Jurnal Arjuna: Publikasi Ilmu Pendidikan, Bahasa dan Matematika
Volume 3, Nomor 4, Agustus 2025
e-ISSN: 3021-8136; p-ISSN: 3021-8144, Hal. 92-99
DOI: https://doi.org/10.61132/arjuna.v3i4.2200
Available Online at: https://journal.aripi.or.id/index.php/Arjuna

Analisis Kesulitan Belajar Mahasiswa dalam Mempelajari Materi Medan Vektor pada Mata Kuliah Kalkulus Vektor

Yalfina Mudya[1*], Revina Maulida[2], Mutia Ifani[3], Suci Dahlya Narpila[4]
[1,2,3,4] Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Alamat: Jl. William Iskandar Ps.V, Medan Estate, Kec. Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara
Korespondensi penulis: yalfina0305231022@uinsu.ac.id

Abstract. *This research aims to investigate the obstacles faced by students in understanding vector field material in the Vector Calculus course. The basis of this study is the low understanding of students regarding abstract concepts in vector calculus, particularly related to vector fields, the del operator, gradients, and directional derivatives. The method applied in this research is qualitative, utilizing questionnaires distributed to three students from the fourth semester. The research findings indicate that students encounter major challenges in visualizing vector fields in three-dimensional space, understanding the differentiation process related to gradients, and associating directional derivatives with gradients. Several factors contributing to these difficulties include a lack of variation in practice problems and a minimal understanding of basic mathematical concepts. The results of this study highlight the need for a learning approach that focuses more on strengthening concepts, the use of visual media, as well as its application in real contexts so that students can build a deeper understanding of vector field material. The results of this study are expected to provide input for the development of more effective and beneficial vector calculus teaching methods.*

Keywords: *Learning Difficulties, Vector Fields, Vector Calculus, Gradient, Directional Derivative.*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki hambatan yang dihadapi mahasiswa dalam mengerti materi Medan Vektor pada mata kuliah Kalkulus Vektor. Dasar dari penelitian ini adalah rendahnya pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep abstrak dalam kalkulus vektor, khususnya terkait dengan medan vektor, operator del, gradien, dan turunan berarah. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah kualitatif, yang menggunakan kuesioner yang dibagikan kepada tiga mahasiswa dari semester IV. Temuan penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kendala utama dalam membayangkan medan vektor di ruang tiga dimensi, memahami proses diferensiasi yang berkaitan dengan gradien, serta mengaitkan turunan berarah dengan gradien. Beberapa faktor yang menyebabkan kesulitan ini termasuk kurangnya variasi dalam latihan soal dan minimnya pemahaman mengenai konsep dasar matematika. Hasil penelitian ini menunjukkan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih fokus pada penguatan konsep, penggunaan media visual, serta penerapan dalam konteks nyata agar mahasiswa dapat membangun pemahaman yang lebih mendalam mengenai materi medan vektor. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi pengembangan metode pengajaran kalkulus vektor yang lebih efektif dan bermanfaat.

Kata kunci: Kesulitan Belajar, Medan Vektor, Kalkulus Vektor, Gradien, Turunan Berarah.

1. LATAR BELAKANG

Matematika merupakan ilmu dasar yang memiliki peranan penting dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam dunia pendidikan tinggi, matematika tidak hanya dipelajari sebagai ilmu formal, tetapi juga sebagai alat berpikir yang membantu mahasiswa mengembangkan kemampuan logis, analitis, dan sistematis. Sumarno mengungkapkan pada seminar nasional UNY bahwa pembelajaran matematika seharusnya menekankan pemahaman konseptual yang mendalam agar mahasiswa mampu mengembangkan pemikiran kritisnya dan dapat memecahkan massalah yang berkaitan dengan matematika lebih efektif. Karena banyak penelitian mengatakan bahwa matematika merupakan salah satu pelajaran yang banyak tidak

Received: April 30, 2025; Revised: Mei 30, 2025; Accepted: Juni 19, 2025; Online Available: Juni 23, 2025

disukai, karena sulit. Hal ini disebabkan karena mereka tidak memahami matematika yang dipelajari didalam kelas. Oleh karena itu, setiap bagian dari mata kuliah matematika, termasuk kalkulus, harus dirancang untuk membangun fondasi kognitif yang kuat pada mahasiswa. Pembelajaran matematika mengharapkan pelajar/mahasiswa mampu memahami konsep matematika, menjelaskan keterkaitan antar konsep dan mengaplikasikan konsep, secara luwes, akurat, efisien, dan tepat, dalam pemecahan masalah; Menggunakan penalaran pada pola dan sifat, melakukan manipulasi matematika dalam membuat generalisasi, menyusun bukti, atau menjelaskan gagasan dan pernyataan matematika (Surialin et al., 2021).

Kalkulus vektor merupakan salah satu cabang dari matematika lanjutan yang menjadi bagian penting dalam kurikulum program studi matematika. Mata kuliah ini memperluas konsep kalkulus dasar dengan melibatkan fungsi vektor, medan skalar dan vektor, serta aplikasi integral dalam ruang berdimensi tiga. Namun, banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak dalam kalkulus vektor, khususnya karena topik-topiknya tidak hanya menuntut kemampuan berhitung tetapi juga keterampilan berpikir spasial dan penguasaan fungsi multivariabel. Penelitian oleh (Sugiarni, 2019) menunjukkan bahwa banyak mahasiswa tidak mampu menyelesaikan soal kalkulus vektor dengan tepat karena lemahnya pemahaman terhadap langkah-langkah pemecahan masalah dan konsep-konsep turunan parsial serta integral lipat dua dan tiga.

Salah satu topik yang akan dibahas pada artikel ini yaitu, menganalisis kesulitan mahasiswa pada materi medan vektor. Medan vektor melibatkan pemahaman terhadap besaran yang memiliki arah dan besar di setiap titik dalam ruang, serta keterampilan dalam melakukan operasi matematis seperti gradien, operatol del dan turunan berarah. Banyak mahasiswa belum memiliki pemahaman yang utuh mengenai makna geometris dari medan vektor maupun penerapannya dalam konteks penyelesaian masalah matematis. Berdasarkan temuan (Prasetyo et al., 2018), pendekatan pembelajaran yang terlalu menekankan pada penyampaian rumus tanpa eksplorasi konsep seringkali menyebabkan mahasiswa hanya menghafal tanpa memahami esensi konsep tersebut. Hal ini mengakibatkan pemahaman mahasiswa terhadap medan vektor bersifat dangkal dan tidak aplikatif dalam menyelesaikan soal yang kompleks.

2. KAJIAN TEORITIS

Kajian mengenai konsep matematika menunjukkan bahwa banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami struktur konseptual dari vektor serta penerapannya di dalam medan vektor. (Kurniawan et al., 2019) menemukan bahwa pemahaman mahasiswa mengenai operasi vektor seperti penjumlahan, komponen, dan vektor unit cukup baik pada

bentuk yang sederhana, tetapi menjadi lemah saat menghadapi medan vektor serta representasi grafisnya. Hal ini didukung oleh penelitian (Bollen et al., 2017), yang menyatakan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam beralih dari ekspresi aljabar ke visualisasi medan, serta sering kali menginterpretasikan kerapatan garis medan sebagai ukuran besar vektor.

Pemahaman mahasiswa mengenai materi medan vektor dalam kalkulus vektor masih menghadapi banyak tantangan, terutama pada konsep dasar medan vektor, operator del, gradien, dan turunan berarah. Ada berbagai aspek yang menghalangi dalam mempelajari materi medan vektor, mulai dari pengertian medan vektor sebagai fungsi yang mengaitkan setiap titik dalam ruang ke vektor; operasi dengan operator del (∇); konsep gradien ($\nabla\varphi$); hingga turunan berarah ($D_{\mathrm{u}}\varphi = \nabla\varphi \cdot u$). Penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa dapat melakukan perhitungan simbolis, namun gagal dalam memahami konsep dan representasi grafis akibat lemahnya hubungan antara makna dan simbol serta visualisasi, termasuk dalam memahami arah dan besar vektor, serta nilai maksimal perubahan fungsi (Hahn & Klein, 2023). Sebagai contoh, banyak yang menganggap bahwa garis medan merupakan indikator dari besar vektor, bukan hanya arah; operator del (∇) sering kali dilihat sebagai vektor biasa, bukannya sebagai operator diferensial parsial dalam tiga dimensi (Baily & Astolfi, 2015); gradien sering kali salah dipahami sebagai arah relatif terhadap kontur fungsi, dan turunan berarah hanya dipahami secara prosedural tanpa adanya pemahaman bahwa nilai maksimal terjadi saat arah u sejalan dengan gradien.

Medan vektor adalah penempatan vektor di setiap titik dalam ruang tiga dimensi. Jika ada fungsi vektor, dalam fungsi itu bisa dimasukkan vektor lain yang akan membentuk Medan vektor. Salah satu fungsi Medan vektor adalah untuk mengukur kecepatan aliran zat cair, aliran medan listrik, dan berbagai penerapan lainnya (Narpila, 2023). Namun, biasanya mahasiswa mengalami kesulitan dalam menerjemahkan bentuk visualnya, seperti pola garis medan dan arah vektor di ruang tiga dimensi (Baily & Astolfi, 2015).

Kesulitan ini semakin diperparah oleh minimnya fokus pada visualisasi dan hubungan antara fisika dan matematika dalam proses pembelajaran, di mana mahasiswa lebih sering difokuskan pada perhitungan simbolis daripada pemahaman konseptual (Bollen et al., 2015). Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan metode pengajaran yang mengintegrasikan manipulasi simbolik, konteks fisik, dan visualisasi interaktif agar mahasiswa dapat memahami Medan vektor dengan lebih mendalam.

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian yang bersifat kualitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi oleh kelompok pasangan dalam memahami materi yang disampaikan oleh peneliti. Populasi dalam penelitian ini terdiri dari mahasiswa PMM 1 semester IV di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, dengan sampel yang diambil adalah kelompok pasangan yang masing-masing terdiri dari 3 orang. Metode pemilihan sampel ditentukan berdasarkan kontrak perkuliahan yang telah ditetapkan. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara online dalam bentuk kuesioner. Setiap pertanyaan dilengkapi dengan pilihan jawaban untuk memudahkan responden dalam menjelaskan kesulitan yang mereka alami. Kuesioner tersebut diberikan kepada responden untuk diisi sesuai dengan situasi yang ada.Adapun angket penelitian yang kami sebarkan yaitu:

Tabel 1

No.	Pertanyaan	Pilihan Jawaban
1.	Apakah anda sudah memahami konsep vektor?	o Sangat Paham o Cukup Paham o Kurang Paham o Tidak Paham Sama Sekali
2.	Apa kesulitan yang dialami dalam mempelajari konsep medan vektor?	o Membedakan medan vektor dengan medan skalar o Memvisualisasikan vektor dalam ruang 3D
3.	Apa kesulitan yang dialami dalam memahami operator del (∇)?	o Memahami notasi matematika o Proses dalam turunan parsial o Tidak mengalami kesulitan sama sekali
4.	Apa kesulitan yang dialami dalam memahami konsep gradien?	o Menghitung gradiesn fungsi skalar o Penggunaan simbol untuk skalar dan vektor o Proses diferensiasi pada setiap titik
5.	Apa kesulitan yang dialami dalam memahami turunan berarah?	o Menghitung turunan berarah secara sistematis o Menghubungkan turunan berarah dengan gradien
6.	Materi mana yang menurut anda paling sulit dipahami?	o Medan vektor o Operator Del (∇) o Gradien o Turunan Berarah
7.	Apa faktor utama yang menyebabkan anda sulit dalam memahami materi ini?	o Pemateri kurang detail dalam menjelaskan o Latihan soal yang kurang bervariasi o Pemahaman konsep matematika dasar

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah angket diberikan responden, maka peneliti memperoleh data sebagai berikut:

Tabel 2

No.	Pertanyaan	Responden 1	Responden 2	Responden 3
1.	Apakah anda sudah memahami konsep vektor?	Cukup Paham	Cukup Paham	Sangat Paham
2.	Apa kesulitan yang dialami dalam mempelajari konsep medan vektor?	Memvisualisasikan vektor dalam ruang 3D	Memvisualisasikan vektor dalam ruang 3D	Memvisualisasikan vektor dalam ruang 3D
3.	Apa kesulitan yang dialami dalam memahami operator del (∇)?	Tidak mengalami kesulitan sama sekali	Tidak mengalami kesulitan sama sekali	Tidak mengalami kesulitan sama sekali
4.	Apa kesulitan yang dialami dalam memahami konsep gradien?	Proses diferensiasi pada setiap titik	Proses diferensiasi pada setiap titik	Penggunaan simbol skalar dan vektor
5.	Apa kesulitan yang dialami dalam memahami turunan berarah?	Menghubungkan turunan berarah dengan gradien	Menghubungkan turunan berarah dengan gradien	Menghubungkan turunan berarah dengan gradien
6.	Materi mana yang menurut anda paling sulit dipahami?	Medan Vektor	Medan Vektor	Operator Del (∇)
7.	Apa faktor utama yang menyebabkan anda sulit dalam memahami materi ini?	Latihan soal yang kurang bervariasi	Pemahaman konsep matematika dasar	Latihan soal yang kurang bervariasi

Berdasarkan informasi yang dihimpun dari tiga responden, dapat disimpulkan bahwa pemahaman mengenai materi mengenai medan vektor sudah cukup memadai. Melihat dari jawaban dua responden yang mengindikasikan mereka merasa cukup paham dan satu responden lainnya yang merasa sangat memahami. Namun, terdapat beberapa tantangan yang dihadapi dalam setiap sub-materi yang telah dipelajari. Kesulitan dalam membedakan medan vektor dari medan skalar serta kesulitan untuk memvisualisasikan vektor dalam tiga dimensi juga menjadi kendala yang berarti dalam memahami konsep ini. Selain itu, faktor utama yang menyebabkan kesulitan dalam memahami materi ini adalah kurangnya variasi dalam latihan soal dan dasar pemahaman matematika yang masih lemah. Ini menunjukkan bahwa meskipun pemahaman dasar tentang konsep vektor sudah ada, peningkatan variasi latihan soal dan penguatan pemahaman matematika dasar diperlukan untuk mendukung pemahaman materi yang lebih kompleks seperti gradien dan turunan berarah.

Pemahaman Umum Terhadap Konsep Vector

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan pada tiga mahasiswa semester IV, terlihat bahwa dua responden merasa cukup memahami dan satu responden merasa sangat mengerti tentang konsep dasar vektor. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memiliki

pengetahuan awal yang cukup untuk memahami sifat dasar vektor, seperti arah dan besaran, meskipun pemahaman mereka belum mencapai tingkat konseptual yang lebih tinggi.

Namun, seperti yang diungkapkan oleh Kurniawan et al. (2019), tingkat pemahaman mahasiswa cenderung menurun saat mereka dihadapkan pada penerapan konsep vektor dalam konteks medan vektor. Hal ini terlihat dari hasil yang menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami representasi ruang dan konsep vektor yang lebih kompleks.

Kesulitan Visualisasi Medan Vektor

Semua partisipan mengakui adanya kesulitan dalam membayangkan vektor di dalam ruang tiga dimensi. Kesulitan ini sangat terkait dengan cara memahami medan vektor sebagai fungsi yang mengaitkan vektor dengan setiap titik pada ruang. Para mahasiswa mengalami tantangan dalam membayangkan arah dan ukuran vektor dalam bentuk visual, sehingga pemahaman mereka menjadi lebih bersifat prosedural, bukan konseptual.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bollen et al. (2017), yang menunjukkan bahwa mahasiswa sering salah dalam menafsirkan garis-garis medan sebagai ukuran vektor, padahal garis tersebut hanya menggambarkan arahnya. Rendahnya kemampuan visualisasi ini juga dikaitkan dengan sedikitnya penggunaan media pembelajaran yang bersifat grafis dan interaktif dalam proses pengajaran.

Pemahaman Terhadap Operator Del dan Gradien

Menarik untuk dicatat, ketiga responden mengungkapkan bahwa mereka tidak mengalami kesulitan dalam memahami operator del. Ini bisa menunjukkan bahwa mahasiswa lebih cenderung mengingat bentuk simbolis dari operator (∇), namun pemahaman mendalam mengenai fungsi operator ini sebagai turunan parsial dalam tiga dimensi masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut.

Di sisi lain, dua dari tiga responden mengakui mengalami kesulitan dalam memahami konsep gradien, terutama dalam proses diferensiasi di setiap titik. Sementara itu, satu responden merasa kebingungan dengan aspek simbolisasi antara skalar dan vektor. Hal ini mengindikasikan adanya perbedaan antara kemampuan simbolik dan pemahaman mengenai makna geometris gradien. Sebagaimana diungkapkan oleh Baily & Astolfi. (2015), mahasiswa sering kali salah kaprah menganggap gradien hanya sebatas arah terkait kontur, tanpa menyadari bahwa gradien sejatinya menunjukkan arah di mana perubahan maksimum dari fungsi skalar terjadi.

Keterhubungan antara Gradien dan Turunan Berarah

Ketiga responden mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep turunan berarah dengan gradien. Mereka tidak menyadari bahwa nilai maksimum turunan berarah muncul ketika arah sejajar dengan gradien. Situasi ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa mengenai keterkaitan antar konsep masih kurang mendalam, dan cara belajar mereka lebih bersifat prosedural.

Penelitian yang dilakukan oleh Hahn, D., & Klein. (2023), menekankan bahwa banyak mahasiswa dapat melakukan operasi simbolik namun tidak mampu memahami konteks geometris dan hubungan antar konsep dalam medan vektor. Ini menandakan perlunya metode pembelajaran yang berbasis makna dan visualisasi untuk menangani kesalahan pemahaman tersebut.

Faktor Penyebab Kesulitan

Dari tanggapan para responden, terdapat dua hal utama yang mengakibatkan kesulitan dalam memahami materi ini, yaitu minimnya variasi dalam soal latihan dan kurangnya penguasaan konsep dasar matematika. Hal ini mendukung pandangan Surialin et al. (2021), bahwa metode pengajaran matematika yang terlalu menekankan pada rumus dan simbol tanpa pemahaman yang mendalam terhadap konsep akan menimbulkan kesulitan dalam menyelesaikan soal yang berhubungan dengan aplikasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap mahasiswa semester IV di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, dapat ditarik kesimpulan bahwa tantangan utama dalam mempelajari materi medan vektor pada mata kuliah Kalkulus Vektor terletak pada cara memvisualisasikan vektor dalam tiga dimensi, pemahaman tentang proses diferensiasi dalam konsep gradien, dan hubungan antara gradien dengan turunan berarah. Walaupun pemahaman dasar tentang konsep vektor cukup baik, terbatasnya variasi soal latihan dan rendahnya penguasaan konsep matematika dasar menjadi halangan utama. Oleh sebab itu, disarankan agar para pengajar lebih menerapkan pendekatan pembelajaran yang berfokus pada visual dan kontekstual, serta memperbanyak variasi soal latihan untuk memperkuat pemahaman konsep-konsep abstrak di kalangan mahasiswa. Penelitian ini memiliki batasan karena jumlah responden yang sangat minim, sehingga hasilnya tidak bisa dijadikan acuan secara umum. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan sampel yang lebih besar dan bervariasi, serta mempertimbangkan penggunaan pendekatan campuran guna memperoleh pemahaman

yang lebih menyeluruh mengenai kesulitan belajar mahasiswa terkait dengan materi kalkulus vektor.

DAFTAR REFERENSI

Baily, C., & Astolfi, C. (2015). Student reasoning about the divergence of a vector field. PERC Proceedings, 1, 31–34. https://doi.org/10.1119/perc.2014.pr.004

Bollen, L., Van Kampen, P., & De Cock, M. (2015). Students' difficulties with vector calculus in electrodynamics. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 11(2), 1–14.

Bollen, L., Van Kampen, P., Baily, C., Kelly, M., & De Cock, M. (2017). Student difficulties regarding symbolic and graphical representations of vector fields. Physical Review Physics Education Research, 13(2). https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.13.020109

Hahn, D., & Klein, P. (2023). Conceptual understanding of directional derivatives and gradient fields in vector calculus: A systematic review. Journal of Mathematical Behavior, 71, 101154.

Hahn, L., & Klein, P. (2023). The impact of multiple representations on students' understanding of vector field concept: Implementation of simulations and sketching activities into lecture-based recitations in undergraduate physics. Frontiers in Psychology, 13, 1–8.

Kurniawan, B. R., Saputri, D. E., & Shoiqin, M. I. (2019). Analisis pemahaman konsep mahasiswa pada topik vektor. Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, 6(2), 107–114. http://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/efektor/article/view/12911

Narpila, S. D. (2023). Kalkulus vektor. CV. Kencana Emas Sejahtera.

Prasetyo, P. W., Setyawan, F., & Sumargiyani. (2018). Pengaruh penggunaan lembar kerja mahasiswa berbasis konsep dalam perkuliahan analisis vektor. Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan, 2(1), 1.

Sugiarni, R. (2019). Proses penyelesaian soal berdasarkan pemahaman polya pada mahasiswa dalam mata kuliah kalkulus vektor. Jurnal Matematika Ilmiah STKIP Muhammad Kuningan, 5(1), 59–69.

Surialin, Pomalato, S. W., & Machmud, T. (2021). Analisis kesulitan siswa menyelesaikan soal matematika materi vektor kelas X SMA Terpadu Wira Bhakti. Media Pendidikan Matematika, 9(2), 43–51.

Surialin, S., Nuraini, L., & Wibowo, E. (2021). Strategi pembelajaran matematika berbasis pemahaman konseptual. Seminar Nasional Pendidikan UNY.