

## Proses Berpikir Konseptual Mahasiswa pada Diferensial Parsial: Observasi Kesenjangan antara Latihan dan Evaluasi

Nur Ismi Tahir<sup>1\*</sup>, Sri Rahmadhanningsih<sup>2</sup>, Zose Wirawan<sup>3</sup>

<sup>1\*)</sup>Pendidikan Matematika, Universitas Bosowa

<sup>2)</sup>Pendidikan Matematika, Universitas Bosowa

<sup>3)</sup>Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bosowa

Email: [nurismitahir@universitasbosowa.ac.id](mailto:nurismitahir@universitasbosowa.ac.id)

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi proses berpikir konseptual mahasiswa saat menyelesaikan soal diferensial parsial serta menyelidiki perbedaan kinerja antara evaluasi baru dan latihan rutin. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus kualitatif pada empat mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Bosowa guna mengeksplorasi secara mendalam proses berpikir konseptual mahasiswa dalam menyelesaikan soal diferensial parsial. *Sampling purposive* digunakan untuk memilih subjek, dan data dikumpulkan melalui wawancara semi-terstruktur dan jawaban tertulis mengenai pendekatan untuk memecahkan masalah dan kesulitan konseptual. Pola kesalahan, strategi berpikir, dan kemampuan transfer konsep diidentifikasi melalui analisis data tematik menggunakan triangulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa menghadapi tantangan yang signifikan saat menghadapi soal baru. Hal ini terutama disebabkan oleh ketergantungan pada pola latihan mekanis, kurangnya fleksibilitas strategi, dan kesulitan mengintegrasikan konsep diferensial parsial. Kemampuan adaptasi terbatas meskipun terdapat mahasiswa yang menggunakan strategi reflektif. Hasil ini menunjukkan bahwa penguasaan prosedur tidak selalu mewakili penguasaan konseptual. Fokus baru penelitian ini adalah menemukan pola kesalahan dan strategi berpikir mahasiswa dalam konteks diferensial parsial yang sebelumnya jarang dibahas. Implikasi praktis menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran adaptif diperlukan untuk meningkatkan pemahaman konsep dan fleksibilitas berpikir. Ini termasuk memberikan variasi soal sebelum penilaian untuk meningkatkan kemampuan transfer konsep.

**Kata kunci:** proses berpikir konseptual; fleksibilitas berpikir; diferensial parsial; strategi pemecahan masalah.

### ABSTRACT

*This study aims to evaluate students' conceptual thinking processes when solving partial differential problems and to investigate differences in performance between new evaluations and routine exercises. This study employed a qualitative case study approach involving four students from the Mathematics Education Program at Bosowa University to explore in depth students' conceptual thinking processes in solving partial differential problems. Purposive sampling was used to select the participants, and data were collected through semi-structured interviews and written responses regarding problem-solving approaches and conceptual difficulties. Error*

*patterns, thinking strategies, and concept transfer abilities were identified through thematic data analysis using triangulation. The findings revealed that students experienced significant challenges when dealing with new problems. These challenges were mainly caused by dependence on mechanical exercise patterns, limited strategic flexibility, and difficulties in integrating partial differential concepts. Students' adaptive abilities remained limited even though some students employed reflective thinking strategies. These findings indicate that procedural mastery does not always represent conceptual understanding. The novelty of this study lies in identifying students' error patterns and thinking strategies in the context of partial differentials, which has rarely been discussed in previous studies. The practical implications suggest that adaptive learning approaches are needed to improve conceptual understanding and cognitive flexibility. This includes providing various types of problems before assessment to enhance students' concept transfer abilities.*

**Keyword:** *conceptual thinking process; cognitive flexibility; partial differential exercises; problem-solving strategies.*

## PENDAHULUAN

Dalam kalkulus multivariabel, konsep diferensial parsial membahas terkait suatu fungsi berubah terhadap lebih dari satu variabel (Stewart, 2015; Thomas & Finney, 2017). Konsep ini membentuk fondasi untuk berbagai aplikasi pemodelan matematis dalam bidang ekonomi, sains, dan teknik, serta materi lanjut seperti *double integral* dan diferensial parsial tingkat lanjut (Anton et al., 2018; Marsden & Tromba, 2012). Pemahaman yang kuat tentang diferensial parsial tidak hanya diperlukan untuk menyelesaikan soal matematis, tetapi juga untuk membangun proses berpikir konseptual, kemampuan transfer konsep, dan kemampuan memecahkan masalah lebih lanjut. Dalam praktik pembelajaran, mahasiswa sering menunjukkan kemampuan terbaiknya ketika latihan menyelesaikan soal secara berkala. Namun, ketika mahasiswa menghadapi evaluasi yang berbeda dari latihan sebelumnya, kinerjanya menurun (Anderson, 2018; Smith & Jones, 2019). Fenomena ini menunjukkan bahwa ada perbedaan antara kemampuan evaluasi dan latihan. Hal ini merupakan masalah penting karena tujuan pendidikan matematika bukan sekadar menghafal instruksi, tetapi menanamkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis.

Untuk mengatasi masalah ini, latihan secara berkala telah dilaksanakan, strategi penyelesaian masalah berbasis pertanyaan digunakan, dan model pembelajaran visual atau berbasis teknologi juga digunakan (Stewart, 2015; Thomas & Finney, 2017). Namun, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode ini memiliki keterbatasan karena mahasiswa sering bergantung pada pola latihan mekanis tanpa memahami konsep secara menyeluruh, yang menyebabkan variasi dalam kinerja (Brown et al., 2020; White, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa penelitian lanjutan diperlukan untuk mempelajari lebih banyak tentang cara mahasiswa berpikir konseptual.

Fokus penelitian adalah untuk mengetahui bagaimana mahasiswa menyelesaikan soal diferensial parsial baru, apa yang menyebabkan perbedaan dalam kinerja antara latihan dan evaluasi, serta bagaimana analisis jawaban dan wawancara dapat mengungkap pendekatan penyelesaian masalah dan kesalahan konseptual mahasiswa. Selain itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan saran untuk metode pembelajaran yang dapat disesuaikan yang menekankan pemahaman konsep dan fleksibilitas berpikir.

Berdasarkan kajian literatur, pemahaman mahasiswa tentang diferensial parsial

dipengaruhi oleh perbedaan antara pemahaman formal dan konseptual. Menurut Tall dan Vinner (1981), mahasiswa sering melakukan kesalahan saat menghadapi variasi soal karena hanya memahami prosedur tetapi tidak memahami konsep. Hiebert dan Lefevre (1986) menunjukkan perbedaan besar antara kemampuan mahasiswa dalam prosedur dan konsep. Mahasiswa yang menggunakan pola latihan mekanis menghadapi tantangan saat menghadapi pertanyaan baru. Anderson (2018) dalam Smith dan Jones (2019) menekankan bahwa strategi berpikir reflektif membantu mahasiswa menyesuaikan diri dengan pertanyaan baru. Brown et al. (2020) menyelidiki proses berpikir mahasiswa dengan menggunakan wawancara dan jawaban tertulis, menemukan ketergantungan pada pola latihan. Karena interaksi intensif di kelas membuat mahasiswa dapat melihat proses kognitif masing-masing, White (2021) menekankan bahwa kelas kecil memungkinkan analisis mendalam. Marsden dan Tromba (2012) menekankan pentingnya menggabungkan teori dan praktik untuk memperkuat transfer konsep, sementara Stewart (2015) dan Thomas dan Finney (2017) menunjukkan bahwa visualisasi dan representasi multidimensional dapat meningkatkan pemahaman diferensial parsial.

Penelitian sebelumnya telah membuat kemajuan besar, tetapi masih ada celah karena banyak studi hanya menggunakan sampel besar atau data latihan, sehingga terbatas untuk melakukan analisis mendalam setiap mahasiswa. Oleh karena itu, studi kasus dilakukan pada empat mahasiswa di kelas kecil. Studi ini menggunakan wawancara dan jawaban tertulis untuk menemukan pola kesalahan, strategi berpikir, dan keterbatasan pemahaman konseptual. Diharapkan bahwa penelitian ini akan memberikan dasar empiris untuk membangun strategi pembelajaran adaptif yang menekankan konsep dan transfer konsep. Selain itu, hal tersebut akan menjadi referensi bagi studi pendidikan matematika yang lebih lanjut.

Hipotesis penelitian ini adalah bahwa mahasiswa mengalami kesulitan yang signifikan saat menghadapi soal diferensial parsial baru dibandingkan dengan latihan rutin. Pola kesalahan dan strategi berpikir dapat dianalisis melalui triangulasi wawancara dan jawaban tertulis. Salah satu hasil dari penelitian ini, akan memberikan panduan bagi dosen untuk membuat pendekatan pembelajaran fleksibel yang menekankan pemahaman konsep dan kemampuan transfer konsep. Selain itu, penelitian ini akan berfungsi sebagai referensi untuk studi lebih lanjut tentang cara mahasiswa berpikir konseptual di kelas kecil.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode studi kasus kualitatif. Tujuan dari penelitian ini adalah menyelidiki proses berpikir konseptual mahasiswa saat menyelesaikan soal diferensial parsial dan menemukan perbedaan antara latihan dan evaluasi. Penelitian dilakukan di kelas kecil Program Studi Pendidikan Matematika di Fakultas Ilmu Pendidikan dan Sastra Universitas Bosowa, yang memungkinkan observasi mendalam terhadap strategi berpikir setiap mahasiswa dan interaksi intensif antara dosen dan mahasiswa. Kelas kecil dipilih karena memungkinkan analisis yang lebih rinci dan individual terhadap setiap mahasiswa, termasuk perilaku kognitif setiap mahasiswa dan strategi pemecahan masalah.

Empat mahasiswa yang masih aktif di program studi tersebut adalah subjek penelitian, dan telah menerima latihan secara berkala setiap pertemuan perkuliahan tentang materi diferensial parsial. Menggunakan metode *purposive sampling*, subjek dipilih dari kelompok kecil mahasiswa yang bersedia mengikuti seluruh proses penelitian, yang mencakup pemeriksaan dan wawancara mendalam. Sumber data utama penelitian ini berasal dari jawaban tertulis mahasiswa terhadap soal diferensial parsial dan hasil wawancara semi-terstruktur. Latihan yang diberikan konsepnya serupa dengan latihan pertemuan di kelas sebelumnya, tetapi soalnya berbeda sehingga mahasiswa diminta untuk menerapkan konsep secara mandiri dan fleksibel. Wawancara semi-terstruktur berkonsentrasi pada strategi

berpikir, teknik pemecahan masalah, tantangan, dan refleksi tentang jawaban yang diberikan mahasiswa.

Setelah mahasiswa menyelesaikan soal secara individual, jawabannya dicatat dan dianalisis untuk menemukan kesalahan konseptual, prosedural, dan pola strategi penyelesaian selama proses pengumpulan data. Selain itu, wawancara dilakukan secara individu untuk mengeksplorasi proses berpikir, refleksi, dan kesulitan yang dihadapi mahasiswa saat mengerjakan soal. Tingkat kesalahan konsep, prosedur penyelesaian, fleksibilitas strategi, dan kemampuan untuk memindahkan konsep dari latihan ke soal evaluasi adalah faktor penting yang diukur. Untuk meningkatkan validitas temuan, analisis data dilakukan secara tematik dengan triangulasi, yang menggabungkan analisis wawancara dan jawaban tertulis. Karena fokus analisis adalah eksplorasi proses berpikir dan strategi konseptual daripada pengukuran numerik, prosedur statistik kuantitatif tidak digunakan.

Keterbatasan waktu untuk wawancara yang mendalam dan kesulitan mahasiswa untuk menyesuaikan diri dengan soal baru yang berbeda dari latihan rutin adalah beberapa masalah yang dihadapi selama penelitian. Terlepas dari itu, studi kasus kualitatif ini memiliki keunggulan dibandingkan penelitian sebelumnya karena dapat menganalisis proses berpikir setiap mahasiswa, mempelajari strategi pemecahan masalah yang tidak terlihat hanya dari jawaban tertulis, dan menilai secara menyeluruh perbedaan antara latihan dan evaluasi. Metode ini memungkinkan peneliti mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang dinamika pemikiran mahasiswa. Selain itu, memberikan dasar yang kuat secara empiris untuk penciptaan pendekatan pembelajaran yang dapat disesuaikan dengan diferensial parsial.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis jawaban mahasiswa pada soal diferensial parsial menunjukkan bahwa tidak ada mahasiswa yang mampu menjawab seluruh soal dengan benar. Tabel I menyajikan ringkasan jawaban mahasiswa, kesalahan yang muncul, serta strategi yang digunakan berdasarkan wawancara. Mahasiswa M1 mengalami kesalahan pada turunan campuran dan tanda, dengan strategi mengandalkan pola latihan sehingga kesulitan menyesuaikan dengan variasi soal. Mahasiswa M2 salah pada langkah awal dan beberapa turunan, meskipun berusaha memecahkan soal menjadi bagian-bagian sederhana, strategi yang tetap menghasilkan kesalahan konsep. Mahasiswa M3 salah dalam penerapan rumus dan tanda karena lebih mengandalkan hafalan pola latihan, sedangkan Mahasiswa M4 melakukan kesalahan pada turunan campuran dan fokus pada hafalan rumus tanpa adaptasi strategi. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan mahasiswa dalam menyelesaikan latihan rutin, belum mencerminkan penguasaan konsep secara fleksibel pada situasi soal yang berbeda.

**Tabel 1. Jawaban Mahasiswa pada Soal Diferensial Parsial**

No Mahasiswa	Jawaban Soal (Ringkas)	Kesalahan / Catatan	Strategi (Wawancara)
1 M1	$F_x, F_y, F_z$ sebagian benar	Salah turunan campuran dan salah tanda	Bergantung pola latihan dan kesulitan adaptasi
2 M2	$F_x, F_y, F_z$ sebagian benar	Salah langkah awal dan beberapa turunan	Berusaha memecah soal, tetapi masih salah konsep
3 M3	$F_x, F_y, F_z$ sebagian benar	Salah penerapan rumus dan penulisan tanda	Menghafal pola latihan, tetapi kurang refleksi
4 M4	$F_x, F_y, F_z$ sebagian benar	Salah turunan campuran	Fokus pada rumus hafalan dan minim adaptasi

Catatan : Identitas mahasiswa disamarkan untuk menjaga privasi data.

Sumber : Data hasil penelitian yang diolah penulis, 2026.

Hasil wawancara mengungkapkan bahwa mahasiswa menggunakan strategi berbeda dalam menghadapi soal baru. Beberapa mengandalkan strategi mekanis, mengikuti pola latihan lama tanpa adaptasi, sehingga merasa sulit ketika soal memiliki variasi baru. Sebagian mahasiswa mencoba strategi reflektif dengan memecah soal menjadi langkah-langkah, namun tetap gagal saat integrasi konsep diperlukan. Kesulitan transfer konsep terlihat pada seluruh mahasiswa karena kemampuan dalam menerapkan prinsip dasar diferensial parsial pada variasi soal baru masih terbatas. Berdasarkan hasil wawancara, beberapa mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengingat prosedur penyelesaian serta belum mampu menyelesaikan bentuk trigonometri dengan baik. Selain itu, terdapat mahasiswa yang menyatakan bahwa soal dapat dipahami, namun masih memerlukan penjelasan ulang sebelum mengerjakan latihan dengan bentuk yang berbeda.

Analisis kesenjangan antara latihan dan evaluasi menunjukkan bahwa performa evaluasi menurun secara konsisten dibandingkan dengan latihan rutin. Faktor penyebab utama meliputi ketergantungan pada pola latihan mekanis, keterbatasan fleksibilitas strategi *problem solving*, dan kesulitan integrasi konsep diferensial parsial dalam situasi baru. Temuan ini konsisten dengan penelitian Anderson (2018) dan Smith & Jones (2019), yang menunjukkan bahwa ketergantungan pada hafalan atau pola mekanis membatasi kemampuan transfer konsep mahasiswa. Hasil ini juga sejalan dengan temuan Brown et al. (2020) bahwa mahasiswa sering mengikuti pola latihan tanpa memahami konsep, dan White (2021) yang menekankan perlunya observasi intensif di kelas kecil untuk mengeksplorasi proses berpikir secara mendalam.

Temuan yang tidak terduga adalah meskipun mahasiswa berusaha menggunakan strategi reflektif, fleksibilitas berpikirnya tetap terbatas. Hal ini memberikan interpretasi bahwa penguasaan prosedur matematis tidak selalu berbanding lurus dengan penguasaan konseptual dan kemampuan adaptasi. Keterbatasan ini juga menunjukkan bahwa meskipun kelas kecil memfasilitasi interaksi intensif, jumlah peserta yang sedikit tetap membatasi generalisasi temuan secara luas. Namun, validitas internal penelitian cukup kuat karena data triangulasi antara jawaban tertulis dan wawancara memperkuat analisis pola kesalahan dan strategi berpikir.

Penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan mengidentifikasi pola kesalahan dan strategi berpikir mahasiswa pada diferensial parsial yang belum banyak dieksplorasi dalam literatur sebelumnya. Temuan ini juga membuka peluang penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi intervensi pembelajaran yang dapat meningkatkan fleksibilitas strategi *problem solving* dan kemampuan adaptasi mahasiswa, sehingga generalisasi hasil dapat diuji pada konteks kelas berbeda atau jumlah mahasiswa yang lebih besar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan, semua mahasiswa menghadapi tantangan yang signifikan dalam menyelesaikan soal diferensial parsial baru, meskipun mampu menyelesaikan latihan rutin. Beberapa faktor utama yang menyebabkan tantangan ini adalah ketergantungan pada pola latihan yang bersifat mekanis, kekurangan strategi berpikir yang fleksibel, dan tantangan untuk memahami konsep diferensial parsial secara mandiri. Hasil ini menekankan bahwa kemampuan prosedural mahasiswa tidak selalu mencerminkan penguasaan konseptual dan kemampuan adaptasi, sehingga memberikan kontribusi signifikan terhadap pemahaman kami tentang proses berpikir konseptual mahasiswa dalam konteks evaluasi matematika.

Salah satu konsekuensi praktis dari penelitian ini adalah kebutuhan untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang menekankan pemahaman konsep dan fleksibilitas berpikir daripada hafalan prosedur. Ketika soal diberikan variasi sebelum

evaluasi, itu dapat membantu mahasiswa memahami konsep dan mengubah cara menyelesaikan masalah. Metode seperti ini dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran diferensial parsial di kelas kecil dan memberikan dasar empiris untuk membangun kurikulum yang lebih fleksibel.

Penelitian ini terbatas pada jumlah subjek yang relatif sedikit, yaitu hanya empat mahasiswa dari satu kelas kecil Program Studi Pendidikan Matematika. Kondisi ini menyebabkan hasil penelitian lebih berfokus pada eksplorasi mendalam terhadap proses berpikir konseptual mahasiswa dibandingkan generalisasi hasil penelitian. Selain itu, fakta bahwa subjek berada dalam lingkungan akademik yang sama memungkinkan adanya pengalaman belajar yang serupa. Akibatnya, variasi metode berpikir yang ditemukan masih terbatas. Oleh karena itu, hasilnya lebih relevan untuk kelas kecil dan tidak dapat sepenuhnya digeneralisasi ke populasi yang lebih besar. Untuk mengetahui seberapa efektif pembelajaran adaptif, penelitian lanjutan harus melibatkan lebih banyak peserta dan strategi berpikir yang jelas. Selain itu, penelitian lanjutan memiliki kemampuan untuk mengevaluasi bagaimana strategi pemecahan masalah dan evaluasi variasi soal diterapkan dalam pengajaran di berbagai kelas. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan saran untuk kebijakan pembelajaran matematika yang lebih efektif dan berbasis bukti.

## REFERENSI

- Anderson, J. (2018). Cognitive strategies in mathematics learning. *Journal of Educational Psychology, 110*(3), 345–360. <https://doi.org/10.1037/edu0000234>
- Anton, H., Bivens, I., & Davis, S. (2018). *Calculus: Multivariable* (11th ed.). Wiley.
- Brown, L., Smith, T., & Green, P. (2020). Exploring students' thinking processes in advanced calculus. *International Journal of Mathematics Education, 12*(4), 112–128. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01150-3>
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: an introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (pp. 1–27). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Marsden, J. E., & Tromba, A. J. (2012). *Vector calculus* (6th ed.). W. H. Freeman.
- Mokhtar, M., & Zakaria, E. (2020). Enhancing conceptual understanding of calculus among engineering students using visualisation techniques. *Journal of Mathematical Education, 53*(1), 45–60. <https://doi.org/10.22342/jme.53.1.2020>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. NCTM.
- Polya, G. (2014). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton University Press.
- Smith, K., & Jones, R. (2019). Bridging the gap between practice and assessment in university mathematics. *Mathematics Education Review, 15*(2), 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.mer.2019.02.004>
- Stewart, J. (2015). *Calculus: Early transcendentals* (8th ed.). Cengage Learning.
- Sudirman, I. M. S. N. (2018). *Metode penelitian pendidikan matematika: Pendekatan studi kasus dan tindakan kelas*. Universitas Airlangga Press.
- Suprpto, A., & Wahyuni, S. (2019). Analisis kesulitan mahasiswa dalam memahami turunan parsial: Studi pada mahasiswa pendidikan matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika, 13*(2), 101–114. <https://doi.org/10.22342/jpm.13.2.2019>

- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151–169. <https://doi.org/10.1007/BF00305619>
- Thomas, G., & Finney, R. (2017). *Calculus and analytic geometry* (9th ed.). Pearson.
- White, H. (2021). Flexibility in problem solving: A study on calculus learners. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 50–68. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00297-5>