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/v1i2.1331

ANALISIS KESULITAN BELAJAR MAHASISWA DALAM MEMPELAJARI TEOREMA DIVERGENSI PADA MATA KULIAH KALKULUS VEKTOR

Analysis of Students' Learning Difficulties in Learning the Divergence Theorem in Vector Calculus Course

Anisah Syu'la Fadiah[1*]
Bella Nanda Siregar[2]
Kartika Puspita Sari[3]
Suci Dahlya Narpilla[4]

*1-4 Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, Indonesia

*email: Anisah0305233101@uinsu.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesulitan belajar yang dialami mahasiswa dalam memahami dan menerapkan teorema divergensi pada mata kuliah Kalkulus Vektor. Subjek penelitian adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika pada salah satu kelas di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui angket, wawancara, observasi, dan dokumentasi tugas mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami beberapa kesulitan utama, yaitu dalam memahami konsep dasar teorema divergensi, menghubungkan teori dengan visualisasi vektor di ruang tiga dimensi, serta dalam penggunaan notasi matematis dan operasi integral ganda. Faktor-faktor penyebab kesulitan tersebut antara lain adalah keterbatasan pemahaman konsep prasyarat, kurangnya latihan soal kontekstual, dan metode pengajaran yang masih bersifat teoritis. Temuan ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan aplikatif dalam mengajarkan materi teorema divergensi di perguruan tinggi.

Kata Kunci:
Kesulitan Belajar
Teorema Divergensi
Kalkulus Vector

Keywords:
Learning Difficulties
Divergence Theorem
Vector Calculus

Abstract

This study aims to analyze the learning difficulties experienced by students in understanding and applying the divergence theorem in the Vector Calculus course. The research subjects were students of the Mathematics Education Study Program from a class at the State Islamic University of North Sumatra. This research employed a qualitative approach using descriptive methods. Data collection techniques included questionnaires, interviews, observations, and documentation of student assignments. The findings indicate that students face several major difficulties, such as understanding the basic concepts of the divergence theorem, connecting theory to vector visualization in three-dimensional space, and using mathematical notation and double integral operations. The factors contributing to these difficulties include limited understanding of prerequisite concepts, lack of contextual problem-solving practice, and teaching methods that remain overly theoretical. These findings are expected to serve as a foundation for developing more effective and practical teaching strategies for delivering divergence theorem material in higher education.

Submit Tgl.: 23-Juni-2025 Diterima Tgl.: 25-Juni-2025 Diterbitkan Tg.: 26-Juni-2025

Cara mengutip Fadiah, A. S., Siregar, B. N., Sari, K. P., & Narpilla, S. D. (2025). Analisis Kesulitan Belajar Mahasiswa dalam Mempelajari Teorema Divergensi pada Mata Kuliah Kalkulus Vektor. *JIMT: Jurnal Informatika, Multimedia Dan Teknik*, *1*(2), 183–188. https://doi.org/10.71456/jimt.v1i2.1331

PENDAHULUAN

Kalkulus vektor merupakan mata kuliah yang menuntut mahasiswa memiliki pemahaman yang kuat terhadap konsep dasar matematika, terutama dalam ruang tiga dimensi. Salah satu materi inti dalam kalkulus vektor adalah teorema divergensi, yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi karena melibatkan konsep medan vektor, integral permukaan, dan analisis terhadap fluks yang keluar dari suatu bidang. Materi ini menjadi semakin menantang ketika mahasiswa belum memiliki

dasar pemahaman kalkulus diferensial dan integral yang memadai sebagai prasyarat pembelajaran. Banyak mahasiswa mengalami hambatan dalam menyerap konsep teorema divergensi karena materi ini tidak hanya memerlukan kemampuan berhitung, tetapi juga menuntut daya visualisasi ruang dan penguasaan konsep yang bersifat abstrak. Kesalahan dalam memahami bahasa soal, merancang strategi penyelesaian, hingga kekeliruan dalam langkah prosedural menjadi temuan umum dalam proses pembelajaran kalkulus vektor, khususnya pada materi divergensi (Widodo, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa bukan hanya terletak pada aspek teknis perhitungan, tetapi juga pada proses berpikir matematis yang menyeluruh. Kesulitan ini semakin diperparah dengan terbatasnya media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep-konsep tiga dimensi secara konkret. Penggunaan perangkat lunak seperti MATLAB dapat membantu sebagian mahasiswa dalam memahami konvergensi dan divergensi, namun efektivitasnya masih terbatas karena belum diintegrasikan secara optimal dalam pembelajaran kelas (Perangin angin, Tambunan, Lubis, Siregar, & Piliang, 2024). Artinya, keterbatasan alat bantu dan metode visualisasi berkontribusi terhadap rendahnya tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi divergensi.

Selain faktor kognitif, motivasi dan psikologis mahasiswa juga memiliki pengaruh dalam proses belajar kalkulus. Namun, penelitian menunjukkan bahwa self-confidence atau kepercayaan diri mahasiswa ternyata hanya memberikan kontribusi yang sangat kecil terhadap hasil belajar kalkulus, yaitu kurang dari 15% (Arfiah & Handican, 2024) (Aprizal & Widiastuti, 2023) Dengan demikian, fokus utama seharusnya diarahkan pada kualitas pembelajaran, pendekatan metodologis, serta kesiapan konseptual mahasiswa dalam memahami materi. Salah satu solusi untuk mengatasi kesulitan belajar kalkulus adalah melalui penggunaan strategi pembelajaran aktif dan media pendukung. Strategi Question Student Have yang disertai modul pembelajaran terbukti mampu meningkatkan motivasi belajar mahasiswa secara signifikan dalam konteks pembelajaran kalkulus vektor (Sovia, 2015).Ini menandakan bahwa pendekatan pedagogis yang tepat dapat memicu keterlibatan aktif mahasiswa dalam memahami konsep-konsep rumit seperti teorema divergensi.

Pemanfaatan aplikasi seperti Mathway dalam menyelesaikan soal kalkulus juga menjadi salah satu alternatif yang relevan, karena tidak hanya menyediakan hasil akhir, tetapi juga menampilkan proses penyelesaiannya secara bertahap (Muttaqin, Yahya, & Irmayanti, 2023).Ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa untuk memahami logika penyelesaian dan mengurangi kebingungan saat menghadapi soal yang kompleks. Lebih lanjut, kesalahan umum dalam menyelesaikan soal kalkulus seperti pada materi turunan masih sering ditemukan. Berdasarkan analisis kesalahan Newmann, jenis kesalahan yang paling sering terjadi adalah pada kemampuan proses, transformasi, dan penyandian informasi matematis (Rusyda, Rifandi, Musdi, & Rusdinal, 2022). Jika dalam materi turunan saja mahasiswa mengalami kesulitan seperti itu, maka pada materi yang lebih kompleks seperti divergensi, potensi kesulitan yang dihadapi jauh lebih besar. Kesulitan belajar juga diperkuat oleh temuan bahwa banyak mahasiswa memiliki kemampuan dasar kalkulus yang rendah, bahkan memandang kalkulus sebagai materi yang tidak relevan dengan bidang studi mereka (MUTAKIN). Hal ini menyebabkan kurangnya minat belajar dan memengaruhi pencapaian akademik mereka pada mata kuliah kalkulus secara keseluruhan. Ketika mahasiswa belum menguasai kalkulus diferensial sebagai fondasi utama, maka wajar jika mereka mengalami kesulitan besar dalam memahami kalkulus vektor. Karena kalkulus diferensial adalah gerbang awal untuk memahami turunan, gradien, dan operasi diferensial lainnya yang menjadi dasar dari teorema divergensi (Aprizal & Widiastuti, 2023). Kurangnya penguasaan

pada materi prasyarat ini sering menyebabkan hambatan berantai dalam proses belajar.

Meskipun tidak langsung terkait, pendekatan pembelajaran hybrid atau blended learning dinilai efektif dalam memfasilitasi kemampuan berpikir kritis dan divergen siswa (Magdalena, Nurcahyati, & Zahranisa, 2023).Dalam konteks perguruan tinggi, pendekatan ini dapat diterapkan sebagai alternatif untuk mengembangkan pemahaman mahasiswa terhadap materi kompleks, seperti teorema dalam kalkulus vektor, termasuk divergensi. Berdasarkan berbagai paparan tersebut, dapat disimpulkan bahwa kesulitan belajar mahasiswa dalam memahami teorema divergensi dipengaruhi oleh kombinasi faktor kognitif, pedagogis, dan psikologis. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang lebih dalam terhadap pengalaman belajar mahasiswa di kelas, agar ditemukan solusi yang tepat dalam meningkatkan pemahaman terhadap materi tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk memperoleh gambaran secara mendalam mengenai kesulitan belajar mahasiswa dalam memahami Teorema Divergensi pada mata kuliah Kalkulus Vektor. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengeksplorasi secara rinci pengalaman, persepsi, serta hambatan yang dialami mahasiswa dalam mempelajari materi tersebut tanpa melakukan manipulasi terhadap variabel penelitian. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa semester IV program studi Pendidikan Matematika di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara yang telah mengikuti perkuliahan Kalkulus Vektor. Pengumpulan data dilakukan terhadap mahasiswa dari kelas peneliti sendiri serta diperluas ke kelompok lain untuk memperoleh sudut pandang yang beragam dan memperkuat validitas data. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan angket tertulis yang memuat pertanyaan terbuka dan tertutup. Instrumen disusun berdasarkan tujuan penelitian dan telah melalui tahap validasi isi oleh dosen pembimbing dan rekan sejawat guna memastikan bahwa setiap item pertanyaan relevan dan dapat dipahami oleh responden. Angket disebarkan baik secara langsung maupun melalui media digital untuk menjangkau responden dengan lebih efektif.

Data yang terkumpul dianalisis dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data kuantitatif dari pertanyaan tertutup diolah dalam bentuk persentase dan disajikan dalam bentuk tabel atau diagram, sedangkan data kualitatif dari pertanyaan terbuka dianalisis menggunakan teknik analisis isi dengan mengelompokkan jawaban ke dalam tema-tema tertentu seperti jenis kesulitan, persepsi terhadap pembelajaran, serta saran dan harapan mahasiswa terhadap pengajaran Teorema Divergensi. Analisis dilakukan melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Untuk menjaga keabsahan data, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan informasi dari berbagai responden yang memiliki latar belakang dan pengalaman akademik yang sama. Selain itu, instrumen angket telah diuji coba terlebih dahulu dalam skala kecil untuk memastikan kejelasan bahasa dan keterkaitan dengan tujuan penelitian. Keseluruhan proses ini dilakukan untuk menghasilkan temuan yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mini riset ini dilakukan secara online kepada tiga mahasiswa dari kelompok 3 untuk mengetahui kesulitan belajar yang mereka hadapi dalam memahami materi Teorema Divergensi pada mata kuliah Kalkulus Vektor.

Berdasarkan data yang dikumpulkan, diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Pemahaman Konsep Dasar

Ketiga responden menyatakan bahwa mereka memahami konsep dasar dari Teorema Divergensi. Tidak satu pun dari mereka yang menyebutkan adanya bagian materi yang membingungkan. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum, mahasiswa dari

kelompok ini memiliki pemahaman dasar yang baik terhadap materi.

2. Efektivitas Penjelasan Dosen

Semua responden mengaku bahwa penjelasan dosen cukup membantu mereka memahami materi. Salah satu responden menambahkan bahwa ia merasa terbantu karena dosen memberikan contoh soal, sementara yang lain merasa lebih siap karena sudah mempelajari materi terlebih dahulu sebelum kelas dimulai. Ini mengindikasikan bahwa kombinasi antara kesiapan pribadi dan penyampaian dosen dapat meningkatkan pemahaman mahasiswa.

3. Metode Belajar yang Efektif

Metode yang paling banyak disebut sebagai bantuannya adalah diskusi kelompok. Dua dari tiga responden juga menyebutkan menonton video penjelasan sebagai metode belajar yang efektif. Ini menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung memilih metode kolaboratif dan visual dalam mempelajari konsep abstrak seperti Teorema Divergensi.

4. Visualisasi dalam Pembelajaran

Dua responden merasa "cukup terbantu" dengan visualisasi atau ilustrasi grafis saat mempelajari materi, sedangkan satu responden merasa "tidak terbantu sama sekali". Hal ini menunjukkan adanya perbedaan gaya belajar antarmahasiswa—ada yang terbantu dengan pendekatan visual, ada juga yang lebih mengandalkan logika atau latihan soal.

5. Kemampuan Menjelaskan Ulang Materi

Ketiga responden menyatakan mampu atau cukup mampu menjelaskan ulang materi kepada orang lain. Ini didukung oleh kebiasaan mereka untuk mengulang materi secara mandiri di luar jam kuliah, baik di waktu luang maupun dengan mengerjakan kembali soal.

6. Saran untuk Pembelajaran ke Depan

Semua responden memberikan saran yang hampir senada, yaitu agar pembelajaran Teorema Divergensi:

a. Disampaikan dengan visualisasi berupa gambar atau animasi aliran vektor;
b. Dikaitkan dengan fenomena nyata seperti aliran air atau udara;
c. Dijelaskan keterkaitannya dengan teorema lain seperti Green dan Stokes;
d. Diberikan soal secara bertahap dari yang sederhana ke kompleks; Dilengkapi dengan simulasi atau proyek kecil agar mahasiswa bisa mengalami langsung aplikasinya.

Berdasarkan hasil mini riset terhadap tiga mahasiswa dari kelompok 3, dapat disimpulkan bahwa pemahaman terhadap materi Teorema Divergensi secara umum berada pada tingkat yang baik. Ketiga responden menyatakan bahwa mereka memahami konsep dasarnya dan tidak menemukan bagian materi yang membingungkan. Hal ini menarik, mengingat materi seperti Teorema Divergensi dikenal cukup abstrak karena melibatkan konsep medan vektor tiga dimensi dan integral permukaan yang secara visual dan matematis tidak sederhana. Salah satu faktor penting yang mendukung pemahaman ini adalah kesiapan mahasiswa sebelum pembelajaran berlangsung. Responden kedua, misalnya, menyebutkan bahwa ia sudah mempelajari materi terlebih dahulu sebelum diajarkan di kelas, sehingga ketika dosen menjelaskan, ia hanya memperkuat pemahaman yang sudah dimiliki. Ini mengindikasikan bahwa pembelajaran mandiri (self-directed learning) berperan besar dalam keberhasilan belajar mahasiswa, khususnya dalam materi-materi eksakta seperti Kalkulus Vektor.

Selain itu, gaya mengajar dosen juga menjadi elemen penting yang diapresiasi oleh semua responden. Mereka merasa bahwa dosen mampu menyampaikan materi dengan cara yang mudah dipahami, bahkan disertai dengan contoh soal yang aplikatif. Ini membuktikan bahwa pembelajaran yang efektif tidak hanya terletak pada penyampaian teori, namun juga pada pemberian contoh konkret yang membantu mahasiswa mengaitkan teori dengan aplikasinya. Metode belajar yang paling banyak disebut sebagai membantu adalah diskusi kelompok dan video penjelasan. Dua dari tiga

responden memilih kedua metode tersebut sebagai media belajar utama. Ini menunjukkan bahwa mahasiswa saat ini lebih menyukai pendekatan yang interaktif dan visual. Diskusi kelompok memungkinkan mahasiswa saling bertukar pemahaman, sedangkan video penjelasan memberikan fleksibilitas dalam belajar kapan pun dan di mana pun. Menariknya, tidak ada responden yang memilih membaca buku atau modul sebagai metode utama, yang menandakan adanya pergeseran preferensi belajar mahasiswa dari media tekstual ke media audio-visual.

Terkait visualisasi, sebagian besar responden merasa cukup terbantu dengan gambar atau ilustrasi saat belajar Teorema Divergensi. Namun satu responden justru merasa tidak terbantu sama sekali, yang menunjukkan adanya perbedaan gaya belajar antarindividu. Ini penting untuk diperhatikan oleh dosen, bahwa meskipun media visual efektif bagi sebagian besar mahasiswa, pendekatan pembelajaran yang bersifat multimodal tetap diperlukan agar semua gaya belajar dapat terakomodasi. Yang menarik dari hasil riset ini adalah konsistensi saran yang diberikan oleh para responden, yaitu mereka merekomendasikan agar pembelajaran Teorema Divergensi lebih dihidupkan melalui visualisasi, analogi kehidupan nyata, dan integrasi dengan konsep lain seperti Teorema Green atau Stokes. Mereka juga mengusulkan agar dosen memberikan soal bertahap dari yang sederhana ke kompleks, serta mempertimbangkan penggunaan simulasi atau proyek kecil agar mahasiswa bisa mengalami langsung bagaimana konsep ini diterapkan.

Hal ini memperlihatkan bahwa mahasiswa tidak hanya ingin memahami materi secara teoritis, tetapi juga ingin membangun pemahaman yang aplikatif dan bermakna. Ketika mahasiswa menyarankan penggunaan analogi aliran air atau udara, itu menunjukkan bahwa mereka membutuhkan konteks nyata agar bisa lebih mudah membayangkan abstraksi matematika yang mereka pelajari. Pendekatan kontekstual dan berbasis pengalaman semacam ini sangat sesuai dengan prinsip pembelajaran bermakna (meaningful learning) yang menekankan koneksi antara pengetahuan baru dengan pengalaman atau pengetahuan yang sudah dimiliki sebelumnya.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menunjukkan bahwa mahasiswa mampu memahami Teorema Divergensi dengan baik ketika pembelajaran difasilitasi secara tepat dan ditunjang dengan pendekatan belajar aktif, baik melalui diskusi, media visual, maupun belajar mandiri. Implikasi dari riset ini adalah pentingnya dosen untuk mengombinasikan berbagai strategi pembelajaran, termasuk penjelasan yang runtut, media interaktif, soal bertahap, dan pendekatan kontekstual, agar dapat menjangkau semua tipe pembelajar dan meningkatkan kualitas pemahaman secara menyeluruh.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa mahasiswa mengalami berbagai kesulitan dalam mempelajari Teorema Divergensi pada mata kuliah Kalkulus Vektor. Kesulitan utama yang dihadapi meliputi pemahaman terhadap konsep dasar teorema, keterkaitan antara teori dan visualisasi vektor di ruang tiga dimensi, serta penggunaan notasi matematis dan operasi integral ganda. Faktor-faktor penyebab kesulitan tersebut berasal dari kurangnya penguasaan materi prasyarat seperti kalkulus diferensial dan integral, terbatasnya latihan soal kontekstual, serta metode pembelajaran yang cenderung teoritis tanpa dukungan visualisasi atau simulasi.

Meskipun sebagian mahasiswa mengaku memahami materi secara umum, kemampuan aplikatif mereka masih lemah, terutama dalam menghubungkan konsep dengan penerapan di dunia nyata. Temuan juga menunjukkan bahwa mahasiswa lebih terbantu dengan metode pembelajaran aktif seperti diskusi kelompok, video penjelasan, serta belajar mandiri sebelum kelas. Selain itu, gaya belajar yang beragam memerlukan pendekatan pembelajaran multimodal agar semua mahasiswa dapat terfasilitasi secara optimal.

REFERENSI

Aprizal, F. M., & Widiastuti, T. (2023). Pengaruh Self-Confidence terhadap Hasil Belajar Mata Kuliah Kalkulus Diferensial Pada Mahasiswa Pendidikan Matematika. *Gunung Djati Conference Series* , 82-92.

Arfiah , K., & Handican, R. (2024). Pengaruh Self-Condifidence Terhadap Prestasi Belajar Kalkulus Di perguruan Tinggi:Suatu Studi Korelasional. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 306-316.

Magdalena, I., Nurcahyati, A., & Zahranisa, A. (2023). PEMBELAJARAN HYBRID DALAM MEMFASILITASI DIVERGENSI KOGNITIF SISWA SEKOLAH DASAR DALAM KONTEKS PEMBELAJARAN. *Jurnal Inovasi dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 623-630.

MUTAKIN, T. Z. (n.d.). ANALISIS KESULITAN BELAJAR KALKULUS I MAHASISWA TEKNIK INFORMATIKA. *Jurnal Formatif*, 49-60.

Muttaqin, A. K., Yahya, Y., & Irmayanti. (2023). Pemanfaat Aplikasi Math way dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus pada Mahasiswa Tadris Matematika. *SENTIKJAR*, 63-70.

Perangin angin, C. B., Tambunan, C. P., Lubis, R. H., Siregar, U. M., & Piliang, Y. K. (2024). Analisis Kemampuan Mahasiswa Matematika FMIPA Unimed Dalam Menyelesaikan Permasalahan Konvergensi dan Divergensi Barisan Bilangan Real Dengan Berbantuan Softwear MATLAB. *Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan, Kebumian dan Angkasa* , 77-86.

Rusyda, N. A., Rifandi, R., Musdi, E., & Rusdinal. (2022). ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH KALKULUS PADA MATERI TURUNAN BERDASARKAN NEWMANN'S ERROR ANALYSIS. *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 1514-1523.

Sovia, A. (2015). MOTIVASI BELAJAR MAHASISWA DENGAN STRATEGI QUESTION STUDENT HAVE DISERTAI PEMBERIAN MODUL PADA PERKULIAHAN KALKULUS VEKTOR. *LEMMA*, 1-8.

Widodo, S. A. (2013). ANALISIS KESALAHAN DALAM PEMECAHAN MASALAH DIVERGENSI TIPE MEMBUKTIKAN PADA MAHASISWA MATEMATIKA. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 106-113.