



ANALISIS KESULITAN MAHASISWA DALAM MEMPELAJARI TEOREMA GREEN PADA KALKULUS VEKTOR

ANALYSIS OF STUDENTS' DIFFICULTIES IN LEARNING GREEN'S THEOREM IN VECTOR CALCULUS

Suci Dahlya Narpila¹, Nazwa Aulia Mahatma Hutagalung², Rahmayani Sihite³, Raudatul Jannah⁴

^{1,2,4} Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

School of Industrial Engineering, Telkom University

Email: sucidahlyanarpila@uinsu.ac.id¹, nazwa0305231005@uinsu.ac.id², rahmayani0305231023@uinsu.ac.id³, raudatul0305232024@uinsu.ac.id⁴

Article Info

Article history :

Received : 17-06-2025

Revised : 19-06-2025

Accepted : 21-06-2025

Published : 23-06-2025

Abstract

Green's Theorem is an important concept that connects line integrals with double integrals in a two-dimensional plane. However, in practice, many students have difficulty in understanding and applying it. This study uses a qualitative descriptive approach involving mathematics education students as research subjects. Data were collected through questionnaires and interviews. The results showed that the majority of students only had a sufficient understanding of the basic concept of Green's Theorem, and had difficulty in linking line integrals with double integrals. Difficulties were also found in understanding the conditions for the validity of the theorem, the orientation of the curve, and the application of the theorem in solving problems. In addition, many students have not been able to solve problems independently if the form of the problem is different from the examples that have been studied. Other factors that influence are weak mastery of prerequisite concepts, limited visualization, and learning methods that are too theoretical. Students suggest the use of visual media, learning videos, and group discussions as solutions to overcome these difficulties.

Keywords: *Green's Theorem, vector calculus, learning difficulties*

Abstrak

Teorema Green merupakan konsep penting yang menghubungkan integral garis dengan integral ganda dalam bidang dua dimensi. Namun, dalam praktiknya, banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkannya. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan melibatkan mahasiswa pendidikan matematika sebagai subjek penelitian. Data dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa hanya memiliki pemahaman yang cukup terhadap konsep dasar Teorema Green, dan mengalami kesulitan dalam mengaitkan integral garis dengan integral ganda. Kesulitan juga ditemukan dalam memahami syarat keberlakuan teorema, orientasi kurva, serta aplikasi teorema dalam penyelesaian soal. Selain itu, banyak mahasiswa belum mampu menyelesaikan soal secara mandiri jika bentuk soal berbeda dari contoh yang pernah dipelajari. Faktor lain yang memengaruhi adalah lemahnya penguasaan konsep prasyarat, keterbatasan visualisasi, dan metode pembelajaran yang terlalu teoritis. Mahasiswa menyarankan penggunaan media visual, video pembelajaran, serta diskusi kelompok sebagai solusi untuk mengatasi kesulitan tersebut.

Kata kunci: Teorema Green, kalkulus vektor, kesulitan belajar



PENDAHULUAN

Kalkulus vektor merupakan salah satu cabang penting dalam matematika lanjutan yang memiliki banyak aplikasi dalam bidang teknik, fisika, dan ilmu komputer. Salah satu topik utama dalam kalkulus vektor adalah Teorema Green, yang menghubungkan integral garis dan integral ganda dalam bidang dua dimensi. Teorema Green merupakan salah satu konsep fundamental dalam kalkulus vektor yang menghubungkan integral garis dan integral ganda. Meskipun penting dalam berbagai aplikasi, seperti fisika dan teknik, banyak mahasiswa mengalami kesulitan dalam mempelajari dan menerapkan teorema ini. Kesulitan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk pemahaman konsep dasar kalkulus, keterampilan dalam menggambar bidang, serta kemampuan analisis matematis. (Dedy, 2012)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kesulitan belajar mahasiswa dalam mempelajari Teorema Green. Dengan memahami hambatan-hambatan ini, diharapkan dapat diidentifikasi strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa. Teorema ini tidak hanya penting dari segi teori, tetapi juga sangat berguna dalam menyederhanakan perhitungan fisika, khususnya dalam medan vektor dan fluida. Meskipun demikian, kenyataannya menunjukkan bahwa banyak siswa mengalami kesulitan dalam memahami dan menerapkan Teorema Green. Kesulitan tersebut tidak hanya terbatas pada aspek konseptual, seperti pemahaman orientasi kurva atau syarat keberlakuan teorema, tetapi juga pada aspek prosedural, seperti transformasi integral garis menjadi integral ganda dan sebaliknya. Keterbatasan pemahaman terhadap notasi matematika, pemilihan strategi penyelesaian, dan penggambaran kurva tertutup juga menjadi hambatan yang sering ditemui siswa.

Kajian Teori

1. Teorema Green dalam Kalkulus Vektor

Teorema Green merupakan salah satu teorema penting dalam kalkulus vektor yang menyatakan hubungan antara integral garis dan integral ganda pada bidang dua dimensi. Teorema ini digunakan untuk menyederhanakan perhitungan integral garis di sekitar suatu kurva tertutup dengan mengubahnya menjadi integral ganda pada daerah yang dibatasi oleh kurva tersebut. Teorema Green dirumuskan sebagai berikut:

$$\iint_C (Pdx + Qdy) = \iint_R \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial P}{\partial y} \right) dA$$

di mana C adalah kurva tertutup yang orientasinya positif (berlawanan arah jarum jam), dan R adalah daerah yang dibatasi oleh C. Pemahaman terhadap teorema ini memerlukan penguasaan konsep integral garis, integral ganda, medan vektor, dan orientasi kurva. (Mutakin, 2013).

2. Kesulitan Belajar Matematika

Kesulitan belajar matematika merupakan hambatan yang dialami siswa dalam memahami konsep, prinsip, atau prosedur matematika. Menurut Hudoyo (1988), kesulitan belajar dapat disebabkan oleh kurangnya penguasaan prasyarat, rendahnya kemampuan berpikir logis, atau strategi belajar yang tidak tepat. Dalam konteks kalkulus vektor, siswa



sering mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antara geometri dan aljabar, serta dalam memvisualisasikan daerah dan orientasi kurva tertutup.

3. Jenis-Jenis Kesulitan Belajar

Menurut Santrock (2008), kesulitan belajar dapat dikategorikan menjadi kesulitan konseptual (gagal memahami makna konsep), kesulitan prosedural (gagal menerapkan langkah-langkah dengan benar), dan kesulitan representasional (sulit memahami bentuk grafik atau simbol matematika). Dalam mempelajari Teorema Green, siswa dapat mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi arah kurva, membedakan antara jenis integral, serta menyusun batas integral ganda yang sesuai.

4. Faktor-Faktor Penyebab Kesulitan

Beberapa faktor yang menyebabkan kesulitan siswa dalam mempelajari Teorema Green antara lain adalah kurangnya pemahaman terhadap konsep dasar kalkulus, tidak terbiasanya siswa dalam menggambar dan memahami daerah tertutup, serta kesulitan dalam mengaitkan konsep geometri dan aljabar secara simultan. Selain itu, penggunaan simbol dan notasi matematika yang kompleks juga menjadi kendala tersendiri bagi sebagian siswa.

5. Upaya Mengatasi Kesulitan

Untuk mengatasi kesulitan tersebut, perlu diterapkan pendekatan pembelajaran yang berfokus pada pemahaman konsep secara visual dan kontekstual. Penggunaan media visual, animasi, serta latihan soal berbasis pemecahan masalah dapat membantu siswa memahami keterkaitan antara kurva tertutup, daerah, dan bentuk integral yang digunakan dalam Teorema Green. Pendekatan pembelajaran aktif dan diskusi kelompok juga dinilai efektif untuk membangun pemahaman yang lebih mendalam.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan kesulitan-kesulitan yang dialami siswa dalam mempelajari Teorema Green pada materi kalkulus vektor. Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti memahami secara mendalam proses berpikir siswa, jenis kesulitan yang mereka hadapi, serta faktor-faktor yang memengaruhi pemahaman mereka terhadap konsep tersebut.

Data dianalisis dengan tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Keabsahan data dijaga melalui triangulasi antar teknik pengumpulan data dan member check kepada responden untuk memastikan kebenaran interpretasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Angket Analisis kesulitan pembelajaran Teorema Green pada pembelajaran Kalkulus vektor kelompok 6, yang anggota kelompoknya Astri Wulandari, Hilmi Atha Syafiq dan Nurul Yulia Putri Lubis



Pertanyaan	Hasil Jawaban kelompok 6
Bagaimana Anda memahami konsep dasar teorema Green	Sangat paham
	√ Cukup paham
	Kurang paham
	Tidak paham
Apakah Anda mengalami kesulitan memahami hubungan antara integral garis dan integral ganda dalam Teorema Green?	Ya
	Tidak
	√ Kadang – kadang
Apakah Anda memahami bahwa Teorema Green hanya berlaku untuk medan vektor dengan syarat tertentu (misalnya, fungsi kontinu dan terdiferensialkan pada daerah tertutup)?	Ya
	Tidak
	√ Masih bingung
Bagian mana yang paling sulit dalam memahami Teorema Green? (bisa pilih lebih dari satu)	Memahami bentuk umum Teorema Green
	√ Menghubungkan orientasi kurva dengan arah positif
	Menggunakan Teorema Green untuk menghitung luas
	√ Membedakan kapan Teorema Green bisa diterapkan
Apakah Anda mengalami kesulitan menyelesaikan soal-soal yang menerapkan Teorema Green?	Lainnya
	Ya
	Tidak
	√ Tergantung Soal
Bantuan seperti apa yang menurut Anda paling membantu dalam memahami Teorema Green?	Penjelasan Konsep secara Visual/Grafis
	√ Latihan Soal dengan Pembahasan
	Video Pembelajaran
	Diskusi Kelompok
	Lainnya
Menurut Anda, seberapa penting memahami Teorema Green dalam konteks kalkulus vektor dan aplikasinya dalam fisika atau teknik?	√ Sangat penting
	√ Penting
	Kurang penting
	Tidak penting
Silakan tuliskan pendapat atau saran Anda terkait pembelajaran Teorema Green di kelas!	Menurut saya, pembelajaran Teorema Green di kelas cukup menantang namun sangat menarik. Akan lebih baik jika dosen memberikan lebih banyak contoh atau simulasi, agar konsep aliran dan rotasi dapat dipahami secara pencahayaan, bukan hanya secara simbolik.

Berdasarkan hasil kuesioner yang disebarkan kepada mahasiswa yang telah mempelajari Teorema Green dalam mata kuliah Kalkulus Vektor, diperoleh informasi bahwa sebagian besar mahasiswa menyatakan hanya cukup paham terhadap konsep dasar Teorema Green, sementara sebagian lainnya merasa kurang paham bahkan tidak paham. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman konseptual terhadap teorema ini masih belum maksimal. Sebagian besar mahasiswa juga mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antara integral garis dan integral ganda, yang merupakan inti dari Teorema Green. Mereka belum sepenuhnya mampu menjelaskan bagaimana kedua jenis integral tersebut saling berhubungan secara matematis maupun geometris. (Dedy, 2012).



Selain itu, banyak mahasiswa mengaku masih bingung mengenai syarat-syarat keberlakuan Teorema Green, seperti fungsi yang terdiferensialkan secara kontinu dan orientasi kurva tertutup. Hal ini menunjukkan bahwa aspek teoritis dari teorema ini belum dipahami secara mendalam. Ketika diminta memilih bagian yang paling sulit, mahasiswa menyebutkan bahwa mereka kesulitan dalam memahami orientasi kurva, membedakan kapan Teorema Green dapat diterapkan, serta menggunakan teorema tersebut untuk menghitung luas daerah. Kesulitan ini mencerminkan lemahnya keterampilan representasi visual dan pemahaman spasial mahasiswa. Sebagian besar responden juga menyatakan bahwa mereka kesulitan dalam menyelesaikan soal-soal terkait Teorema Green, terutama jika soal tersebut bersifat kompleks atau tidak sama persis dengan contoh yang telah diberikan di kelas. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa masih bersifat prosedural dan belum mencapai pemahaman relasional.

Dalam hal bantuan belajar, mahasiswa merasa paling terbantu dengan penjelasan visual/grafis dan latihan soal disertai pembahasan. Mereka menyebutkan bahwa media visual seperti gambar kurva dan grafik sangat membantu dalam memahami konsep. Meski mengalami kesulitan, sebagian besar mahasiswa mengakui bahwa memahami Teorema Green sangat penting, terutama karena aplikasinya dalam bidang fisika dan teknik. Hal ini menunjukkan adanya motivasi dan kesadaran akan pentingnya materi, meskipun pemahaman mereka masih terbatas. Dari saran terbuka, mahasiswa berharap pembelajaran Teorema Green dilengkapi dengan lebih banyak ilustrasi visual, video pembelajaran, dan diskusi kelompok agar mereka lebih mudah memahami materi secara menyeluruh.

KESIMPULAN

Mayoritas mahasiswa hanya memiliki pemahaman yang cukup terhadap konsep dasar Teorema Green, dan mengalami kesulitan dalam mengaitkan integral garis dengan integral ganda. Kesulitan juga ditemukan dalam memahami syarat keberlakuan teorema, orientasi kurva, serta aplikasi teorema dalam penyelesaian soal. Selain itu, banyak mahasiswa belum mampu menyelesaikan soal secara mandiri jika bentuk soal berbeda dari contoh yang pernah dipelajari. Faktor lain yang memengaruhi adalah lemahnya penguasaan konsep prasyarat, keterbatasan visualisasi, dan metode pembelajaran yang terlalu teoritis. Mahasiswa menyarankan penggunaan media visual, video pembelajaran, serta diskusi kelompok sebagai solusi untuk mengatasi kesulitan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Dedy, E., Mulyana, E., & Sudihartini, E. (2012). Pengembangan Bahan Ajar Kalkulus Vektor Berdasarkan Model Pembelajaran Matematika Knisley Sebagai Upaya Meningkatkan Kompetensi Matematika Mahasiswa. *PYTHAGORAS: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 7(1), 101-110.
- Mutakin, TZ (2013). Analisis membantu Belajar Kalkulus 1 Mahasiswa Teknik Informatika. *Jurnal Formatif*, 3(1), 49-60.