



TINJAUAN KESULITAN DAN PEMAHAMAN MAHASISWA PADA MATERI INTEGRAL GARIS DALAM RUANG DUA DAN TIGA DIMENSI

REVIEW OF STUDENTS' DIFFICULTIES AND UNDERSTANDING OF LINE INTEGRALS IN TWO AND THREE DIMENSIONAL SPACE

Suci Dahlya Narpila¹, Nadiyah Salsabila², Windy Annisa Husnida³, Farihatul Ula Ritongah⁴

Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Sumatra Utara

Email : sucidahlyanarpila@uinsu.ac.id¹, nadiyah0305231014@uinsu.ac.id², windy0305231020@uinsu.ac.id³, farihatul0305231001@uinsu.ac.id⁴

Article Info

Article history :

Received : 16-06-2025

Revised : 18-06-2025

Accepted : 20-06-2025

Published : 22-06-2025

Abstract

Line integrals are an advanced topic in calculus that require a solid understanding of prerequisite concepts such as vectors, parametric equations, and definite integrals. This topic is considered complex because it combines symbolic, numerical, and spatial reasoning simultaneously. This study aims to investigate in depth the difficulties and understanding of students regarding line integrals in two- and three-dimensional space, and to identify the factors that influence their ability to grasp the material. A descriptive qualitative approach was used in this research. Data were collected through guided interviews with three fourth-semester students who had studied the topic. The analysis revealed two main categories of challenges: technical and conceptual. Technical difficulties included errors in constructing parametric curves, determining the limits of integration, and solving integrals involving trigonometric expressions. Conceptual difficulties arose from students' poor understanding of the relationship between the curve, vector field, and the integral result as a representation of physical work. Moreover, students were found to have weak mastery of prerequisite materials, such as vector algebra and definite integrals, which hindered their ability to fully understand line integrals. A lack of step-by-step practice and the dominance of symbolic teaching methods further exacerbated these difficulties. Therefore, a more structured, contextual, and concept-oriented teaching strategy is needed to enhance students' understanding, especially in interpreting the geometric meaning of line integrals.

Keywords: *line integral, learning difficulties, student understanding*

Abstrak

Integral garis adalah topik kalkulus lanjutan yang membutuhkan pemahaman konsep dasar seperti vektor, parametrik, dan integral tentu. Materi ini kompleks karena menggabungkan pemahaman simbolik, numerik, dan spasial. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki secara menyeluruh kesulitan dan pemahaman siswa tentang materi garis ruang dua dan tiga dimensi yang penting, serta untuk menemukan faktor-faktor yang memengaruhi kemampuan mereka untuk memahami subjek tersebut. Pendekatan kualitatif deskriptif digunakan dalam penelitian ini. Tiga siswa yang berada di semester empat telah diwawancarai untuk melakukan penyelidikan tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa menghadapi dua kategori utama tantangan: teknis dan konseptual. Kesalahan dalam menyusun kurva parametrik, menentukan batas integral, dan menyelesaikan bentuk integral yang mengandung trigonometri adalah beberapa kesulitan teknis. Namun, pemahaman yang buruk tentang hubungan antara lintasan, medan vektor, dan hasil integral sebagai representasi usaha menyebabkan kesulitan konseptual. Selain itu, ditemukan bahwa siswa tidak memahami materi prasyarat yang diperlukan untuk memahami garis secara menyeluruh. Kekurangan latihan bertahap dan metode pembelajaran yang terlalu simbolik memperburuk



kondisi ini. Akibatnya, strategi pengajaran yang lebih terstruktur, kontekstual, dan berfokus pada penguatan konsep dan pemahaman geometris lintasan diperlukan.

Kata kunci: integral garis, kesulitan belajar, pemahaman mahasiswa

PENDAHULUAN

Salah satu topik lanjutan dalam kalkulus adalah materi integral garis, yang membutuhkan pemahaman konseptual dan teknis yang mendalam dari siswa. Integral lines termasuk banyak konsep, seperti medan vektor dan kurva parametrik, dan mereka juga digunakan untuk menghitung usaha sepanjang lintasan. Dalam konteks ruang dua dan tiga dimensi, ini menjadi lebih sulit karena melibatkan menginterpretasikan lintasan secara spasial dan menggunakan operasi vektor dalam perhitungan. Mahasiswa tidak hanya diminta untuk menyelesaikan integral, tetapi mereka juga diminta untuk memahami konsep fisika dan geometri dari hasil integral. Oleh karena itu, memahami bagaimana fungsi, lintasan, dan ruang berhubungan satu sama lain sangat penting. Namun, pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa siswa seringkali kebingungan ketika menghadapi bentuk integral yang melibatkan parameter atau fungsi dalam ruang tiga dimensi. Ini menunjukkan bahwa integral garis bukan sekadar tantangan teknis tetapi juga menunjukkan seberapa baik pemahaman mereka tentang konsep lintasan dan ruang. Karena memerlukan pemahaman lintas konsep matematika tingkat tinggi, topik ini sering menjadi tantangan (N. I. Fadillah A., 2020).

Beberapa tanda bahwa siswa menghadapi kesulitan dalam memahami integral garis adalah ketidakmampuan untuk membentuk persamaan parametrik, ketidakmampuan untuk mengubah fungsi menjadi satu variabel, dan kesalahan dalam menentukan batas integral. Selain itu, siswa sering kesulitan menyelesaikan soal integral yang mengandung bentuk akar, trigonometri, atau lintasan yang tidak lurus. Banyak orang hanya fokus pada penyelesaian prosedur tanpa memahami apa yang dihitung. Mahasiswa gagal belajar materi ini karena mereka tidak memahami konsep dasar penting, aljabar vektor, dan operasi ruang (Nurhayati, 2021). Selama proses pembelajaran, ditemukan bahwa siswa tidak memiliki strategi pembelajaran yang efektif untuk mengaitkan lintasan ruang dengan simbol matematika. Akibatnya, mereka tidak memahami integral garis dan hanya bisa membaca rumus. Oleh karena itu, meninjau cara siswa memahami dan mengalami proses belajar materi ini sangat penting. Dengan melakukan peninjauan ini, kita dapat mulai membuat pembelajaran yang lebih baik yang memenuhi kebutuhan siswa.

Pemahaman geometris dan interpretasi hasil adalah dua domain di mana penguasaan materi ini terbatas. Jika siswa tidak memahami fungsi arah lintasan dan arah medan, mereka sering keliru saat menghitung integral garis vektor. Ini menunjukkan bahwa beberapa siswa tidak dapat melihat integral garis sebagai aplikasi nyata dari konsep gaya dan lintasan. Bahkan siswa dengan kemampuan matematika menengah mengalami kesulitan menyusun integral dan menentukan batas ketika fungsi tidak berbentuk standar (Deswita R., 2021). Materi garis yang penting sangat bergantung pada pemahaman lintas topik. Oleh karena itu, sebelum siswa memasuki pembelajaran integral garis, konsep-konsep yang diperlukan harus dikuatkan. Untuk meningkatkan pembelajaran, diskusi kelompok, pembelajaran berbasis masalah, dan refleksi pemahaman juga dapat digunakan. Untuk mengembangkan model pengajaran yang lebih baik, penelitian yang berfokus pada bagaimana siswa memahami dan mengalami materi ini menjadi penting.



Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat seberapa sulit dan seberapa memahami siswa materi integral garis pada ruang dua dan tiga dimensi. Penelitian juga melihat seberapa siap siswa dalam memahami konsep penting seperti integral tentu, fungsi parametrik, dan aljabar vektor. Data dikumpulkan melalui wawancara terbimbing dengan siswa yang telah mempelajari subjek dan review kelompok. Dalam proses memahami integral garis, peneliti menyelidiki pengalaman siswa, persepsi, dan pendekatan belajar mereka. Dengan cara ini, penelitian tidak hanya menggambarkan tingkat pemahaman siswa, tetapi juga mempelajari masalah yang mereka hadapi secara menyeluruh. Hal yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah bahwa mereka akan membantu memperbaiki cara pembelajaran dan memberikan penguatan materi dasar yang relevan. Dengan mengetahui bagaimana siswa menghadapi tantangan dan cara mereka berpikir, guru dapat mengubah pendekatan pengajaran mereka dan mendukung proses belajar yang efektif. Pada akhirnya, penelitian ini dapat digunakan sebagai alat untuk diskusi kolektif tentang bagaimana meningkatkan kualitas pembelajaran kalkulus lanjutan di perguruan tinggi.

KAJIAN TEORITIS

Konsep integral garis

Dalam kalkulus, konsep integral garis digunakan untuk menghitung nilai integral suatu fungsi sepanjang lintasan tertentu dalam ruang. Integral garis pada dasarnya melibatkan integrasi terhadap fungsi yang terletak di sepanjang kurva dalam bidang dua atau tiga dimensi. Integral garis skalar dan vektor adalah dua jenis utama integral garis. Yang pertama digunakan untuk menghitung total akumulasi nilai fungsi di sepanjang lintasan, yang kedua biasanya digunakan dalam fisika untuk menghitung usaha oleh gaya sepanjang lintasan tertentu. Mahasiswa harus memahami konsep dasar seperti parametrik kurva, turunan vektor, dan operasi produk dot sebelum mereka dapat memahami integral garis. Karena integral garis membutuhkan kemampuan hitung dan visualisasi ruang, pemahaman ini penting (Tasman, 2018). Mahasiswa akan kesulitan memetakan masalah nyata ke dalam bentuk matematis jika mereka tidak memiliki keterampilan ini. Oleh karena itu, integral garis membutuhkan kedua kemampuan hitung dan kemampuan untuk memahami geometri.

Pemahaman Konseptual Mahasiswa

Kemampuan siswa untuk mengaitkan representasi simbolik dengan makna matematis yang lebih dalam disebut pemahaman konseptual. Pemahaman ini sangat penting dalam materi integral garis karena siswa harus memahami bahwa nilai integral bukan sekadar hasil perhitungan tetapi representasi besaran fisik seperti kerja atau usaha. Mahasiswa yang memahami konsep ini akan lebih mudah menghubungkan bentuk kurva, fungsi integral, dan hasil akhir integral. Namun, banyak siswa menganggap integral sebagai prosedur hitung tanpa memahami konteksnya. Akibatnya, mereka kesulitan mengerjakan soal kontekstual atau menggunakan integral garis (Sari, 2022). Mahasiswa sering salah memahami konsep, seperti menganggap integral garis sama dengan integral biasa. Akibatnya, pemahaman konsep harus diperkuat sejak awal pembelajaran dengan mengaitkannya dengan konteks dan menempatkan penekanan pada makna. Jika siswa tidak memahami "apa" dan "mengapa" dari setiap langkah matematis, pembelajaran integral garis tidak akan berhasil.



Kesulitan Mahasiswa dalam Materi Integral Garis

Mahasiswa mengalami kesulitan belajar matematika karena kesulitan kognitif dan teknis dalam memahami dan menyelesaikan materi. Dalam materi integral garis, masalah tersebut muncul dalam berbagai bentuk, baik dari sudut pandang teknis maupun konseptual. Kesulitan teknis termasuk kesulitan menyelesaikan bentuk integral yang kompleks seperti trigonometri dan akar, serta menentukan batas parameter. Sebaliknya, siswa menghadapi tantangan konseptual ketika mereka tidak memahami hubungan antara kurva, medan, dan hasil integral sebagai besaran geometris atau fisik. Tidak dapat menguasai materi prasyarat juga sering menjadi sumber kesulitan. Bingung dan kesalahan berulang akan lebih sering terjadi pada siswa yang belum matang secara kognitif (Maharani, 2023). Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi jenis tantangan ini sehingga metode pembelajaran yang lebih tepat sasaran dapat diterapkan.

Pentingnya Evaluasi Pemahaman dan Kesulitan

Salah satu langkah penting menuju peningkatan pembelajaran matematika tingkat lanjut adalah melakukan evaluasi terhadap pemahaman dan kesulitan siswa. Dosen dapat mengidentifikasi masalah nyata yang dihadapi siswa melalui penilaian eksploratif, seperti wawancara atau review kelompok. Untuk memperkuat materi prasyarat, merencanakan latihan bertahap, atau membuat strategi pengajaran, data ini dapat digunakan. Pemetaan tingkat pemahaman siswa juga membantu dalam menentukan metode terbaik, apakah itu melalui latihan tambahan, diskusi kelompok, atau penjelasan yang lebih sederhana. Selain itu, evaluasi yang dilakukan secara rutin memungkinkan guru untuk beradaptasi dengan masalah yang dihadapi siswa mereka (Sopiati, 2021). Karena topik tersebut kompleks dan interdisipliner, evaluasi ini penting untuk konteks integral garis. Proses pembelajaran dapat diarahkan untuk menjadi lebih bermakna dan membangun dengan menilai pemahaman dan kesulitan siswa. Hasil evaluasi ini juga menjadi dasar untuk membangun model pembelajaran yang lebih fleksibel di masa mendatang.

METODE PENELITIAN

Metode kualitatif deskriptif digunakan dalam penelitian ini untuk menentukan bagaimana siswa memahami dan mengatasi materi garis dua dan tiga dimensi yang penting. Tiga siswa yang berada di semester empat telah dipilih secara purposive karena telah mengikuti materi dan kegiatan review kelompok. Data dianalisis secara tematik setelah dikumpulkan melalui wawancara semistruktur berdasarkan empat pertanyaan utama. Analisis melibatkan pengurangan data, kategorisasi, dan interpretasi makna. Validitas dijamin melalui triangulasi sumber dan penilaian anggota. Metode ini dipilih karena hasilnya lebih mendalam dan lebih sesuai dengan pengalaman belajar siswa. Hasil ini diharapkan akan membantu memperbaiki metode pembelajaran kalkulus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil wawancara terhadap tiga orang mahasiswa semester empat yang telah mempelajari materi integral garis, diperoleh gambaran umum bahwa pemahaman mereka terhadap materi ini masih terbatas. Dua dari tiga mahasiswa mengaku bahwa materi integral garis cukup sulit dipahami karena baru pertama kali mereka pelajari pada semester ini. Mereka menyampaikan bahwa bentuk soalnya berbeda dengan integral biasa yang telah mereka kenal, terutama saat harus



menentukan lintasan dalam ruang dua atau tiga dimensi. Kesulitan tersebut semakin terasa ketika mereka diminta untuk menyusun persamaan parametrik dan mengubah fungsi dua atau tiga variabel menjadi bentuk satu variabel. Salah satu mahasiswa menyatakan bahwa kesulitan muncul terutama saat menemui bentuk akar dalam soal, yang menuntut ketelitian lebih dalam proses integrasi. Mahasiswa lainnya menilai bahwa integral garis itu mudah jika sudah mengerti, namun sangat membingungkan jika belum memahami konsepnya sejak awal. Ketiganya mengaku belum pernah mendalami materi ini sebelumnya dan merasa pembelajarannya cukup cepat tanpa penguatan dasar. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman mereka masih terbatas dan belum mendalam secara konseptual.

Selain itu, masalah yang dihadapi siswa dapat dikategorikan ke dalam dua kategori utama: masalah teknis dan masalah konseptual, menurut analisis hasil wawancara. Menyusun parametrik kurva, mengidentifikasi batas integrasi, dan mengganti fungsi dengan parameter tunggal adalah beberapa masalah teknis. Namun, tantangan konseptual terkait dengan ketidakmampuan untuk memahami makna integral garis sebagai representasi dari pekerjaan atau perubahan yang terjadi sepanjang rute. Mahasiswa tidak dapat mengaitkan bentuk matematika dengan representasi ruang atau aplikasinya dalam dunia nyata. Mereka sering mengikuti prosedur tanpa benar-benar memahami alasan di balik mereka. Tanpa memahami hubungan antar komponen dalam soal integral garis, mereka hanya dapat menyelesaikan soal. Mahasiswa menjadi bingung dan sulit beradaptasi ketika bentuk soal berubah atau konteksnya berbeda. Oleh karena itu, tantangan yang dihadapi siswa tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga mencakup aspek pemahaman konsep yang mendasar.

Temuan tambahan menunjukkan bahwa kesiapan siswa untuk memahami materi prasyarat mempengaruhi pemahaman mereka tentang materi integral garis. Jika siswa tidak memahami konsep parametrik, aljabar vektor, dan integral, mereka pasti akan lebih sulit menangani masalah integral garis. Ketiganya mengatakan bahwa siswa harus menerima materi ini hanya setelah mereka memahami konsep dasar yang mendukungnya. Selain itu, mereka menganggap penjelasan di kelas tidak cukup membantu karena disampaikan dengan cepat dan tidak banyak contoh soal. Mereka kesulitan untuk memahami secara menyeluruh karena tidak banyak latihan soal dan kurangnya perhatian pada makna geometris. Untuk meningkatkan pemahaman mereka, siswa ingin lebih banyak latihan kontekstual dan diskusi kelompok. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang lebih fleksibel dan memberikan waktu yang cukup untuk memperkuat dasar materi diperlukan. Dengan cara ini, siswa dapat belajar dasar secara bertahap.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa sangat tertarik untuk belajar materi integral garis, tetapi mereka masih menghadapi sejumlah tantangan saat belajar. Meskipun mereka tahu bahwa materi ini penting, terutama dalam bidang fisika atau teknik, mereka tidak siap untuk menguasai semua keterampilan yang diperlukan. Materi integral garis menantang secara simbolik, spasial, dan aplikatif, sehingga membutuhkan pendekatan pembelajaran yang tepat. Mahasiswa membutuhkan dukungan dalam bentuk penjelasan yang lebih lambat, latihan yang terorganisir, dan visualisasi konsep yang lebih nyata. Selain itu, berbicara dalam kelompok membantu mereka karena mereka dapat saling memahami. Hasil ini menunjukkan bahwa penguatan elemen konseptual, teknis, dan kolaboratif sangat penting dalam proses belajar integral garis. Pembelajaran tidak hanya harus mengajarkan rumus dan teknik, tetapi juga harus memberi siswa pemahaman yang lebih mendalam tentang arti penting itu sendiri. Mahasiswa akan lebih siap



untuk memahami materi penting garis secara menyeluruh dengan menggunakan pendekatan yang lebih reflektif dan bertahap.

Pembahasan

Mahasiswa menghadapi banyak kesulitan dalam memahami pentingnya garis, terutama dalam kaitannya dengan hubungan antara konsep matematika simbolik dengan makna geometris dan fisik. Sangat sedikit orang yang memahami fungsi integral garis sebagai representasi usaha dalam medan vektor. Mahasiswa lebih cenderung melihat integral garis sebagai representasi dari kejadian nyata di ruang dua atau tiga dimensi, bukan sebagai tugas prosedural yang memerlukan penerapan rumus tertentu. Mahasiswa kadang-kadang tidak menyadari bahwa arah lintasan dan medan sangat memengaruhi hasil integral. Hal ini menunjukkan bahwa dalam proses pembelajaran, ada kelangkaan pada bagian konseptual, di mana pentingnya operasi integral kurang ditekankan. Tidak diragukan lagi, salah satu kendala dalam belajar integral adalah kesulitan memahami konsep ruang dan parameter (Andini R. T., 2021). Selain itu, siswa tidak terbiasa merefleksikan cara mereka berpikir. Akibatnya, sulit bagi mereka untuk memahami secara mendalam. Mereka hanya menyalin rumus tanpa memahami fungsi dari tiap langkah perhitungan ketika tidak ada konteks atau contoh nyata.

Dalam hal teknis, siswa menghadapi kesulitan menyusun kurva parametrik dan mengubah fungsi menjadi satu variabel. Mahasiswa yang tidak memahami fungsi parameter t cenderung salah menentukan hubungan antara posisi, waktu, dan panjang lintasan. Kesalahan ini juga terjadi saat menentukan batas parameter atau arah kurva, yang merupakan komponen penting dalam menyelesaikan integral garis. Bagi siswa yang belum mahir dalam operasi integral dasar, bentuk soal yang mengandung akar atau fungsi trigonometri menambah kesulitan penyelesaian. Ketidakmampuan untuk menguasai materi prasyarat seperti turunan dan operasi fungsi adalah salah satu penyebab utama kesulitan teknis dalam topik integral (M. Fadillah A., 2019). Selain itu, siswa tidak memiliki strategi penyelesaian yang fleksibel, karena mereka merasa tidak nyaman ketika soal dibuat tidak seperti model yang mereka pelajari di kelas. Kesusahan ini menunjukkan bahwa perlu meningkatkan kemampuan analitis dan pemahaman struktur soal sebelum mengambil bentuk yang lebih kompleks.

Mahasiswa yang tidak siap sejak awal untuk materi garis penting adalah masalah lain. Banyak dari mereka belum pernah belajar tentang topik ini sebelumnya, jadi mereka tidak tahu bagaimana soal ini terlihat atau tujuan darinya. Meskipun pertanyaan yang tidak diketahui sudah dijelaskan di kelas, hal ini menyebabkan kecemasan. Siswa lebih cenderung memilih soal dengan pola yang telah mereka pelajari daripada soal integral garis. Ketidaksiapan tersebut pasti diperkuat oleh fakta bahwa materi prasyarat seperti aljabar vektor, turunan parametris, dan integral tidak memiliki kekuatan materi. Kondisi ini sangat umum di kelas kalkulus lanjutan, di mana siswa belum mampu menciptakan hubungan antara topik-topik sebelumnya (Analisa, 2023). Perencanaan pembelajaran yang bertahap dan berbasis prasyarat sangat penting untuk mata kuliah ini karena ketidaksiapan kognitif ini menjadi penghalang utama untuk memperoleh pemahaman menyeluruh tentang garis integral.

Salah satu faktor yang menyebabkan siswa tidak memahami materi adalah metode pembelajaran yang terlalu cepat, padat, dan seringkali simbolik. Akan sulit bagi siswa untuk membayangkan lintasan, arah gaya, atau kurva parametrik di ruang jika mereka tidak menekankan



pada cara simbol dilihat dan bagaimana mereka memiliki makna geometris. Pemahaman konseptual yang kuat tidak dapat dicapai melalui penjelasan prosedural. Selain itu, siswa menyatakan bahwa latihan soal kontekstual dan pembahasan mendalam melalui diskusi kelompok sangat penting. Pemahaman mereka menjadi lebih baik ketika mereka memiliki kesempatan untuk berbicara dan menjelaskan kembali ide-ide. Interaksi aktif dan refleksi pribadi selama proses belajar dapat meningkatkan pemahaman konseptual (Fentar, 2023). Mahasiswa juga merasa terbantu ketika pelajaran dimulai dengan contoh nyata sebelum masuk ke perhitungan formal. Metode seperti ini meningkatkan kepercayaan mereka dalam menyelesaikan masalah garis yang penting dan membantu membangun hubungan antara simbol dan makna.

Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa teknik simbolik atau hitung-menghitung semata tidak cukup untuk mempelajari integral garis. Metode yang digunakan dalam topik ini harus menggabungkan pemahaman konsep, keahlian teknik, dan keterampilan spasial. Setelah siswa mempelajari parameter, kurva, dan penerapan dalam ruang tiga dimensi, mereka harus didampingi untuk menyusun pemahaman mereka secara bertahap. Agar siswa memahami bahwa integral garis merupakan hasil integrasi dari beberapa topik kalkulus yang telah mereka pelajari sebelumnya, penting untuk menekankan hubungan antar konsep. Jika siswa tidak memahami ini, mereka hanya akan berkonsentrasi pada hasil akhir dan tidak akan memahami proses. Oleh karena itu, penting bagi guru untuk menilai pemahaman siswa secara teratur dan mengubah metode pembelajaran untuk memenuhi kebutuhan lapangan. Metode seperti penugasan reflektif, diskusi kelompok, dan latihan bertingkat dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman integral garis secara keseluruhan. Dengan menggunakan metode yang tepat, tantangan yang dihadapi siswa dapat diminimalkan dan pemahaman mereka tentang konsep integral garis dapat meningkat secara signifikan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan diskusi, dapat disimpulkan bahwa siswa masih menghadapi sejumlah tantangan dalam memahami materi integral garis. Tantangan teknis termasuk menyusun kurva parametrik, menemukan batas integral, dan menyelesaikan bentuk integral yang kompleks seperti akar dan trigonometri. Sementara itu, tantangan konseptual berasal dari ketidakmampuan siswa untuk memahami hubungan antara lintasan, medan vektor, dan makna. Selain itu, siswa tidak mempelajari materi prasyarat yang mendukung, seperti integral tentu dan aljabar vektor. Ini berdampak pada kegagalan mereka dalam mempelajari integral garis.

Mahasiswa cenderung memahami materi secara prosedural dan menghafal prosedur tanpa memahami konsep secara menyeluruh. Selain kurangnya latihan soal yang bervariasi dan bertahap, pendekatan pembelajaran yang terlalu simbolik dan kurang visualisasi memperparah hal ini. Hasil ini menunjukkan bahwa pendekatan yang lebih kontekstual, interaktif, dan berbasis konsep diperlukan untuk pembelajaran garis integral. Agar siswa dapat memperoleh pemahaman yang luas, materi prasyarat harus diperkuat, dan latihan harus diberikan secara bertahap.

Pendidik dapat membuat strategi pembelajaran yang lebih tepat sasaran dengan mengetahui masalah apa yang dihadapi siswa mereka. Tidak hanya penyampaian materi yang diprioritaskan, upaya perbaikan juga berusaha untuk meningkatkan kemampuan untuk berpikir matematis dan berpikir konseptual. Di masa mendatang, pembelajaran integral garis diharapkan dapat meningkatkan kualitas pemahaman siswa dan memberikan pengalaman belajar yang lebih berharga.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Analisa. (2023). Analisis kesulitan belajar mahasiswa pada materi integral. *Jurnal Analisa*, 8(2), 111–120.
- Andini R. T., S. W. , S. A. (2021). Pembelajaran Matematika Di Era Pandemi COVID-19 (Studi Deskriptif pada Siswa Kelas VIII MTs. Ma'Arif 02 Kotagajah). *Kognitif Jurnal Riset Hots Pendidikan Matematika*, 1(2), 124–143.
- Deswita R., S. E. , F. N. (2021). The Student's Learning Obstacle in Calculus Course. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(2), 15–21.
- Fadillah A., M. (2019). Analisis Learning Obstacle pada Materi Integral. *Imajiner Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 1(6), 243–251.
- Fadillah A., N. I. (2020). Hambatan belajar mahasiswa dalam menyelesaikan soal integral lipat dua. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika (JP2M)*, 8(1), 55–63.
- Fentar, Y. C. , T. D. , A. S. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Mahasiswa dalam Menerapkan Integral untuk Menghitung Luas Daerah. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 324–335.
- Maharani, N. (2023). Analisa Kendala Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Topik Integral. *PENDIPA Journal of Science Education*, 7(1), 55–62.
- Nurhayati, L. , I. G. (2021). Learning Obstacle of Integral Course Learning Based on APOS Theory Perspective. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 223–234.
- Sari, R. , L. N. (2022). Pembelajaran Kalkulus Lanjut dengan Pendekatan Visualisasi dalam Memahami Integral Garis. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 145–155.
- Sopiati, A. , U. K. (2021). Learning Obstacle yang Dialami Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal-Soal Integral Tak Tentu. *UJMES: Uninus Journal of Mathematics Education Studies*, 3(1), 1–8.
- Tasman, F. , D. A. S. (2018). Kesulitan Mahasiswa Dalam Mengkoneksikan Sigma, Area, dan Definisi Integral Tentu Secara Geometri. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 2(1), 1–10.