



Pemetaan Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Program Linier: Tinjauan Teori Kastolan

Riza Pahlevi

Universitas Samudra, Indonesia

E-mail: rizapahlevii@unsam.ac.id

Article Info	Abstract
Article History Received: 2026-01-07 Revised: 2026-02-13 Published: 2026-03-01 Keywords: <i>Error Analysis;</i> <i>Linear Programming;</i> <i>Kastolan Theory.</i>	Linear programming is a fundamental topic that demands modeling proficiency and logical reasoning. However, students frequently encounter difficulties in solving its problems. This study aims to map the types of student errors in solving linear programming problems based on the Kastolan Theory framework and to identify the underlying causal factors. A qualitative approach with a descriptive method was employed, involving 23 students from the Mathematics Education Study Program at Universitas Samudra as research subjects. Data were collected through a written test consisting of problems on the graphical and simplex methods, supplemented by in-depth interviews with three subjects selected via purposive sampling. The results indicate that conceptual errors predominantly occur in the graphical method, specifically where students incorrectly determine the feasible region. Procedural errors emerged as the most dominant type, particularly in the simplex method. Students tended to perform partial work—stopping at the first iteration—and failed to follow the procedural stages through to the optimal solution. Furthermore, calculation errors in elementary row operations caused chain failures in the final results. The primary factors contributing to these errors include: (a) low abstraction ability in mathematical modeling; (b) high cognitive load due to the algorithmic complexity of the simplex method; (c) a lack of precision in basic arithmetic operations; and (d) a psychological tendency to give up on lengthy solution procedures. These findings recommend the integration of digital learning media and the reinforcement of prerequisite conceptual understanding to mitigate similar errors in the future.
Artikel Info	Abstrak
Sejarah Artikel Diterima: 2026-01-07 Direvisi: 2026-02-13 Dipublikasi: 2026-03-01 Kata kunci: <i>Analisis Kesalahan;</i> <i>Program Linier;</i> <i>Teori Kastolan.</i>	Program linier merupakan materi dasar yang menuntut kemampuan pemodelan dan penalaran logis. Namun mahasiswa sering kali mengalami kesulitan dalam penyelesaiannya. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan jenis-jenis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal program linier berdasarkan kerangka Teori Kastolan serta mengidentifikasi faktor penyebabnya. Pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif digunakan dalam penelitian ini, melibatkan 23 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Samudra sebagai subjek penelitian. Data dikumpulkan melalui tes tertulis yang terdiri dari soal metode grafik dan metode simpleks, serta wawancara mendalam terhadap tiga subjek yang dipilih menggunakan teknik <i>purposive sampling</i> . Hasil penelitian menunjukkan bahwa kesalahan konseptual dominan terjadi pada metode grafik, di mana mahasiswa salah menentukan daerah penyelesaian yang tepat. Kesalahan prosedural menjadi jenis kesalahan yang paling dominan, terutama pada metode simpleks. Mahasiswa cenderung melakukan pengerjaan parsial (terhenti pada iterasi pertama) dan gagal mengikuti tahapan penyelesaian hingga solusi optimal. Selain itu, kesalahan perhitungan pada operasi baris elementer menyebabkan kegagalan berantai pada hasil akhir. Faktor utama penyebab kesalahan meliputi: (a) rendahnya kemampuan abstraksi dalam pemodelan matematis; (b) beban kognitif yang tinggi akibat kompleksitas algoritma metode simpleks; (c) kurangnya ketelitian dalam operasi aritmatika dasar; serta (d) adanya kecenderungan psikologis untuk menyerah pada prosedur penyelesaian yang panjang. Temuan ini merekomendasikan perlunya integrasi media pembelajaran digital dan penguatan pemahaman prasyarat untuk memitigasi kesalahan serupa di masa depan.

I. PENDAHULUAN

Program linier merupakan salah satu materi dasar dalam matematika yang memiliki aplikasi

luas di berbagai bidang, mulai dari ekonomi, industri, hingga manajemen. Program linier menuntut mahasiswa untuk mengembangkan

berbagai kemampuan berpikir matematis seperti pemodelan matematika, pemecahan masalah, serta berpikir kritis dan logis. Mahasiswa harus mampu mengubah masalah nyata menjadi bentuk matematis yang terstruktur (Ningrum dkk, 2021). Proses penyelesaian program linier melibatkan serangkaian langkah logis, mulai dari formulasi, penyelesaian menggunakan metode grafik atau simpleks, hingga interpretasi solusi. Mahasiswa dilatih untuk menganalisis berbagai kemungkinan solusi, memahami batasan-batasan, dan membuat keputusan berdasarkan data dan model yang ada (Hillier & Lieberman, 2021).

Kemampuan untuk memahami dan menyelesaikan soal program linier menjadi indikator penting dalam penguasaan konsep matematika serta kemampuan berpikir logis dan analitis mahasiswa. Namun, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa mahasiswa, khususnya pada program studi pendidikan matematika seringkali menghadapi kesulitan dan melakukan berbagai jenis kesalahan dalam menyelesaikan soal program linier. Kesalahan ini tidak hanya menghambat pemahaman materi, tetapi juga berpotensi berdampak pada kemampuan mereka dalam menerapkan konsep tersebut di kemudian hari (Mairing, 2022).

Penelitian terdahulu banyak mengungkap berbagai bentuk kesalahan mahasiswa dalam matematika, seperti kesalahan konseptual, prosedural, atau perhitungan. Mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam mengabstraksi masalah kontekstual ke dalam simbol matematis. Hal ini diperburuk oleh rendahnya literasi numerasi dalam memecahkan masalah yang bersifat non-rutin. Lebih spesifik pada materi program linier, beberapa studi telah mengidentifikasi kesulitan dalam memodelkan masalah ke dalam bentuk matematis, menentukan fungsi tujuan dan kendala, hingga interpretasi solusi (Ayuningsih, dkk., 2020). Meskipun demikian, tinjauan kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal program linier berdasarkan teori Kastolan masih relatif terbatas. Teori Kastolan, yang mengklasifikasikan kesalahan ke dalam kategori tertentu, menawarkan kerangka analisis yang lebih terstruktur dan mendalam untuk mengidentifikasi akar masalah kesalahan yang dilakukan mahasiswa.

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan secara mendalam jenis-jenis kesalahan mahasiswa pendidikan matematika berdasarkan Teori Kastolan serta mengungkap faktor penyebab yang melatarbelakanginya. Analisis kesalahan menggunakan kerangka Kastolan terbukti efektif mengidentifikasi apakah

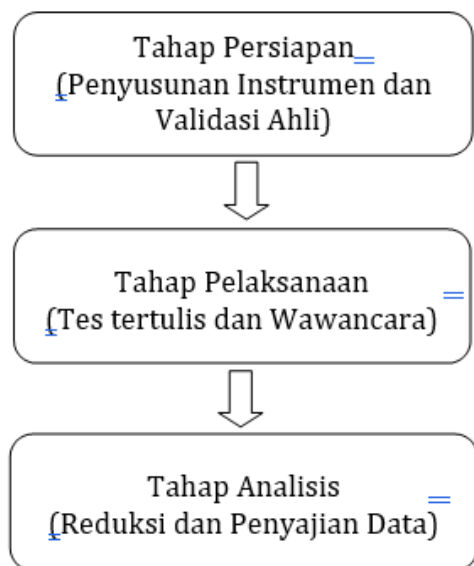
kegagalan mahasiswa bersifat konseptual, prosedural, atau teknik (Ayuningsih dkk., 2020). Penggunaan kerangka Kastolan menjadi relevan karena mampu membedah kesalahan teknis akibat kekurangtelitian yang seringkali luput dari analisis kesalahan umum lainnya (Amalia dkk, 2023). Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya mengidentifikasi secara spesifik jenis-jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa pendidikan matematika dalam menyelesaikan soal program linier berdasarkan kerangka teori Kastolan. Dengan pemetaan kesalahan yang tepat, institusi pendidikan dapat merancang suatu pengajaran yang lebih tepat sasaran. Selain itu, pemahaman mendalam tentang faktor-faktor penyebab kesalahan, baik dari aspek kognitif, afektif, maupun pedagogis, akan memberikan informasi penting untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang inovatif dan efektif.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran program linier di prodi pendidikan matematika, sehingga mahasiswa memiliki fondasi yang kuat dalam menguasai materi ini dan mampu menerapkannya dalam konteks yang relevan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode deskriptif. Pemilihan metode ini bertujuan untuk mendeskripsikan secara mendalam dan sistematis mengenai jenis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal program linier berdasarkan prosedur Teori Kastolan serta mengungkap faktor penyebab. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Samudra Semester II Tahun Akademik 2024/2025 yang berjumlah 23 orang. Teknik pemilihan subjek menggunakan *purposive sampling*. Teknik ini dipilih untuk menjangkau subjek yang paling sesuai dengan tujuan penelitian berdasarkan kriteria tertentu (Miles, Huberman, & Saldaña, 2014). Selanjutnya dipilih 3 subjek yang dipilih berdasarkan variasi kesalahan yang paling dominan untuk diwawancarai lebih lanjut.

Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis data. Alur sistematis penelitian ini digambarkan pada bagan berikut:



Gambar 1. Bagan Tahapan Penelitian

Secara rinci, langkah-langkah dalam bagan pada gambar 1 dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap Persiapan: Meliputi kegiatan, penyusunan instrumen tes soal program linier dan validasi soal oleh ahli
2. Tahap Pelaksanaan:
 - a) Memberikan tes tertulis yang berisi 4 soal program linier yang terdiri dari 2 soal yang diselesaikan dengan metode grafik dan 2 soal yang diselesaikan dengan metode simpleks kepada seluruh mahasiswa subjek penelitian.
 - b) Mengoreksi hasil jawaban dan mengidentifikasi jenis kesalahan berdasarkan kriteria Kastolan.
 - c) Memilih subjek wawancara secara *purposive* berdasarkan dominasi kesalahan yang ditemukan.
 - d) Melakukan wawancara mendalam untuk menggali faktor penyebab kesalahan.
3. Tahap Analisis: Melakukan reduksi data, penyajian data (triangulasi antara hasil tes dan wawancara), serta penarikan kesimpulan mengenai pola kesalahan mahasiswa.

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah peneliti sendiri, yang dibantu oleh dua instrumen pendukung:

1. Tes Tertulis: Berupa soal uraian materi Program Linier
2. Pedoman Wawancara: Digunakan untuk menelusuri penyebab kesalahan yang tidak terdeteksi melalui lembar jawaban tertulis

Analisis kesalahan merujuk pada tahapan Teori Kastolan, yang mengklasifikasikan

kesalahan menjadi tiga kategori sebagaimana dijelaskan dalam Kastolan (Putri dkk, 2025):

Tabel 1. Indikator Jenis Kesalahan Kastolan

Jenis Kesalahan	Indikator
Kesalahan Konseptual	Kesalahan dalam menentukan rumus, definisi, atau teorema untuk menyelesaikan soal.
Kesalahan Prosedural	Kesalahan dalam urutan langkah-langkah penyelesaian atau ketidaklengkapan prosedur
Kesalahan Perhitungan	Kesalahan dalam perhitungan aritmatika atau kecerobohan dalam menuliskan data

Sumber: Modifikasi Kastolan (1992)

Data dianalisis mengikuti model interaktif Miles dan Huberman (2014), yaitu:

1. Kondensasi Data (Reduksi): Mengoreksi hasil tes, memilah data yang relevan, mengelompokkan jenis kesalahan, dan memilih subjek untuk wawancara.
2. Penyajian Data: Menyajikan cuplikan jawaban mahasiswa dan transkrip wawancara dalam bentuk narasi logis atau tabel matriks.
3. Penarikan Kesimpulan: Menyimpulkan pola kesalahan yang dominan dan faktor penyebabnya berdasarkan bukti-bukti yang valid.

Dalam menjamin keabsahan data, penelitian ini menggunakan teknik triangulasi, yaitu membandingkan data hasil tes tertulis dengan data hasil wawancara guna memastikan konsistensi temuan mengenai penyebab kesalahan mahasiswa (Sugiyono, 2019).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil tes tertulis yang diberikan kepada 23 mahasiswa Pendidikan Matematika Universitas Samudra, diperoleh pemetaan kesalahan berdasarkan teori Kastolan yang disajikan dalam Tabel 2 berikut:

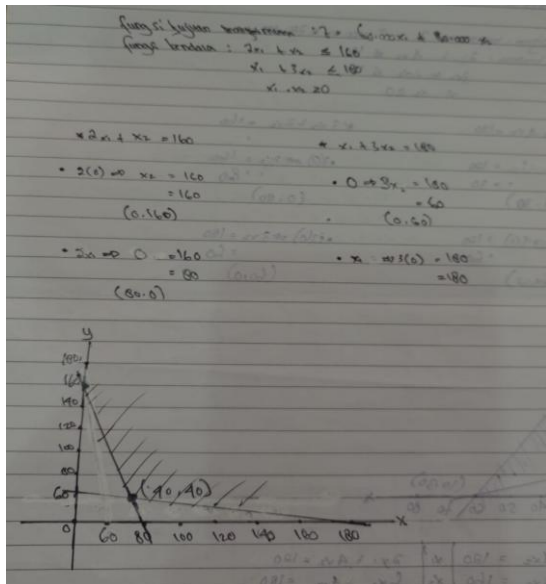
Tabel 2. Persentase Jenis Kesalahan

No	Kategori Kesalahan	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4
1	Kesalahan Konseptual	17%	44%	9%	0%
2	Kesalahan Prosedural	30%	30%	22%	65%
3	Kesalahan Perhitungan	9%	0%	30%	35%
4	Jawaban benar	44%	26%	39%	0%

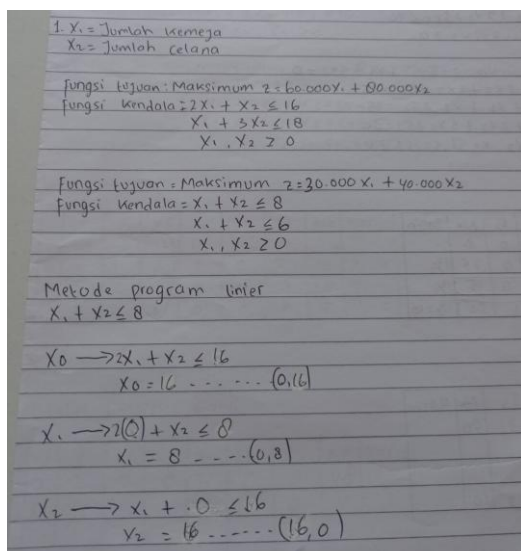
Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa Soal 4 menjadi soal yang paling sulit bagi mahasiswa,

di mana tidak ada satu pun mahasiswa yang mampu memberikan jawaban benar. Sebaliknya, hasil terbaik mahasiswa terdapat pada Soal 1 dengan tingkat keberhasilan 43%. Data di atas menunjukkan bahwa kesalahan prosedural merupakan jenis kesalahan yang paling dominan dilakukan mahasiswa, terutama pada soal nomor 4 yang menggunakan metode simpleks.

Pada metode grafik, kesalahan konseptual didominasi oleh kesalahan dalam menentukan daerah fisibel, menyusun model matematika dan menentukan titik fisibel. Sementara itu, kesalahan prosedural muncul dalam bentuk kekeliruan pengarsiran daerah penyelesaian, tidak membuat grafik serta ketidaktuntasan dalam menentukan nilai optimal.



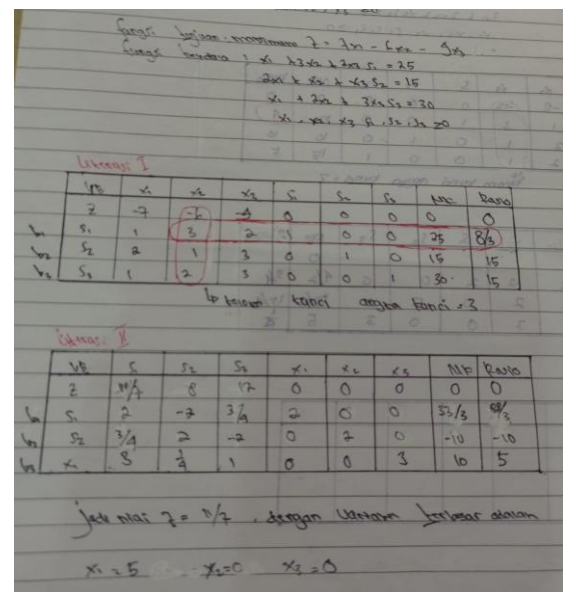
Gambar 2. Contoh kesalahan konseptual soal metode grafik



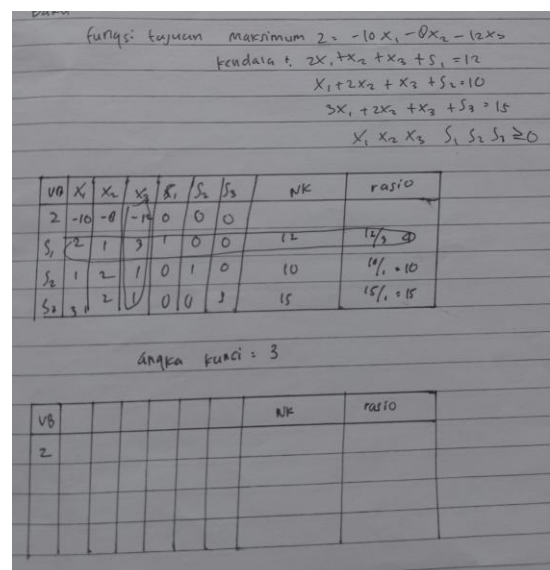
Gambar 3. Contoh Kesalahan Prosedural soal metode grafik

Pada gambar 2, kesalahan dalam lembar jawaban adalah kesalahan konseptual, dimana kesalahan dalam menentukan daerah fisibel. Sementara itu, pada gambar 3 melihat kesalahan prosedural yaitu tidak membuat grafik.

Pada metode simpleks, kesalahan konseptual didominasi oleh kesalahan dalam menentukan kolom kunci. Sementara itu, kesalahan procedural didominasi oleh penghentian iterasi sebelum mencapai solusi optimal. Kesalahan perhitungan (teknik) terjadi pada proses operasi baris elementer di metode simpleks, yang menyebabkan kegagalan berantai pada hasil akhir.



Gambar 4. Contoh kesalahan konseptual soal metode simpleks



Gambar 5. Contoh kesalahan prosedural soal metode simpleks

Pada gambar 4, kesalahan dalam lembar jawaban adalah kesalahan konseptual, dimana kesalahan dalam menentukan kolom kunci. Sementara itu, pada gambar 5 melihat kesalahan prosedural yaitu penghentian iterasi sebelum mencapai solusi optimal.

Selanjutnya, untuk mendalami penyebab kesalahan tersebut, peneliti melakukan analisis mendalam terhadap tiga subjek penelitian yang mewakili tipologi kesalahan dominan. Subjek 1 (S1) dipilih karena dominasi kesalahan konseptual. Pada soal metode grafik, S1 salah menentukan daerah penyelesaian yang tepat. Berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa kurang fokus dalam menyelesaikan soal. Pada Soal metode simpleks, S1 terhenti pada iterasi I sehingga tidak menyelesaikan prosedur. Berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa tidak mengingat prosedur penyelesaian dengan metode simpleks

Subjek 2 (S2) merepresentasikan kesalahan prosedural di seluruh nomor soal. Pada soal 1, S2 hanya mampu sampai tahap menggambar grafik, namun tidak melanjutkan ke tahap pencarian titik fisibel. Berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa merasa dosen memberikan penjelasan dengan cepat sehingga belum bisa mengerti dengan baik prosedur penyelesaiannya. Pada soal 4, pengerjaan S2 terhenti tepat setelah iterasi pertama selesai, tanpa melakukan pengecekan apakah nilai baris Z sudah optimal atau belum. Berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa merasa tidak yakin untuk menyelesaikan soal, dimana mahasiswa merasa terbebani dengan langkah-langkah yang panjang (prosedural), sehingga cenderung berhenti di tengah jalan.

Subjek 3 (S3) menunjukkan kombinasi antara kesalahan prosedural dan kesalahan perhitungan (teknik). Pada Soal 1, S3 terjebak pada langkah prosedural. Meskipun mampu mencari koordinat titik, subjek tidak menyelesaikan hingga tahap solusi optimal. Berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa merasa susah dalam menggambar garfiknya. Selain itu mahasiswa merasa gugup dalam menyelesaikan soal. Pada soal 3, kesalahan pada metode simpleks murni disebabkan oleh aspek teknis perhitungan pada tabel iterasi I. Kesalahan aritmatika pada tahap ini menyebabkan seluruh iterasi berikutnya menjadi tidak valid.

B. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal program linier berdasarkan Teori Kastolan. Berdasarkan temuan hasil penelitian, terdapat beberapa poin, yaitu sebagai berikut:

1. Dominasi Kesalahan Konseptual pada Menentukan Daerah Penyelesaian

Kesalahan konseptual paling menonjol ditemukan pada Soal 2, di mana 44% mahasiswa salah menentukan daerah penyelesaian yang tepat. Pada metode grafik, kesalahan dominan terletak pada ketidakmampuan menentukan daerah penyelesaian yang tepat (Putri & Zanthly, 2019).

2. Hambatan Prosedural pada Metode Simpleks

Temuan yang paling mencolok dalam penelitian ini adalah pada Soal 4, di mana tidak ada satu pun mahasiswa (0%) yang mampu mencapai jawaban benar. Mayoritas mahasiswa (65%) melakukan kesalahan prosedural. Fenomena ini terlihat jelas pada Subjek 2 (S2) dan Subjek 1 (S1), di mana pengerjaan berhenti pada iterasi pertama. Kesalahan prosedural menurut Kastolan mencakup ketidak-lengkapan langkah atau penyimpangan dari tahapan penyelesaian. Dalam konteks metode simpleks, kompleksitas algoritma menjadi faktor utama. Kesalahan prosedural pada metode simpleks sering disebabkan oleh *intrinsic cognitive load* yang tinggi karena panjangnya algoritma (Hidayanto & Sari, 2020). Mahasiswa merasa bahwa prosedur simpleks sangat kaku dan panjang, sehingga memicu beban kognitif yang tinggi. Hal ini menyebabkan mahasiswa kehilangan arah di tengah proses iterasi. Temuan ini didukung oleh penelitian Nugroho (2020) yang menyatakan bahwa metode simpleks memerlukan ketelitian prosedural tingkat tinggi yang sering kali melampaui kapasitas kerja memori mahasiswa jika tidak dilatih secara kontinu.

3. Kesalahan Perhitungan

Kesalahan perhitungan banyak ditemukan pada metode simpleks (Soal 3 dan 4). Dalam program linier, kesalahan perhitungan pada elemen baris kunci. Kesalahan perhitungan pada tahap awal

mengakibatkan seluruh tabel iterasi berikutnya menjadi salah.

4. Faktor Penyebab

Berdasarkan triangulasi data, penyebab kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal program linier, yaitu sebagai berikut: (a) rendahnya kemampuan abstraksi dalam pemodelan matematis; (b) beban kognitif yang tinggi akibat kompleksitas algoritma metode simpleks; (c) kurangnya ketelitian dalam operasi aritmatika dasar; serta (d) adanya kecenderungan psikologis untuk menyerah pada prosedur penyelesaian yang panjang

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan mengenai kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal program linier ditinjau dari Teori Kastolan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemetaan Kesalahan:

- Kesalahan Konseptual: Dominan terjadi pada metode grafik, di mana mahasiswa salah menentukan daerah penyelesaian yang tepat.
- Kesalahan Prosedural: Merupakan kesalahan yang paling signifikan, terutama pada metode simpleks. Mahasiswa cenderung melakukan pengerjaan parsial (terhenti pada iterasi pertama) dan gagal mengikuti tahapan penyelesaian hingga solusi optimal.
- Kesalahan Perhitungan (Teknik): Sering terjadi pada proses operasi baris elementer di metode simpleks, yang menyebabkan kegagalan berantai pada hasil akhir.

2. Faktor Penyebab Kesalahan: Faktor utama penyebab kesalahan meliputi: (a) rendahnya kemampuan abstraksi dalam pemodelan matematis; (b) beban kognitif yang tinggi akibat kompleksitas algoritma metode simpleks; (c) kurangnya ketelitian dalam operasi aritmatika dasar; serta (d) adanya kecenderungan psikologis untuk menyerah pada prosedur penyelesaian yang panjang.

B. Saran

Berdasarkan temuan penelitian tersebut, peneliti menyarankan beberapa hal sebagai berikut:

- Bagi Dosen Pengampu: Perlu dilakukan penguatan pada tahap pra-syarat, khususnya kemampuan mengubah bahasa verbal menjadi model matematika. Selain itu, pembelajaran metode simpleks sebaiknya dibantu dengan penggunaan perangkat lunak untuk membantu mahasiswa memverifikasi hasil perhitungan manual mereka.
- Bagi Mahasiswa: Diharapkan lebih banyak berlatih dalam menyelesaikan soal-soal non-rutin dan meningkatkan ketelitian dalam proses iterasi dengan melakukan pengecekan ulang pada setiap tahapan perhitungan.
- Bagi Peneliti Selanjutnya: Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menerapkan model pembelajaran tertentu untuk melihat apakah model tersebut dapat mereduksi tingkat kesalahan mahasiswa berdasarkan kategori Kastolan pada materi yang sama

DAFTAR RUJUKAN

- Amalia, Z., Chandra, T.D., & Sudirman. (2023). Proses Pemodelan Matematis Siswa dalam Memecahkan Masalah Program Linear. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 2595-2604. <https://j-cup.org/index.php/cendekia/article/view/2675>
- Ayuningsih, R., Setyowati, R.D., & Utami, R. E. (2020). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Masalah Program Linear Berdasarkan Teori Kesalahan Kastolan. *Imajiner: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 2(6), 510-518. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v2i6.6790>
- Hidayanto, E., & Sari, N. (2020). Intrinsic cognitive load of students in solving problems linear program. *Journal of Physics: Conference Series*, 1538(1). <https://doi.org/10.1063/5.0000611>
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). Introduction to Operations Research. McGraw-Hill Education.
- Mairing, J. P. (2020). The Effect of Advance Statistics Learning Integrated Minitab and Excel with Teaching Teams. *International Journal of Instruction*, 13(2), 139-150. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13210a>

- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.).
- Ningrum, R. K., dkk. (2021). Mathematical modeling ability in solving linear programming problems. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 012093. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1806/1/012093>
- Putri, M. G., Suanto, E., & Kartini. (2025). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Turunan Fungsi Aljabar dengan Prosedur Kastolan dan Bantuan AI. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika*. <https://snpm.unipasby.ac.id/prosiding/index.php/snpm/article/download/313/251>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Winston, W. L., & Goldberg, J. B. (2022). *Operations Research: Applications and Algorithms*. Cengage Learning.