

STUDI KESULITAN KONSEPTUAL MAHASISWA DALAM MEMAHAMI TEOREMA GREEN PADA PERKULIAHAN KALKULUS VEKTOR

A Study of Students' Conceptual Difficulties in Understanding Green's Theorem in Vector Calculus Courses

Dwikalsum^{1*}

Nur Intan Amanda Yani²

Isfahani Fadhlila³

Suci Dahlya Narpila⁴

^{*1-4} Universitas Islam Negeri
Sumatera Utara, Indonesia

*email:
dwikalsum876@gmail.com

Abstrak

Studi ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi kesulitan konseptual yang dihadapi oleh mahasiswa dalam memahami Teorema Green pada mata kuliah Kalkulus Vektor. Penelitian menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan wawancara mendalam terhadap tiga mahasiswa dari kelompok lain yang telah mempelajari materi tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa cenderung memahami Teorema Green secara prosedural tanpa pemahaman mendalam terhadap makna geometris dan konsep integral yang mendasarinya. Kesulitan utama yang ditemukan meliputi ketidakmampuan menghubungkan integral garis dengan integral ganda, kurangnya pemahaman terhadap syarat berlaku teorema, serta kebingungan dalam menerapkan konsep pada soal. Selain itu, pendekatan pengajaran yang terlalu teoritis dinilai kurang membantu. Mahasiswa mengusulkan penggunaan metode visualisasi, animasi, serta soal kontekstual untuk meningkatkan pemahaman. Temuan ini mengindikasikan pentingnya pembelajaran yang menyeimbangkan aspek teknis dan konseptual dalam memahami kalkulus tingkat lanjut.

Kata Kunci:
Teorema Green
Kalkulus Vektor
Kesulitan Konseptual

Keywords:
Green's Theorem
Vector Calculus
Conceptual Difficulties

Abstract

The purpose of this research is to identify the conceptual challenges faced by students in comprehending Green's Theorem in the Vector Calculus course. The research employed a qualitative approach using detailed interviews with three students from another group who had studied the material. The findings indicate that students tend to understand Green's Theorem only procedurally, without a deep comprehension of its geometric meaning and underlying integral concepts. The main difficulties include the inability to connect line integrals with double integrals, a lack of understanding of the theorem's conditions, and confusion in applying the concept to problems. Furthermore, the theoretical teaching approach is considered insufficient. Students suggest using visualizations, animations, and contextual problems to improve comprehension. These findings highlight the importance of balancing procedural and conceptual approaches in learning advanced calculus topics.

Submit Tgl.: 23-Juni-2025

Diterima Tgl.: 25-Juni-2025

Diterbitkan Tgl.: 26-Juni-2025

Cara mengutip Dwikalsum, Yani, N. I. A., Fadhlila, I., & Narpila, S. D. (2025). Studi Kesulitan Konseptual Mahasiswa dalam Memahami Teorema Green pada Perkuliahan Kalkulus Vektor. *JIMT: Jurnal Informatika, Multimedia Dan Teknik*, 1(2), 179–182. <https://doi.org/10.71456/jimt.v1i2.1330>

PENDAHULUAN

Kalkulus Vektor menjadi pengetahuan fundamental yang harus dipahami secara mendalam oleh mahasiswa, baik yang akan menjadi guru maupun ilmuwan (Dedy et al., 2012).

Kalkulus Vektor adalah salah satu mata kuliah yang memiliki peran strategis dalam mengasah kemampuan berpikir kritis. Mata kuliah ini berkontribusi dalam pengembangan kemampuan berpikir analitis, kritis, serta kreatif. Selain itu, Kalkulus Vektor juga berperan penting dalam memperluas wawasan matematis mahasiswa. Sebagai cabang penting dalam bidang matematika,



Kalkulus Vektor memiliki kedudukan yang fundamental dalam pendidikan matematika tingkat lanjut. Diaplikasikan secara luas dalam fisika, teknik, dan bidang ilmu lainnya. Salah satu konsep fundamental dalam kalkulus vektor adalah Teorema Green, yang menghubungkan integral garis dengan integral ganda melalui medan vektor pada bidang dua dimensi (Anisa, 2018).

Secara umum, Teorema Green memiliki fungsi yang serupa dengan integral garis, yaitu untuk menentukan panjang lintasan sepanjang kurva tertutup C . Integral sepanjang kurva C ini kerap disebut sebagai contour integral atau integral lintasan. Teorema Green dapat diterapkan pada kurva maupun daerah yang terhubung sederhana maupun berganda (Darmono, 2007).

Teorema Green yang diaplikasikan pada vektor, dimana menggunakan konsep integral garis diubah menjadi integral permukaan. Teorema Green dalam bidang, teorema ini juga dapat diterapkan pada daerah-daerah yang dibatasi oleh sejumlah kurva tak saling berpotongan dalam jumlah terbatas (Arif et al., 2014).

Mahasiswa sering kesulitan memahami bahwa Teorema Green menyatakan kesetaraan antara integral garis mengelilingi suatu daerah dengan integral ganda di dalamnya. Visualisasi arah orientasi kurva (searah jarum jam vs berlawanan arah) dan hubungan antara medan vektor dan batas daerah menjadi tantangan tersendiri (Adolph, 2016).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan wawancara sebagai teknik utama, yakni dengan melakukan pengumpulan data melalui interaksi langsung kepada kelompok responden yang telah mempelajari atau memiliki pengalaman dalam memahami Teorema Green. Melalui wawancara mendalam, peneliti memperoleh informasi mengenai kesulitan konseptual, strategi belajar, serta pandangan responden terhadap penerapan Teorema Green dalam

pembelajaran Kalkulus Vektor. Permasalahan dalam penelitian ini berfokus pada kesulitan yang dihadapi mahasiswa dalam memahami Teorema Green. Data hasil wawancara dimanfaatkan untuk sebagai dasar untuk menganalisis pola kesulitan, faktor penyebabnya, serta solusi yang mungkin diterapkan. Selanjutnya, hasil wawancara ini juga menjadi bahan untuk mengevaluasi efektivitas metode pembelajaran yang telah digunakan dan memberikan rekomendasi perbaikan ke depannya (Khairi & Malahayati, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini bertujuan untuk mengenali dan mengkaji kesulitan konseptual yang dialami mahasiswa dalam memahami Teorema Green, salah satu materi penting dalam mata kuliah Kalkulus Vektor. Melalui wawancara mendalam terhadap tiga mahasiswa dari kelompok lain, diperoleh gambaran nyata mengenai tantangan-tantangan utama yang mereka hadapi dalam memahami dan menerapkan konsep ini. Temuan disajikan dalam lima tema utama berikut.

1. Pemahaman Dasar terhadap Teorema Green

Ketiga responden mengaku hanya memiliki pemahaman dasar yang bersifat permukaan mengenai Teorema Green. Mereka mengenal bentuk rumusnya, tetapi tidak memahami ide pokok atau makna geometris dari teorema tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran belum berhasil membangun koneksi antara konsep dan pemahaman spasial mahasiswa. Salah satu mahasiswa mengatakan: "Saya tahu rumusnya antara integral garis dan ganda, tapi belum paham arti geometrisnya. Rasanya seperti sekadar memindahkan bentuk, bukan memahami apa yang sedang dihitung." (R1)

Pemahaman semacam ini menyebabkan mahasiswa kesulitan dalam membayangkan fungsi Teorema Green sebagai jembatan antara dua representasi matematika: pergerakan di sepanjang batas (integral garis) dan luas atau aliran dalam suatu area (integral ganda).

2. Kesulitan dalam Menghubungkan Integral Garis dan Ganda

Dua dari tiga mahasiswa mengungkapkan bahwa mereka tidak memahami dengan baik bagaimana Teorema Green mengubah integral garis menjadi integral ganda. Bahkan ketika diberikan contoh soal, mereka tidak mengetahui bahwa fungsi yang diintegrasikan dapat direpresentasikan sebagai:

$$\oint_C dx + Q dy = \iint_D \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) dx dy$$

Dalam wawancara, ditunjukkan contoh soal berikut:

Contoh Soal:

Hitunglah:

$$\oint_C x^2 y dy + x^2 dy$$

Dengan C merupakan kurva persegi tertutup yang membatasi daerah $D: 0 \leq y \leq 1$, orientasi berlawanan arah jarum jam.

Solusi dengan Teorema Green:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q}{\partial x} = y^2, \frac{\partial P}{\partial y} = x^2 &\Rightarrow \iint_D (y^2 - x^2) dx dy \\ &= \int_0^1 \int_0^1 (y^2 - x^2) dx dy = 0 \end{aligned}$$

Ketika melihat soal tersebut, para responden tampak ragu dalam menentukan apakah mereka harus menyusun integral garis secara langsung, atau mengubahnya menjadi integral ganda. Mereka pun tidak yakin bagaimana bentuk fungsi P dan Q ditentukan dari soal, serta apa arti dari turunan parsial yang digunakan. Kesulitan ini mencerminkan adanya kekosongan pemahaman antara rumus dan proses berpikir matematis yang menyeluruh.

3. Kurangnya Pemahaman terhadap Syarat Berlaku Teorema

Ketiga mahasiswa juga mengaku belum memahami dengan baik syarat-syarat berlakunya Teorema Green, seperti medan vektor yang cukup halus (turunan parsial kontinu), daerah tertutup, dan orientasi kurva positif. Salah satu mahasiswa menyampaikan: "Saya baru tahu

harus kurva tertutup dan berlawanan arah jarum jam. Tapi saya belum mengerti kenapa harus begitu." (R3)

Hal ini mengindikasikan bahwa mahasiswa memerlukan penguatan pada logika syarat matematis dan bagaimana syarat tersebut memengaruhi keabsahan atau hasil dari penerapan suatu teorema.

Diskusi

Temuan ini menguatkan pendapat dalam literatur bahwa pemahaman konseptual dalam kalkulus tingkat lanjut tidak dapat dicapai hanya dengan pendekatan prosedural. Studi Adolph (2016) dan Khairi & Malahayati (2021) juga menyatakan bahwa tanpa penguasaan prasyarat seperti pemahaman medan vektor dan interpretasi geometris, mahasiswa akan cenderung menghafal rumus tanpa mengerti.

Teorema Green bukan sekadar alat hitung, melainkan penghubung penting antara berbagai konsep dalam kalkulus dan vektor. Oleh karena itu, pendekatan pengajaran perlu mengintegrasikan pemahaman visual, konseptual, dan aplikatif secara seimbang. Penggunaan teknologi pembelajaran modern, seperti software grafik, applet interaktif, atau video simulasi, sangat disarankan untuk membantu mahasiswa memvisualisasikan konsep-konsep yang abstrak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil wawancara terhadap tiga mahasiswa, dapat disimpulkan bahwa pemahaman terhadap Teorema Green masih bersifat dangkal dan cenderung prosedural. Mahasiswa umumnya hanya memahami rumus tanpa mengerti makna geometris serta hubungan antara integral garis dan integral ganda. Kesulitan utama yang dialami mahasiswa meliputi ketidakmampuan menghubungkan dua bentuk integral, ketidaktauan terhadap syarat-syarat berlakunya teorema, serta kesulitan dalam menerapkan konsep pada soal. Hal ini menunjukkan bahwa penguasaan prasyarat kalkulus, seperti pemahaman medan vektor dan orientasi kurva, masih lemah.



Selain itu, pendekatan pembelajaran yang terlalu teoritis tanpa visualisasi atau konteks aplikatif turut memperparah pemahaman mahasiswa. Oleh karena itu, disarankan agar pembelajaran Teorema Green dilengkapi dengan media visual, simulasi, dan contoh soal kontekstual agar mahasiswa dapat memahami konsep secara lebih menyeluruh dan bermakna.

REFERENSI

- Adolph, R. (2016). 済無No Title No Title No Title. 1–23.
- Anisa, T. W. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Mata Kuliah Kalkulus Vektor untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis. *JRPM (Jurnal Review Pembelajaran Matematika)*, 3(2), 102–113.
<https://doi.org/10.15642/jrpm.2018.3.2.102-113>
- Arif, A., Hut, S., Si, M., Kajian, L., Pengembangan, D. A. N., & Hasanuddin, U. (2014). *BUKU AJAR Penulis : (Issue 0015037307)*.
- Darmono, P. B. (2007). Teorema Green untuk Menyelesaikan Perhitungan Integral Garis. *LIMIT - Pendidikan Matematika*, 5(4), 59–67.
- Dedy, E., Mulyana, E., & Sudihartini, E. (2012). *PYTHAGORAS: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika PENGEMBANGAN BAHAN AJAR KALKULUS VEKTORBERDASARKAN MODEL PEMBELAJARAN*. 7(1), 101–110.
- Khairi, F., & Malahayati. (2021). Penerapan Fungsi Green dari Persamaan Poisson pada Elektrostatika. *Quadratic: Journal of Innovation and Technology in Mathematics and Mathematics Education*, 1(1), 56–79.
<https://doi.org/10.14421/quadratic.2021.011-08>