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa semester empat dari program studi pendidikan matematika di salah satu perguruan tinggi negeri yang telah menempuh mata kuliah kalkulus vektor. Pemilihan subjek dilakukan secara purposive, yakni berdasarkan kriteria tertentu, seperti telah mempelajari materi integral garis dan bersedia untuk diwawancarai secara mendalam. Jumlah informanyang terlibat dalam penelitian ini adalah lima mahasiswa yang dipilih berdasarkan keragaman dalam latar belakang akademik dan kemampuannya dalam mengikuti pembelajaran matematika. Pemilihan informan yang bervariasi bertujuan agar peneliti memperoleh gambaran yang luas dan beragam mengenai kesulitan belajar yang dihadapi, baik dari aspek pemahaman konsep maupun penerapan dalam menyelesaikan permasalahan matematika yang bersifat abstrak seperti medan konservatif dan integral garis.Pengumpulan data dilakukan melalui teknik wawancara semi-terstruktur, yang dirancang untuk memberikan kebebasan kepada informan dalam mengungkapkan pemikirannya, namun tetap mengacu pada pedoman pertanyaan yang telah disiapkan sebelumnya. Wawancara dilakukan secara langsung dan berfokus pada pengalaman mahasiswa saat mempelajari konsep kebebasan lintasan, termasuk persepsi mereka terhadap materi, bagian yang paling sulit dipahami, serta strategi belajar yang mereka gunakan. Data dari wawancara kemudian ditranskripsi dan dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi pola-pola kesulitan yang muncul. Analisis dilakukan secara berulang agar interpretasi peneliti tetap mendalam dan akurat. keabsahan data dijaga melalui pemeriksaan kredibilitas jawaban, yaitu dengan mengonfirmasi kembali beberapa pernyataan mahasiswa saat proses wawancara berlangsung (*member checking*). Dengan pendekatan ini, diharapkan hasil penelitian mampu memberikan gambaran konkret mengenai hambatan-hambatan yang dihadapi mahasiswa, serta menjadi masukan dalam penyempurnaan strategi pembelajaran kalkulus vektor di masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil wawancara kepada mahasiswa semester empat menunjukkan bahwa salah satu kesulitan palingdominan yang dialami mahasiswa dalam mempelajari konsep kebebasan lintasan terletak pada pemahaman mereka terhadap sifat integral garis dalam medan konservatif. Kelompok ini mengungkapkan bahwamereka mengalami kebingungan Ketika mengetahui bahwa hasil integral garis bisa saja tetap sama meskipun lintasannya berbeda. Hal ini bertentangan dengan pemahaman awal yang telah terbentuk sejak mempelajari konsep jarak atau panjang lintasan, di mana perubahan jalur selalu dianggap akan memengaruhi hasil. Dalam wawancara, mahasiswa menyatakan bahwa "kalau lintasan berbeda, hasilnya seharusnya juga berbeda," karena perubahan arah atau bentuk jalur biasanya memiliki konsekuensi dalam pengukuran, seperti dalam geometri atau fisika dasar.

Lebih jauh, mereka mengaku sulit menerima bahwa pada medan vektor tertentu yang disebut konservatif, hasil integral garis ternyata hanya bergantung pada titik awal dan titik akhir saja, tanpa memperhitungkan bentuk lintasan. Ini menjadi sumber kebingungan karena terasa tidak intuitif bagi mereka yang terbiasa dengan pendekatan visual-geometris.

Misalnya, jika lintasan berbentuk setengah lingkaran dan satu lagi berupa garis lurus, mereka merasa hasilnya "logikanya tidak mungkin sama." Mahasiswa juga menambahkan bahwa selama proses pembelajaran, dosen lebih banyak menjelaskan melalui definisi formal dan rumus, tanpa memberikan simulasi visual atau analogi nyata yang membantu mereka membedakan antara integral garis biasa dan integral garis pada medan konservatif. Ketiadaan ilustrasi konkret inimenyebabkan konsep "hasil tidak bergantung lintasan" terasa seperti "dipaksa dihafalkan" dan bukan dipahami secara makna.

Selain itu, mereka mengungkapkan bahwa kendala tidak hanya berasal dari sifat materi yang abstrak, tetapi juga dari kurangnya waktu eksplorasi mandiri dan diskusi visual dalam pembelajaran. Mahasiswa menyatakan bahwa mereka membutuhkan lebih banyak contoh soal yang menekankan perbandingan antar lintasan dengan hasil yang sama, serta pemodelan grafis yang memperlihatkan medan konservatif dan garis-garis lintasan secara nyata. Dengan kata lain, mereka merasa bahwa pendekatan yang lebih interaktif dan berbasis ilustrasi bisa membantu menjembatani kesenjangan antara pemahaman intuitif

Pembahasan

Temuan dari hasil wawancara kepada mahasiswa semester empat mencerminkan adanya miskonsepsi konseptual yang cukup mendasar terkait dengan pemahaman mahasiswa terhadap kebebasan lintasan dalam integral garis. Kesulitan utama yang muncul adalah ketidakmampuan mahasiswa untuk membedakan antara konsep panjang lintasan geometris dengan nilai integral garis pada medan konservatif, yang sejatinya memiliki landasan logika dan makna yang berbeda. Ketika mahasiswa terbiasa mengasumsikan bahwa perubahan bentuk jalur akan memengaruhi hasil, mereka cenderung menolak atau meragukan prinsip kebebasan lintasan yang menyatakan bahwa nilai integral pada medan konservatif tidak tergantung pada bentuk lintasan. Hal ini menunjukkan bahwa mereka belum memahami bahwa dalam medan konservatif, integral garis menggambarkan perubahan fungsi potensial, bukan panjang lintasan itu sendiri.secara matematis, medan konservatif memiliki sifat bahwa integral garisnya bersifat *path-independent*, yaitu hanya bergantung pada titik awal dan titik akhir, dan tidak bergantung pada jalur yang dilalui. Sifat ini bisa dibuktikan melalui teorema fundamental kalkulus vektor dan teorema gradien, di mana jika suatu medan merupakan gradien dari suatu fungsi skalar, maka nilai integral garisnya akan sama untuk semua lintasan yang menghubungkan dua titik yang sama. Namun, bagi mahasiswa, konsep ini menjadi sulit dipahami karena tidak diperkuat dengan pendekatan visual atau konseptual yang konkret dalam proses pembelajaran. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Jones, 2021), yang mengungkapkan bahwa banyak mahasiswa mampu melakukan prosedur integral garis, namun tidak memahami makna geometris dan fisiknya.

Selain itu, pembelajaran yang terlalu fokus pada prosedur formal tanpa penekanan pada konteks medan konservatif dan fungsi potensialmenyebabkan mahasiswa mengalami kebingungan. Dalam wawancara,mahasiswa menyebutkan bahwa mereka "hanya mengerjakan soal berdasarkan rumus," tanpa memahami mengapa rumus tersebut bisa berlaku pada semua lintasan di medan tertentu. Hal ini mengindikasikan bahwa pemahaman konsep belum terbentuk dengan kuat, dan mahasiswa hanya berorientasi pada pengerjaan soal secara mekanis. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang tidak hanya menampilkan definisi dan rumus, tetapi juga melibatkan visualisasi grafis, analogi fisik, dan pemodelan interaktif, misalnya melalui software simulasi atau bidang vektor 3D. Lebih jauh lagi, temuan ini juga menyoroti pentingnya waktu diskusi dan eksplorasi mahasiswa dalam membangun pemahaman yang bermakna. Ketika mahasiswa hanya menerima penjelasan secara satu arah, mereka cenderung tidak aktif mengeksplorasi hubungan antara konsep fungsi potensial, gradien, dan kebebasan

lintasan. Padahal, pemahaman konsep ini menjadi dasar penting dalam kalkulus vektor dan bidang fisika. Oleh karena itu, hasil ini memberikan masukan penting bagi dosen atau pengajar untuk mengadopsi metode pembelajaran berbasis konsep dan representasi visual, agar mahasiswa tidak sekadar hafal, tetapi benar-benar mengerti mengapa hasil integral garis bisa tidak bergantung pada lintasan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa mahasiswa masih mengalami berbagai kesulitan dalam memahami konsep dasar kebebasan lintasan pada materi integral garis dalam mata kuliah kalkulus vektor. Kesulitan utama terletak pada pemahaman sifat medan konservatif, di mana hasil integral garis seharusnya bergantung hanya pada titik awal dan akhir, bukan pada bentuk lintasan. Banyak mahasiswa masih salah kaprah dengan menganggap bahwa bentuk lintasan memengaruhi hasil integral, sebagaimana pada konsep panjang lintasan atau jarak, yang menunjukkan ketidakmampuan mereka membedakan makna geometris dan matematis dari integral garis. Pembelajaran yang terlalu prosedural tanpa penguatan visual dan pemahaman konseptual memperlebar kesenjangan pemahaman ini. Minimnya pendekatan kontekstual dan visualisasi medan vektor menyebabkan mahasiswa lebih banyak menghafal langkah daripada memahami maknanya, yang berujung pada miskonsepsi. Kurangnya eksplorasi dan diskusi juga menghambat perkembangan intuisi matematis mereka terhadap medan konservatif dan fungsi potensial. Oleh karena itu, pemahaman mahasiswa perlu ditingkatkan melalui pendekatan pembelajaran yang lebih interaktif, visual, dan berbasis konsep, seperti penggunaan grafik medan vektor, simulasi komputer, serta contoh aplikasi nyata, agar mahasiswa tidak hanya mampu menyelesaikan soal secara prosedural, tetapi juga membangun pemahaman konseptual yang lebih kuat dan bermakna.

REFERENSI

Meika, I., Mauladaniyati, R., Sujana, A., Sartika, N. S., & Pebriyani, N. (2023). ANALISIS KESALAHAN DALAM HASIL BELAJAR MAHASISWA PADA MATA KULIAH KALKULUS INTEGRAL. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, *12*(2), 2663. https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i2.5651

Monariska, E. (2019). Analisis kesulitan belajar mahasiswa pada materi integral. *Jurnal Analisa*, *5*(1), 9–19. https://doi.org/10.15575/ja.v5i1.4181

Racham, A., Yochanan, Samanlangi, A. I., & Purnomo, H. (2024). *buku A*.