

**ANALISIS KESULITAN BELAJAR SISWA DALAM MEMPELAJARI MEDAN VEKTOR: DIVERGENSI, CURL, DAN MEDAN VEKTOR KONSERVATIF**

**Suci Dahlya Narpila, Arrifa Maulidina Panjaitan, Zakia Maghfirah Rayyana Saragih**  
Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Kota medan

E-mail: [sucidahlyanarpila@uinsu.ac.id](mailto:sucidahlyanarpila@uinsu.ac.id), [arrifamaulidinajait@gmail.com](mailto:arrifamaulidinajait@gmail.com),  
[rayyanasaragihzakiamaghfirah@gmail.com](mailto:rayyanasaragihzakiamaghfirah@gmail.com)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesulitan yang dihadapi oleh siswa dalam mempelajari medan vektor, khususnya terkait dengan operasi divergensi, curl, dan pengidentifikasian medan vektor konservatif. Dalam konteks crucial ini, kami melakukan studi kasus kualitatif dengan dua subjek, Fatihasri dan Damayanti, yang diobservasi selama empat sesi praktikum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 65% siswa mengalami kesulitan teknis dalam mengerjakan soal medan konservatif, yang diakibatkan oleh kesalahan prosedural dalam penyusunan matriks curl dan integrasi yang tidak memperhitungkan variabel lainnya. Selain itu, kompleksitas numerik dan kesalahan konseptual juga menjadi faktor penghambat yang signifikan. Implikasi dari temuan ini menekankan perlunya intervensi pedagogis yang lebih terencana dan terfokus untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep vektor yang kompleks.

**Keywords:** Medan Vektor, Kesulitan Belajar, Divergensi dan Curl

**Abstract**

This study aims to analyze the difficulties faced by students in learning vector fields, particularly regarding divergence, curl operations, and the identification of conservative vector fields. Within this significant context, we conducted a qualitative case study involving two subjects, Fatihasri and Damayanti, who were observed over four practical sessions. The findings reveal that 65% of students experience technical difficulties when tackling conservative field problems, primarily due to procedural errors in constructing curl matrices and failing to account for other variables during integration. Moreover, numerical complexities and conceptual mistakes emerged as significant hindrances. The implications of these findings emphasize the need for more structured and focused pedagogical interventions to enhance students' understanding of complex vector concepts.

**Keywords:** Vector Fields, Learning Difficulties, Divergence and Curl

**Article History**

Received: Juni 2025

Reviewed: Juni 2025

Published: Juni 2025

Plagiarism Checker No 461

Prefix DOI: Prefix DOI:

10.8734/sindoro.v1i2.360

Copyright: Author

Publish by: SINDORO



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

**PENDAHULUAN**

Dalam bidang fisika dan matematika terapan, pemahaman tentang medan vektor sangat penting. Fenomena ini tampaknya dapat diterapkan pada both fluid dynamics dan elektromagnetisme. Vektor field adalah alat matematis untuk menggambarkan bagaimana banyak objek dalam suatu sistem berinteraksi satu sama lain. Untuk memahami perilaku vektor field dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan, mempertimbangkan dua operasi penting divergen dan rotasi sangat bermanfaat. Elemen-elemen ini membentuk dasar untuk mempelajari sifat fisik sistem yang berinteraksi dengan medan gaya (Adha and Parno 2022). Hal ini sangat penting dalam pengembangan teknologi dan pemecahan masalah dalam ilmu pengetahuan modern.

Namun, siswa sering mengalami kesulitan dalam memahami operasi vektor ini, terutama konsep divergen dan rotasi, serta identifikasi medan konservatif (Harahap et al. 2025). Survei yang dilakukan pada siswa yang mengikuti pembelajaran analisis vektor pada tahun 2023 menunjukkan bahwa sebagian besar responden mengalami kesulitan teknis dalam ujian terkait medan konservatif. Hasil ini menunjukkan potensi untuk meningkatkan metode pengajaran dalam pembelajaran (Dachi et al. 2023). Analisis penyebab mendasar dari masalah ini dan pengembangan solusi yang efektif sangatlah penting.

Dalam penelitian ini, kami akan mengeksplorasi berbagai tantangan yang dihadapi siswa dalam prosedur dan konsep. Pertanyaan utama yang diajukan adalah: Apa saja tantangan yang dihadapi siswa dalam memahami materi ini? Penelitian ini akan mempertimbangkan peran potensial kompleksitas numerik dan struktural dalam penyelesaian masalah vektor. Dengan menyajikan pemikiran kami tentang pertanyaan-pertanyaan ini, kami bertujuan untuk memperdalam pemahaman tentang tantangan yang dihadapi siswa dalam mempelajari bidang vektor.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memahami secara mendalam faktor-faktor yang menyebabkan siswa menghadapi tantangan dalam pembelajaran. Peserta akan memiliki kesempatan untuk menganalisis contoh konkret masalah yang dihadapi siswa dan informasi terkait. Penelitian ini juga akan mengidentifikasi kesalahan umum yang sering dilakukan siswa dalam perhitungan divergen, rotasi, dan medan konservatif. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyediakan wawasan berharga yang dapat digunakan guru untuk mengembangkan strategi pengajaran yang lebih efektif.

## METODELOGI PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan yang ditetapkan dalam penelitian ini, pendekatan studi kasus kualitatif dipilih. Hal ini memungkinkan kami untuk mengamati dua peserta, Fatihhasri dan Damayanti, yang melakukan kesalahan dalam empat sesi magang. Kami mengamati bahwa siswa mungkin menghadapi kesulitan dalam tugas-tugas terkait bidang vektor, seperti penggunaan matriks Carl dan integrasi fungsi potensial. Data observasi ini berpotensi memberikan wawasan berharga tentang tantangan yang dihadapi siswa.

Selain observasi, analisis jawaban ujian dan tugas siswa yang mencakup masalah bidang vektor dua dimensi dan tiga dimensi juga dilakukan. Hal ini penting untuk memastikan keakuratan hasil observasi dan membandingkannya dengan kesulitan yang sebenarnya dihadapi dalam jawaban. Untuk memahami tema ini secara lebih komprehensif, analisis sumber informasi yang beragam, seperti wawancara, catatan guru, dan literatur tambahan tentang pendidikan matematika, juga dilakukan. Perspektif ini menyoroti nilai sumber informasi yang beragam dalam memahami kompleksitas pendidikan dan pembelajaran.

Alat penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah soal ujian terstruktur yang diklasifikasikan ke dalam dua kategori: soal sederhana dan soal kompleks. Kriteria penilaian yang diterapkan dalam studi ini menyoroti dua poin utama: kualitas konstruksi matriks Carl dan kemampuan memproses fungsi multivariat. Selain itu, penerapan kondisi lapangan konservatif dalam konteks pemecahan masalah juga dibahas.

## PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Wawancara

Nama Mahasiswa	Pernyataan Kesulitan
Fatihhasri	Mengaku kesulitan dalam memahami konsep medan vektor konservatif, terutama saat harus memasukkan matriks. Ia merasa bingung dalam menentukan posisi komponen x dan z, sehingga enggan mengerjakan soal-soal yang berkaitan dengan topik tersebut.

Damayanti	Mengalami kesulitan saat menghadapi angka-angka besar dalam soal. Selama ini ia merasa terbiasa dengan angka kecil dan soal yang tidak terlalu kompleks, sehingga ketika soal mulai melibatkan angka besar, ia merasa kesulitan dan tidak nyaman dalam menyelesaikannya.
-----------	--

### Kesulitan Prosedural dalam Medan Konservatif

Salah satu temuan penting dalam penelitian ini adalah tantangan yang dihadapi siswa saat memasukkan komponen vektor ke dalam matriks Karl. Fenomena ini ditunjukkan oleh komentar berikut dari seorang siswa bernama Dimiyati: "Tugas menempatkan posisi  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  dalam matriks menunjukkan kompleksitas konsep ini." Data observasi menunjukkan bahwa banyak kesalahan yang dilakukan siswa terkait dengan proses pembuatan matriks Carl. Hal ini mungkin menunjukkan adanya tantangan prosedural yang potensial saat melakukan perhitungan.

Tantangan lain adalah kompleksitas operasi fungsi pangkat. Misalnya, beberapa siswa mengabaikan  $y$  dan  $z$  saat menghitung integral  $Pdx$ . Hal ini menunjukkan kesalahpahaman tentang peran variabel dalam fungsi multidimensi, dan perlu dipertimbangkan untuk memasukkan tema ini secara lebih komprehensif ke dalam kurikulum. Data agregat menunjukkan bahwa masalah ini mungkin memiliki aspek teknis dan konseptual.

Oleh karena itu, pendidik perlu menyelidiki kemungkinan strategi pengajaran yang lebih efektif. Pendidik disarankan untuk mengintegrasikan pendekatan ini ke dalam kurikulum guna membantu siswa mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam tentang proses dasar yang esensial dalam pemecahan masalah bidang vektor. Selain itu, penting bagi siswa untuk menyadari kesalahan umum yang sering terjadi. Sebagai solusi potensial untuk tantangan ini, penggunaan alat bantu visual atau simulasi interaktif selama sesi pengajaran dapat dipertimbangkan.

Berdasarkan penelitian yang ada, pendekatan pengajaran berorientasi masalah berpotensi membantu siswa memahami struktur dan proses operasi bidang vektor. Pendekatan ini dirancang tidak hanya untuk fokus pada hasil akhir, tetapi juga untuk memastikan pemahaman setiap langkah, sehingga siswa dapat mengembangkan kepercayaan diri dalam menghadapi masalah kompleks di masa depan (Harahap et al. 2023).

### Dampak Kompleksitas Numerik dan Struktural

Salah satu area di mana siswa mengalami kesulitan adalah dalam menangani fungsi yang melibatkan angka besar atau beberapa istilah. Data menunjukkan bahwa ketika angka melebihi 100, siswa cenderung menghindari tugas yang kompleks. Seperti yang ditekankan oleh Damayanti, "Angka besar membuat saya sedikit cemas." Mereka cenderung menunjukkan kecemasan tertentu saat dihadapkan pada tugas matematika yang kompleks.

Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa cenderung mengalami kesulitan dalam memberikan jawaban yang akurat saat menjawab pertanyaan dengan angka melebihi 100. Hasil ini menyarankan bahwa keberadaan angka yang berlebihan dalam pelajaran dapat berdampak negatif pada prestasi siswa. Perlu diperhatikan bahwa tantangan ini tidak terbatas pada kesulitan matematis, tetapi juga dapat disebabkan oleh masalah kesehatan mental yang mengganggu kemampuan siswa untuk mempertahankan konsentrasi dan motivasi saat menghadapi tugas pemecahan masalah.

Dalam situasi seperti ini, penting untuk merancang metode pengajaran yang mempertimbangkan kompleksitas numerik tugas. Salah satu strategi yang efektif adalah "scaffolding," yang dimulai dengan tugas sederhana dan secara bertahap meningkatkan tingkat kesulitan. Metode ini telah terbukti dapat membangun kepercayaan diri siswa dan mendorong kemajuan bertahap (Sari et al. 2024).

Pilihan lain adalah penggunaan teknologi interaktif yang memungkinkan siswa berlatih secara mandiri dalam lingkungan yang terkontrol. Pendekatan pendidikan ini berpotensi meningkatkan keterampilan siswa secara bertahap dan membiasakan mereka dengan kompleksitas. Keterampilan ini dapat memberikan keuntungan dalam situasi akademik yang lebih menantang (Dachi et al. 2023).

### **Kesalahan Konseptual Tersembunyi**

Saat mengevaluasi konservatisme dalam bidang tertentu, penting untuk mempertimbangkan kondisi bidang tersebut. Dalam konteks ini,  $F = \langle -y/(x^2+y^2), x/(x^2+y^2) \rangle$  dapat dianggap konservatif tanpa pertimbangan yang memadai terhadap domainnya. Pendekatan ini memiliki risiko tertentu dan dapat menghasilkan hasil yang tidak sesuai dengan kerangka teoritis atau aplikasi praktis yang dimaksudkan. Kesalahan ini menunjukkan perlunya merevisi metode pendidikan untuk memastikan siswa memiliki kesempatan yang cukup untuk memahami konsep dasar.

Untuk memahami prasyarat dalam menentukan konservatifitas suatu bidang, disarankan agar siswa mengadopsi pendekatan eksploratif dan mengintegrasikan diskusi kelompok, tugas pemecahan masalah, dan visualisasi. Dampak diskusi di kelas terhadap peningkatan pemahaman siswa dan pembelajaran kolaboratif menjadi topik pembahasan akademis.

Metode pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang memanfaatkan skenario nyata telah menarik perhatian besar karena kemampuannya dalam memperkuat hubungan antara konsep teoritis dan aplikasi praktis. Dalam konteks ini, siswa mungkin lebih mudah memahami makna kondisi-kondisi tersebut dalam konteks nyata dan ilmu pengetahuan secara keseluruhan.

### **Solusi Implisit dalam Analisis (Bukan Fokus Utama, tapi Kontekstual)**

Saat mempelajari bidang vektor, siswa sering melakukan dua jenis kesalahan. Tampaknya ada ruang untuk perbaikan dalam hal kejelasan prosedural dan konseptual. Selain itu, terdapat solusi yang dapat membantu siswa mengatasi kesulitan mereka. Salah satu solusi potensial adalah penggunaan templat matriks Karl standar. Hasil empiris dari eksperimen kelas menunjukkan bahwa pendekatan ini berpotensi mengurangi kesalahan prosedural. Pelaksanaan kurikulum terstruktur menunjukkan potensi untuk meningkatkan pemahaman dan penyelesaian tugas yang berkaitan dengan medan konservasi.

Strategi scaffolding dalam desain tugas (metode yang secara bertahap memperkenalkan masalah dari yang sederhana hingga kompleks kepada siswa) telah terbukti efektif dalam meningkatkan kepercayaan diri siswa saat menyelesaikan tugas. Metode pendidikan ini membantu siswa mengelola perasaan kewalahan, memprioritaskan pengetahuan dasar yang diperlukan untuk menyelesaikan masalah yang lebih kompleks, dan meningkatkan kemampuan mereka untuk menghadapinya (Maing et al. 2020).

Integrasi strategi pembelajaran aktif dalam lingkungan kelas juga telah diidentifikasi sebagai faktor yang berkontribusi pada peningkatan keterlibatan siswa. Pemanfaatan teknologi yang mendorong kolaborasi dalam pemecahan masalah antar siswa diusulkan sebagai metode untuk meningkatkan pemahaman. Pendekatan pendidikan ini berpotensi menciptakan lingkungan belajar yang lebih inklusif, di mana siswa dapat berpartisipasi dalam pembelajaran kolaboratif dan berbagi pengetahuan (Quaicoe and Pata 2020).

Efek ini juga dapat diterapkan pada guru, yang dapat secara rutin mengevaluasi efektivitas metode pengajaran mereka dan melakukan penyesuaian jika diperlukan. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan semua siswa memiliki kesempatan yang adil untuk memahami konsep-konsep yang sulit. Institusi kami berkomitmen untuk terus mengevaluasi dan meningkatkan metode pendidikan, dengan tujuan untuk meningkatkan pengalaman belajar siswa secara signifikan dalam waktu dekat (Sari 2021).

**PENUTUP****Kesimpulan**

Dalam pembelajaran tentang bidang vektor, siswa umumnya menghadapi tiga jenis kesulitan. Tantangan yang dihadapi tampaknya bersifat prosedural, kompleks, dan konseptual. Dalam pembuatan matriks Karl dan proses integrasi fungsi, banyak kesalahan umum terjadi ketika semua variabel terkait tidak dipertimbangkan. Selain itu, kompleksitas tugas yang melibatkan angka besar secara langsung mempengaruhi akurasi jawaban siswa. Kesalahan konseptual juga sering diabaikan. Contoh fenomena ini adalah pentingnya kondisi batas dalam menentukan medan konservatif dengan akurat.

Pola kesalahan yang diidentifikasi dalam penelitian ini bersifat sistematis dan dapat diprediksi. Hal ini menyoroti pentingnya intervensi pendidikan yang dirancang dengan cermat dan ditargetkan. Efektivitas metode interaktif, penyediaan dukungan scaffolding, dan latihan yang berfokus pada pemecahan masalah menjadi topik pembahasan yang luas sebagai sarana untuk meningkatkan pemahaman siswa.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adha, Ahmad Ridlotul, and Parno Parno. 2022. "Program Resitasi Materi Vektor Sebagai Alternatif Pengganti Tatap Muka Di Masa Pandemi Covid-19 Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa." *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika* 6(1):55. doi: 10.20527/jipf.v6i1.4176.
- Dachi, Yulson Avan, Lipur Ju Priman Zega, Rameyanti Tampubolon, Asiroha Siboro, and Jelita Panjaitan. 2023. "Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Media PheT Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Vektor Di Kelas X Semester I SMA Gajah Mada Medan Timur TA 2022/2023." *Jurnal Penelitian Fisikawan* 6(1):25-38.
- Harahap, Yenni Novita, Dian Fatma Diva, Juli Andriyani, Melani Prasiska, TEWL Tobing, Sakdiah Aini Rangkuti, and Abdul Razaky Irani. 2023. "Studi Literatur Pengembangan Media Interaktif Pada Materi Vektor." *Journal on Education* 6(1):6277-83.
- Harahap, Yenni Novita, Atipah Lubis, Eka Putri Yani, Yusnika Yusnika, and Fina Melini Panduwinata Tanjung. 2025. "Studi Literature Pengaruh Model Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Vektor." *Innovative: Journal Of Social Science Research* 5(1):5991-6001.
- Maing, Claudia M. M., Egidius Dewa, Oktavianus A. Ki`i, Petrus O. Begu, and Frans Keraf. 2020. "Peningkatan Pemahaman Konsep Mahasiswa Melalui Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Scaffolding." doi: 10.21009/03.snf2020.02.pf.09.
- Quaicoe, James S., and Kai Pata. 2020. "Teachers' Digital Literacy and Digital Activity as Digital Divide Components Among Basic Schools in Ghana." *Education and Information Technologies* 25(5):4077-95. doi: 10.1007/s10639-020-10158-8.
- Sari, Dwi Novita, Ramadan Shaputra, Feri Dwi Febrian, and Cindy Fadilah Nasution. 2024. "Analisis Kemampuan Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Vektor Bidang." *Kognitif Jurnal Riset Hots Pendidikan Matematika* 4(4). doi: 10.51574/kognitif.v4i4.2347.
- Sari, Rahajeng P. 2021. "Peran Media Komunikasi Digital Pada Pola Komunikasi Guru Dan Murid." *Avant Garde*. doi: 10.36080/ag.v9i1.1326.