

ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN MASALAH PROGRAM LINEAR BERDASARKAN TEORI KASTALON

Haryanti Dahlan¹, Saharuddin²
Pendidikan Matematika^{1,2}, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan ^{1,2},
Universitas Pattimura^{1,2}
haryanti.dahlan1411@gmail.com¹, saharuddinahmad5@gmail.com²

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan mata kuliah program linear khususnya pada materi metode simpleks. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi faktor penyebab terjadinya kesalahan. Penelitian ini merupakan penelitian dengan pendekatan kualitatif dengan tiga mahasiswa mata kuliah program linear yang dipilih secara purposive, masing-masing mewakili mahasiswa yang rata-rata nilai tugas tertinggi, sedang, dan rendah. Data dikumpulkan melalui tes dan wawancara. Analisis data dilakukan melalui tiga tahap yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan berdasarkan teori kastalon yang terdiri dari kesalahan konseptual, kesalahan prosedural, dan kesalahan teknik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa dengan rata-rata tugas tertinggi dan mahasiswa dengan nilai rata-rata tugas rendah melakukan kesalahan konseptual dan kesalahan teknik. Mahasiswa dengan rata-rata tugas rendah melakukan kesalahan prosedural dan kesalahan teknik. Kesalahan konseptual terjadi pada kasus minimisasi yang di ubah ke maksimisasi namun tidak memperhatikan perkalian dengan -1. Kesalahan Prosedural terjadi akibat tidak menggunakan metode simpleks dalam menyelesaikan soal dan menghentikan perhitungan sebelum mencapai penyelesaian yang optimal. Kesalahan Teknik terjadi akibat salah dalam pengurangan pecahan dan tidak memperhatikan penggunaan tanda negatif pada kasus minimisasi. Adapun penyebab kesalahan yaitu mahasiswa tidak memahami konsep dengan baik, terlalu terburu-buru, dan tidak memperhatikan instruksi soal. Secara keseluruhan kesalahan yang sering dilakukan oleh mahasiswa adalah kesalahan konseptual. Kesimpulan kesalahan konseptual merupakan kesalahan yang paling banyak sehingga penting bagi mahasiswa untuk memahami konsep dengan baik terutama yang berkaitan dengan materi metode simpleks. Selain konseptual, prosedural dan teknik perlu juga diperhatikan dalam hal menyelesaikan soal pada metode simpleks.

Kata Kunci: Kesalahan Mahasiswa, Program Linear, Teori Kastalon.

A. Pendahuluan

Matematika merupakan salah satu cabang ilmu yang dapat diterapkan dalam berbagai ilmu pengetahuan. Mata kuliah program linear salah satu mata kuliah yang mengaitkan masalah matematika dalam dunia nyata. Pengajaran matematika pada tingkat perguruan tinggi sering kali dihadapkan dengan konsep yang abstrak dan kompleks, menuntut pemahaman mendalam dari mahasiswa untuk menguasai materi secara komprehensif. Dalam konteks ini, program linear merupakan salah satu topik krusial yang memerlukan kemampuan penalaran logis dan pemecahan masalah yang sistematis (Yudianto et al., 2022). Namun, mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi, memformulasikan, dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan program linear, sehingga diperlukan analisis kesalahan yang mendalam untuk memahami akar permasalahan tersebut (Sitorus et al., 2025).

Materi program linear mencakup masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, kemampuan pemecahan masalah dalam konteks program linear menjadi sangat penting namun, seringkali mahasiswa menghadapi kesulitan dan membuat berbagai jenis kesalahan (Ramadhani et al., 2024)(Ramadhani et al., 2024) (Wulandari & Lu'luilmaknun, 2022). Analisis kesalahan ini bertujuan untuk mengidentifikasi letak kesalahan mahasiswa sehingga akan berdampak pada proses perkuliahan yang lebih efektif dan perbaikan mutu pendidikan matematika yang berkelanjutan (Mimi Nur Hajizah & Ellis Salsabila, 2024), (Utari et al., 2024) dan (Putriana et al., 2024).

Berdasarkan hasil pengamatan dan observasi yang dilakukan penulis sebagai dosen pada mata kuliah program linear ditemukan bahwa mahasiswa masih sering melakukan kesalahan dalam langkah-langkah penyelesaian soal yang berkaitan dengan metode simpleks. Kesalahan tersebut tidak hanya terjadi pada tahap perhitungan, tetapi juga pada tahap pemodelan masalah dari narasi soal menjadi bentuk matematis. Selain menemukan jenis kesalahan penulis juga ingin mengidentifikasi penyebab kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa pada mata kuliah program linear materi metode simpleks.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa siswa sering melakukan kesalahan dalam menyelesaikan soal cerita program linear, terutama dalam

memahami soal, mengubah soal ke model matematika, dan melakukan perhitungan (Rosidah et al., 2022). Penelitian yang berkaitan dengan analisis kesalahan menurut kastolan menunjukkan bahwa siswa mengalami kekeliruan konsep, kesalahpahaman dalam memahami soal, dan kekeliruan hitung (Kartika Birawan et al., 2023). berdasarkan penelitian lain yang berkaitan dengan analisis kesalahan berdasarkan teori Kastalon juga menunjukkan bahwa siswa seringkali membuat kesalahan konsep, kesalahan penafsiran soal, serta kesalahan dalam perhitungan matematis (Hasanah et al., 2023).

Kesalahan merupakan penyimpangan yang dilakukan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang telah ditetapkan sebelumnya (Mauliandri & Kartini, 2020). Kesalahan merupakan sebuah penyimpangan atau perubahan dari apa yang dianggap sebagai kebenaran atau apa yang telah disetujui sebelumnya (Ruslianti & Firmansyah, 2024). Kesalahan adalah sesuatu hal yang tidak sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan sebelumnya (Haryanti Dahlan, Sitti Rahmah Tahir, 2021). Maka dapat disimpulkan bahwa kesalahan merupakan penyimpangan yang dianggap sebagai kebenaran yang tidak sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan sebelumnya. Kesalahan kastalon terdiri atas kesalahan konseptual, kesalahan prosedural, dan kesalahan Teknik (Kartini, 2023).

Kesalahan konseptual adalah kesalahan pada konsep matematika, kesalahan prosedural adalah kesalahan dalam Langkah-langkah penyelesaian, dan kesalahan Teknik adalah kesalahan karena salah dalam perhitungan (Sitorus et al., 2025). Oleh karena itu peneliti ingin menganalisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah program linear yang berakitan dengan metode simpleks. Sehingga dapat mengetahui kesalahan dan factor penyebab kesalahan itu terjadi maka, paada penelitian ini penulis menulis artikel dengan judul analisi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah program linear berdasarkan teori kastalon.

B. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada prodi pendidikan matematika universitas Pattimura Pendidikan diluar kampus utama kabupaten Maluku Barat Daya (PSDKU MBD) melalui perkuliahan secara online via zoom. Waktu penelitian mulai dari 5

September 2025 sampai 17 Oktober 2025. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif. Penelitian ini bertujuan memahami secara mendalam kesalahan yang dilakukan mahasiswa dan factor penyebabnya. Data disajikan dalam bentuk deskriptif yaitu mendeskripsikan setiap kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa. Kesalahan dideskripsikan berdasarkan teori kastolan secara akurat dan lengkap dalam konteks penyelesaian soal mata kuliah program linear khususnya materi metode simpleks. Metode ini dilakukan secara cermat dan mendalam.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan tes tertulis dan wawancara. Tes tertulis dilakukan untuk melihat letak kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa. Wawancara dilakukan untuk mengidentifikasi jenis kesalahan dan factor penyebab kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa. Teknik analisis data yang dilakukan meliputi reduksi data, penyeajian data, dan penarikan Kesimpulan.

Subjek penelitian adalah 3 mahasiswa mata kuliah program linear yang dipilih secara acak. Subjek dipilih berdasarkan subjek yang memiliki nilai rata-rata tugas tinggi, sedang, dan rendah. Kriteria subjek lainnya adalah mahasiswa yang aktif mengerjakan tugas dan mengikuti perkuliahan program linear khususnya pada materi metode simpleks. Instrumen utama pada penelitian ini terdiri dari 4 soal yang diselesaikan dengan menggunakan metode simpleks. Penyelesaian soal ang terdiri dari 4 tersebut akan dianalisis kesalahan berdasarkan teori kastolan. Berikut adalah table yang berisi klasifikasi kesalahan dan indictor dari setiap kesalahan berdasarkan teori kastolan.

Tabel 1. Indikator Kesalahan Kastalon

No.	Jenis Kesalahan	Indikator
1.	Kesalahan Konseptual	Mahasiswa gagal menentukan bentuk baku dari suatu fungsi tujuan dan fungsi kendala pada kasus maksimisasi dan minimisasi.
		Mahasiswa menentukan bentuk baku yang benar, tetapi salah dalam penggunaannya (misalnya, keliru dalam substitusi ke metode simpleks).
		Mahasiswa keliru dalam menentukan kolom kunci pada setiap kasus maksimisasi atau minimisasi.
		Mahasiswa tidak tepat dalam menemukan baris kunci mengerjakan tidak sesuai syarat pada metode simpleks.
2.	Kesalahan Prosedural	Salah dalam menentukan element kunci,
		Urutan pengerjaan soal tidak logis, melompat, atau tidak sesuai dengan prosedur baku penyelesaian.
		Tidak menyusun langkah-langkah penyelesaian sesuai prosedur penyelesaian metode simpleks atau salah dalam menentukan nilai pada baris baru melalui operasi baris elementer (OBE)
		Mahasiswa menghentikan langkah penyelesaian sebelum mencapai solusi yang optimal.
3.	Kesalahan Teknik	Kesalahan dalam operasi baris elementer yang berkaita dengan perkalian dan pengurangan pecahan
		Kesalahan mengurangkan pecahan negative
		Hasil akhir yang dituliskan keliru, meskipun langkah-langkah proseduralnya mungkin sudah benar.
		Mahasiswa melakukan kesalahan karena terburu-buru, tidak fokus, atau tidak mengecek kembali hasil hitungannya.

(Sitorus et al., 2025)

C. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut dipaparkan hasil perhitungan persentase kesalahan yang dialami mahasiswa dalam menyelesaikan masalah kontekstual pada materi metode simpleks berdasarkan hasil tes yang ditinjau dari masing-masing kesalahan menurut tahapan Kastolan sebagai berikut.

Tabel 2. Persentase Kesalahan Mahasiswa Pada Setiap Kesalahan

Nomor Soal	Banyak Mahasiswa yang Melakukan Kesalahan		
	Konseptual	Prosedural	Teknikal
1	0	2	12
2	0	3	0
3	12	0	1
4	12	0	0
Jumlah	24	5	13
Presentasi	57,14%	11,90%	30,95%

Berdasarkan hasil perhitungan persentase kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada setiap jenis kesalahan pada tabel 1. dapat dilihat bahwa jenis kesalahan yang paling sering dilakukan oleh siswa dalam mengerjakan soal yang berkaitan dengan kasus maksimisasi untuk nomor 1 dan 2 dan minimisasi untuk nomor 3 dan 4 pada materi pokok metode simpleks adalah kesalahan konseptual sedangkan kesalahan terkecil terjadi pada kesalahan prosedural. Untuk mengetahui penyebab kesalahan yang terjadi dilakukan wawancara dan analisis hasil angket dengan 3 subjek penelitian, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut. Subjek 1 adalah subjek dengan nilai rata-rata tugas tinggi dengan kode ST, subjek 2 adalah subjek dengan nilai rata-rata tugas sedang dengan kode SS, dan subjek 3 adalah subjek dengan nilai rata-rata tugas rendah dengan kode SR.

Subjek 1 (ST)

Berdasarkan hasil penelitian ST melakukan kesalahan konseptual dan kesalahan teknis. pada kasus minimisasi pada nomor 3 dan 4 ST melakukan kesalahan konseptual yaitu tidak tepat dalam penulisan bentuk baku fungsi tujuan. Berikut kesalahan yang dilakukan oleh ST.

3. Min $Z = 2x_1 - 5x_2$
Ck $3x_1 + 8x_2 \leq 12$
 $2x_1 + 3x_2 \leq 6$
 $x_1, x_2 \geq 0$
Mak $Z = -2x_1 - 5x_2$

4. Min $Z = -3x_1 + 8x_2$
Ck $4x_1 + 3x_2 \leq 12$
 $2x_1 + 3x_2 \leq 6$
 $x_1, x_2 \geq 0$
Mak $Z = 3x_1 - 8x_2$

Gambar 1. Jawaban ST Pada Soal Nomor 3 dan Nomor 4

Pada soal ini yang permasalahannya adalah menentukan kasus minimisasi sehingga dalam mensubstitusikan fungsi tujuan ke tabel simpleks tidak tepat sehingga menyebabkan kesalahan konseptual. Kesalahan pada soal nomor 3 dan 4 yaitu kesalahan dalam mengubah bentuk baku. Pada soal nomor 3 fungsi tujuan pada kasus min yang ingin diubah ke max dalam bentuk baku seharusnya dikali dengan -1 sehingga menjadi $-Z_{\max} = 2x_1 - 5x_2$. Adapun bentuk baku yang tetap ingin diminimumkan akan menjadi $Z_{\min} -2x_1 + 5x_2 = 0$. Kesalahan konsep ini menyebabkan kesalahan pada jawaban akhir. Pada soal nomor 4 harusnya fungsi tujuannya menjadi $-Z_{\max} = -3x_1 + 8x_2$.

Berikut hasil wawancara dengan ST yang berkaitan dengan kesalahan konseptual.

- P : Perhatikan soal nomor 3 dan 4 apa yang diketahui dan ditanyakan pada kasus metode simpleks?
- ST : Elemen yang diketahui terdiri dari fungsi tujuan, kendala, variabel keputusan. Elemen yang ditanyakan terdiri dari nilai optimal dari variabel keputusan, nilai optimal dari fungsi tujuan, variabel slack/surplus/artificial.
- P : Setelah mengetahui apa yang ditanyakan apa langkah selanjutnya yang kamu lakukan?
- ST : Membuat bentuk standard atau bentuk baku pada fungsi tujuan dan fungsi kendala.
- P : Perhatikan nomor 3 dan nomor 4 fungsi tujuan mengapa fungsi tujuan dibuat dalam bentuk maksimisasi?
- ST : Saya mengubah fungsi tujuan ke bentuk maksimisasi karena menurut saya lebih mudah jika diubah dalam bentuk maksimisasi.
- P : Bagaimana cara mengubah ke dalam bentuk maksimisasi?
- ST : Caranya yaitu dengan memperhatikan simbolnya jika tanda awalnya berbentuk positif maka berubah menjadi negatif begitupun sebaliknya.
- P : Apakah z juga berubah jadi negatif atau tetap positif?
- ST : Z tetap positif
- P : Bukannya jika kamu ingin mengubah bentuk maksimisasi ke minimisasi harusnya semua persamaan pada fungsi tujuan dikali dengan -1 ?
- ST : Iya saya lupa. Seharusnya z dalam bentuk $-z$ tetapi di jawaban saya tetap negatif.

Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan bahwa ST kurang tetap dalam menuliskan bentuk baku. Namun, langkah-langkah dan hasil akhirnya sudah tepat dalam menentukan penyelesaian optimal. Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara dengan ST maka diperoleh bahwa ST lupa dan tidak memahami konsep dengan baik ST hanya mengubah negatif menjadi positif begitupun sebaliknya. ST tidak memahami bahwa jika dari kasus minimisasi diubah ke kasus maksimisasi seharusnya fungsi tujuan dikalikan dengan -1 .

Kesalahan Teknik

Berdasarkan hasil penelitian ST melakukan kesalahan teknik pada soal nomor 1 pada kasus maksimisasi jenis kesalahan yang dilakukan adalah kesalahan teknik berupa pengurangan pecahan yang menyebabkan x_1 pada nilai optimal tidak tepat.

Varabel dasar	x_1	x_2	S_1	S_2	Baris
x_2	0	1	$5/19$	$-3/19$	$45/19$
x_1	1	$2/5$	0	$1/5$	2
z	0	-2	0	3	10

Baris x_1 : Kurangi baris x_1 dengan $(2/5)$ kali baris x_2 .

Baris z : Tambahkan baris z dengan baris x_2 .

Varabel dasar	x_1	x_2	S_1	S_2	Baris
x_2	0	1	$5/19$	$-3/19$	$45/19$
x_1	1	0	$-2/19$	$5/19$	$10/19$
z	0	0	$10/19$	$16/19$	$235/19$

Solusi optimal :
 $x_1 = 10/19$
 $x_2 = 45/19$
 $z = 235/19 \approx 12.37$

Gambar 2. Kesalahan Teknik Pada Soal Nomor 1

Berdasarkan jawaban ST terlihat ST melakukan kesalahan teknik pada soal nomor 1. ST yaitu salah dalam menghitung pengurangan pecahan dalam menentukan baris baru pada baris x_1 yang menyebabkan mahasiswa tersebut salah dalam menentukan solusi yang optimal pada nilai x_1 .

Berikut hasil wawancara dengan ST yang berkaitan dengan kesalahan teknik.

- P : Perhatikan pekerjaanmu pada soal nomor 1. Apakah solusinya sudah optimal?
- ST : Iya sudah.
- P : Apa syarat penyelesaian sudah optimal?
- ST : Ketika nilai pada baris z bernilai positif karena kasus maksimisasi
- P : Bagaimana caramu menentukan nilai x_1 ?
- ST : Kurangi x_1 yang lama dengan $2/5$ kali baris kunci baru.
 Baris Baru = Baris Lama - (Koefisien pada Kolom Kunci x Baris Kunci Baru)
- P : $10/19$ kamu peroleh dari mana?
- ST : $45/19 \times 2$ jadi $18/19$. Kemudian $2 - 18/19$ menjadi $10/19$
- P : Apakah kamu sudah mengecek penguranganmu? Coba kamu hitung Kembali hasil penguranganmu!
- ST : Tidak karena saya terburu-buru mengerjakannya. Salah seharusnya $20/19$

Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan bahwa ST kurang tetap dalam menuliskan nilai optimal pada x_1 . Langkah-langkah sudah tepat dalam menentukan penyelesaian optimal. Namun, masih keliru dalam pengurangan pecahan. Sehingga penyelesaian optimal pada x_1 tidak tepat. Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara dengan ST maka diperoleh bahwa ST terlalu terburu-buru sehingga keliru dalam menentukan solusi optimal.

Subjek 2 (SS)

Berdasarkan hasil penelitian SS melakukan kesalahan konseptual dan kesalahan teknik. pada kasus minimisasi pada nomor 3 dan 4 subjek SS melakukan kesalahan konseptual yaitu tidak tepat dalam menentukan kolom pivot pada kasus minimisasi pada metode simpleks. Berikut kesalahan yang dilakukan oleh SS.

U/D	u_1	u_2	s_1	s_2	solusi
s_1	$\frac{1}{6}$	1	$\frac{1}{6}$	0	$\frac{3}{2}$
s_2	$\frac{1}{6}$	0	$-\frac{5}{6}$	1	$\frac{3}{2}$
Z	$\frac{11}{6}$	0	$\frac{5}{6}$	0	$\frac{19}{2}$

langkah kedua ada lagi. nilai negatif pada baris Z' solusi sudah optimal.

Optimal. $u_1 = 0$ $u_2 = 7,5$

$u_2 = \frac{3}{2} = 1,5$

Gambar 3. Kesalahan Konseptual Pada Soal Nomor 3 dan Nomor 4

Pada kasus minimisasi yang diubah ke kasus maksimisasi maka nilai z berubah menjadi $-z$ dan akan menghasilkan solusi optimal dalam bentuk negatif. Pada nomor 3 seharusnya $-z$ sehingga penyelesaian optimal $z = -7,5$ dan pada nomor 4 seharusnya z menjadi $-z$ sehingga penyelesaian optimal pada $z = -9$.

Berikut Transkrip hasil wawancara dengan SS yang berkaitan dengan kesalahan konseptual

- P : Perhatikan soal nomor 3 dan 4 apa yang diketahui dan ditanyakan pada kasus metode simpleks?
- SS : Diketahui terdiri dari fungsi tujuan dan fungsi kendala.
Ditanyakan terdiri dari nilai optimal
- P : Setelah mengetahui apa yang ditanyakan apa langkah selanjutnya yang kamu lakukan?
- SS : Membuat bentuk standard atau bentuk baku pada fungsi tujuan dan fungsi kendala.
- P : Perhatikan nomor 3 dan nomor 4. Kasus pada nomor 3 dan 4 adalah kasus minimisasi apakah kamu ubah ke dalam bentuk maksimisasi?
- SS : Saya mengubah fungsi tujuan ke bentuk maksimisasi karena menurut saya lebih mudah jika diubah dalam bentuk maksimisasi.
- P : Apakah nilai z pada kasus minimisasi yang diubah ke maksimisasi bernilai positif?
- SS : Iya bernilai positif.
- P : Apakah Ketika kasus minimisasi yang dimaksimumkan variable basis pada z tetap bernilai positif?
- SS : Z tetap positif
- P : Jadi berapa nilai z pada soal nomor 3 dan 4?

SS : Jadi nilai z pada nomor 3 adalah 1,5 dan nomor 4 yaitu 9

Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan bahwa SS kurang tetap dalam menuliskan nilai optimal pada Z . Langkah-langkah sudah tepat dalam menentukan penyelesaian optimal. Namun, masih keliru dalam menentukan nilai z yang harusnya nilai z diubah dalam bentuk negatif. Karena bentuk baku pada fungsi tujuan tidak tepat maka hasil akhir menjadi tidak tepat. Sehingga penyelesaian optimal pada z tidak tepat. Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara dengan ST maka diperoleh bahwa ST keliru dalam menentukan bentuk baku sehingga berpengaruh pada solusi optimal.

Kesalahan Teknik

Berdasarkan hasil penelitian SS melakukan kesalahan teknik pada soal nomor 1 pada kasus maksimisasi jenis kesalahan yang dilakukan adalah kesalahan teknik berupa pengurangan pecahan yang menyebabkan x_1 pada nilai optimal tidak tepat.

Varabel dasar	x_1	x_2	S_1	S_2	Right
x_2	0	1	$\frac{1}{10}$	$-\frac{3}{10}$	$\frac{40}{10}$
x_1	1	0	$\frac{3}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{16}{10}$
z	0	0	$-\frac{3}{10}$	$-\frac{1}{10}$	$\frac{240}{10}$

Baris x_2 : Baris x_2 dengan $(\frac{1}{10})$ baris x_1 : Baris x_1 :
 Baris z : Baris z dengan Baris x_2 :

Varabel dasar	x_1	x_2	S_1	S_2	Right
x_2	0	1	$\frac{1}{10}$	$-\frac{3}{10}$	$\frac{40}{10}$
x_1	1	0	$\frac{3}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{16}{10}$
z	0	0	$-\frac{3}{10}$	$-\frac{1}{10}$	$\frac{240}{10}$

Solusi Optimal :
 $x_1 = \frac{16}{10}$
 $x_2 = \frac{40}{10}$
 $z = \frac{240}{10} = 24$ ST.

Gambar 4. Kesalahan Teknik Pada Soal Nomor 1

Berdasarkan jawaban SS terlihat SS melakukan kesalahan teknik pada soal nomor 1. SS yaitu salah dalam menghitung pengurangan pecahan dalam menentukan baris baru pada baris x_1 yang menyebabkan mahasiswa tersebut salah dalam menentukan solusi yang optimal pada nilai x_1 .

Berikut transkrip hasil wawancara SS yang berkaitan dengan kesalahan teknik.

- P : Perhatikan solusi optimal yang kamu peroleh pada soal nomor 1? Apakah solusinya sudah optimal?
- SS : Iya sudah optimal.
- P : Apa syarat dikatakan solusi itu optimal?
- SS : Semua nilai z positif karena kasus maksimisasi.
- P : Bagaimana caramu menentukan nilai pada baris x_1 ?
- SS : Kurangi x_1 yang lama dengan $2/5$ kali baris kunci baru.
Baris Baru = Baris Lama - (Koefisien pada Kolom Kunci x Baris Kunci Baru)
- P : $10/19$ kamu peroleh dari mana?
- SS : $45/19 \times 2$ jadi $18/19$. Kemudian $2 - 18/19$ menjadi $10/19$
- P : Apakah kamu sudah mengecek penguranganmu?
- SS : Sudah
- P : Apakah jawabannya $10/19$?
- SS : Sebentar. (Mencoba mengecek jawabannya)
- P : Bagaimana apakah sudah tepat?
- SS : Salah seharusnya $20/19$

Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan bahwa ST kurang tetap dalam menuliskan nilai optimal pada x_1 . Langkah-langkah sudah tepat dalam menentukan penyelesaian optimal. Namun, masih keliru dalam pengurangan pecahan. Sehingga penyelesaian optimal pada x_1 tidak tepat. Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara dengan ST maka diperoleh bahwa ST terlalu terburu-buru sehingga keliru dalam menentukan solusi optimal.

Subjek 3 (SR)

Kesalahan Prosedural

Berdasarkan hasil penelitian SR melakukan kesalahan prosedural dan kesalahan teknik. pada kasus minimisasi pada nomor 1 dan 2. SR melakukan kesalahan konseptual yaitu tidak tepat dalam menentukan kolom pivot pada kasus minimisasi pada metode simpleks. Berikut kesalahan yang dilakukan oleh SR.

Soal 1: Maksimalkan $Z = 5x_1 + 3x_2$ dengan kendala $x_1 + 2x_2 \leq 10$ dan $2x_1 + 3x_2 \leq 12$.
 Solusi: $x_1 = 0, x_2 = 5$ atau $x_1 = 4, x_2 = 0$.
 Nilai maksimum $Z = 15$ atau $Z = 12$.
 Jadi, nilai maksimum Z adalah 15.

Soal 2: Maksimalkan $Z = 100x_1 + 150x_2$ dengan kendala $x_1 + 2x_2 \leq 10$ dan $2x_1 + 3x_2 \leq 12$.
 Langkah 1: $x_1 + 2x_2 = 10$ dan $2x_1 + 3x_2 = 12$.
 Langkah 2: $x_1 = 10 - 2x_2$.
 Substitusikan ke kendala 2: $2(10 - 2x_2) + 3x_2 \leq 12$.
 $20 - 4x_2 + 3x_2 \leq 12$.
 $20 - x_2 \leq 12$.
 $-x_2 \leq -8$.
 $x_2 \geq 8$.
 Jadi, nilai maksimum Z adalah 1000.

Gambar 5. Kesalahan Prosedural Pada Soal Nomor 1 dan Nomor 2

Berdasarkan hasil pekerjaan SR melakukan kesalahan prosedural. Pada soal nomor 1 kasus maksimisasi SR melakukan kesalahan prosedural karena SR tidak menyusun langkah-langkah penyelesaian sesuai prosedur penyelesaian metode simpleks atau salah dalam menentukan nilai pada baris baru melalui operasi baris elementer (OBE). SR menggunakan metode grafik. Solusi yang diperoleh benar hanya saja penyelesaian yang dilakukan tidak sesuai instruksi sehingga diklasifikasikan dalam kesalahan prosedural. Pada soal nomor 2 kasus maksimisasi SR hanya melakukan iterasi awal. SR tidak melanjutkan penyelesaian hingga iterasi 2. SR menghentikan langkah penyelesaian sebelum mencapai solusi yang optimal.

Transkrip hasil wawancara dengan SR pada kesalahan prosedural

- P : Perhatikan soal nomor 1 apa yang diketahui dan ditanyakan pada soal tersebut?
- SR : Diketahui yaitu fungsi tujuan dan fungsi kendala
 Ditanyakan nilai optimal pada kasus maksimisasi
- P : Apa yang kamu lakukan untuk menyelesaikan prosedur tersebut?
- SR : Menentukan titik potong pada setiap pertidaksamaan.
- P : Setelah itu apa yang kamu lakukan?
- SR : Mensubstitusikan nilai setiap fungsi pada fungsi tujuan.
- P : Mengapa kamu tidak menyelesaikan menggunakan metode simpleks.
- SR : Metode grafik lebih mudah digunakan pada soal nomor 1.
- P : Apa perintah pada soal?
- SR : Menyelesaikan kasus maksimisasi dengan metode simpleks.
- P : Perhatikan soal nomor 2 langkah apa yang kamu lakukan?

- SR : Langkah pertama membuat dalam bentuk baku kemudian disubstitusikan ke dalam tabel simpleks.
P : Setelah disubstitusikan langkah apa lagi yang kamu lakukan?
SR : Menentukan $x_1 = 10$, $x_2 = 0$ dan $z = 850000$.
P : Mengapa pada jawabanmu tidak ada proses iterasi?
SR : Karena jawabannya sudah optimal
P : Dari mana kamu peroleh $x_1 = 10$
SR : (Diam tanpa jawaban)

Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan bahwa SR pada nomor 1 tidak menyelesaikan solusi optimal menggunakan metode simpleks. Pada nomor 2 SR tidak melanjutkan pada solusi yang optimal. SR menuliskan nilai optimal pada Z. Langkah-langkah sudah tepat dalam menentukan penyelesaian optimal. SR menghentikan langkah penyelesaian sebelum mencapai solusi yang optimal.

Kesalahan Teknik

Berdasarkan hasil penelitian SR melakukan kesalahan teknik pada soal nomor 3 pada kasus maksimisasi jenis kesalahan yang dilakukan adalah kesalahan teknik berupa penggunaan tanda negatif pada solusi di fungsi tujuan z seharusnya - $z' = 7,5$ bukan 7,3 sehingga $z = -7,5$. Hal ini, yang menyebabkan z pada nilai optimal tidak tepat.

basic	x_1	x_2	s_1	s_2	RHS
x_2	$3/8$	1	$1/8$	0	$3/2$
s_2	$7/8$	0	$-1/8$	1	$3/2$
z'	$31/8$	0	$5/8$	0	$15/2$

dari bentuk tabel diatas kita dapatkan

$x_1 = 0$

$x_2 = \frac{3}{2} = 1.5$

$z' = \frac{15}{2} = 7.5$

Cari nilai minimum dari z, maka

$z = -z' = -7.5$

Jadi solusi optimal adalah:

$x_1 = 0$

$x_2 = 1.5$

$z = 7.5$

Gambar 6. Kesalahan Teknik Pada Soal Nomor 3

Berdasarkan hasil pekerjaan terlihat SR melakukan kesalahan teknik pada soal nomor 3. SR yaitu salah dalam solusi optimal pada fungsi tujuan z yang seharusnya -7,5 karena merupakan kasus minimisasi sehingga jika fungsi tujuan di ubah ke maksimisasi maka penyelesaiannya harus diubah menjadi negatif. Fungsi

tujuan dan $Z_{\min}$ menjadi $-Z_{\max}$. Oleh karena itu, pada solusi optimal nilai pada z menjadi negatif.

- P : Perhatikan solusi optimal yang kamu peroleh pada soal nomor 3? Apakah solusinya sudah optimal?
- SR : Iya sudah optimal.
- P : Apa syarat dikatakan solusi itu optimal?
- SR : Semua nilai z positif karena kasus maksimisasi.
- P : Bagaimana caramu menentukan nilai pada baris x_1 ?
- SR : Baris Baru = Baris Lama - (Koefisien pada Kolom Kunci $\times$ Baris Kunci Baru)
- P : Mengapa $z = -z = 7,3$ apa maksudnya?
- SR : Saya keliru itu harusnya 7,5
- P : Lalu mengapa pada solusi optimal tidak ada lagi $-z$?
- SR : Karena $-z = z$

Berdasarkan hasil wawancara menunjukkan bahwa SR kurang tetap dalam menuliskan nilai optimal pada Z . Langkah-langkah sudah tepat dalam menentukan penyelesaian optimal. Namun, masih keliru dalam menentukan nilai z yang harusnya nilai z diubah dalam bentuk negatif. Karena bentuk baku pada fungsi tujuan tidak tepat maka hasil akhir menjadi tidak tepat. Sehingga penyelesaian optimal pada z tidak tepat. Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara dengan SR maka diperoleh bahwa SR keliru dalam menentukan bentuk baku sehingga berpengaruh pada solusi optimal.

Pembahasan

Kesalahan konseptual terjadi pada kasus minimisasi yaitu subjek tidak tepat dalam mengubah fungsi tujuan ke bentuk baku sehingga tidak tepat dalam menentukan solusi optimal. Subjek mengubah fungsi tujuan pada kasus masimisasi namun tidak menuliskan $(-z)$ pada fungsi tujuan. Sehingga solusi optimal pada z tidak menghasilkan negatif. Kesalahan ini terjadi akibat tidak teliti membaca soal dan masih belum memahami konsep dengan tepat. Pada kasus minimisasi tidak tepat dalam mensubtitusikan fungsi tujuan pada tabel simpleks. Kesalahan konseptual adalah kesalahan yang paling sering terjadi (Rahmah et al., 2020). Pada penelitian ini kesalahan konseptual adalah kesalahan paling dominan.

Kesalahan prosedural terjadi pada kasus maksimisasi subjek tidak menyelesaikan kasus sesuai dengan intruksi soal walaupun jawabannya tepat

namun, tidak menyelesaikan soal berdasarkan metode simpleks. Subjek menyelesaikan soal menggunakan metode grafik yang seharusnya diselesaikan dengan menggunakan cara metode simpleks. Pada soal nomor 2 kasus maksimisasi SR hanya melakukan iterasi awal. SR tidak melanjutkan penyelesaian hingga iterasi 2. SR menghentikan langkah penyelesaian sebelum mencapai solusi yang optimal. Mahasiswa lebih memilih mengisi jawaban akhir dibandingkan menuliskan jawaban secara prosedural (Ayu et al., 2024).

Kesalahan teknik terjadi pada kasus maksimisasi subjek terjadi akibat kesalahan dalam perhitungan subjek tidak teliti dalam melakukan perkalian dan pengurangan pecahan sehingga tidak tepat dalam menentukan solusi optimal. Nilai z atau fungsi tujuan pada solusi optimal tidak tepat pada kasus minimisasi hasil dari nilai z yaitu bernilai positif seharusnya nilai optimal pada z bernilai negatif. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Ayu et al., 2024) yang menyatakan bahwa mahasiswa malas mengoreksi kembali jawaban sebelum dikumpul dan mahasiswa kurang konsentrasi dalam menghitung.

Adapun penyebab subjek melakukan kesalahan konseptual terjadi akibat subjek tidak memperhatikan dengan baik bentuk baku fungsi tujuan dalam memaksimumkan kasus minimisasi sehingga jawabannya tidak tepat. Kesalahan prosedural terjadi akibat subjek tidak membaca intruksi soal dengan baik dan tidak melanjutkan penyelesaian metode simpleks ke tahap iterasi. Kesalahan teknis terjadi akibat terlalu terburu-buru dalam menyelesaikan soal dan tidak mengecek kembali jawabannya dan penggunaan tanda positif yang seharusnya diubah dalam bentuk negatif karena penyelesaian awal memaksimumkan kasus minimisasi.

D. Kesimpulan

Kesalahan yang dilakukan subjek 1 (ST) adalah kesalahan konseptual dan kesalahan teknis. Kesalahan konseptual terjadi dalam memaksimumkan kasus minimisasi dan kesalahan teknis terjadi kesalahan perhitungan dalam pengurangan pecahan pada baris lama dan baris baru dikali koefisien kolom kunci. Kesalahan ini terjadi akibat ST terlalu terburu-buru dalam menyelesaikan kasus maksimisasi. Kesalahan yang dilakukan subjek 2 (SS) adalah kesalahan konseptual dan teknis. Kesalahan konseptual terjadi dalam mengubah fungsi tujuan ke dalam

bentuk baku dalam kasus minimisasi yang dimaksimumkan. Kesalahan teknis terjadi akibat terlalu terburu-buru dan tidak tepat dalam mengurangi pecahan. Kesalahan yang dilakukan subjek 3 (SR) adalah kesalahan prosedural dan kesalahan teknis. Kesalahan prosedural terjadi karena subjek SR tidak menyelesaikan menggunakan langkah-langkah metode simpleks dan pada soal yang SR menghentikan penyelesaian sebelum mencapai optimal. Kesalahan teknis terjadi karena SR tidak memperhatikan setiap tanda positif atau negatif pada solusi kasus minimum yang dimaksimumkan. Secara keseluruhan, kesalahan yang banyak dilakukan oleh setiap mahasiswa adalah kesalahan konseptual.

Daftar Pustaka

- Ayu, M. P., Bouk, Y. M., & Popo, A. T. (2024). Analisis Kesalahan Mahasiswa Pada Sistem Persamaan Linear Dengan Operasi Baris Elementer Kelas Aljabar Linear Dan Matriks. *Jurnal Jendela Pendidikan*, 4(03), 301–309. <https://doi.org/10.57008/jjp.v4i03.810>
- Haryanti Dahlan, Sitti Rahmah Tahir, U. M. (2021). Dalam Menyelesaikan Masalah Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (Spldv) Berdasarkan. *Journal of Natural Science and Technology ADPERTISI*, 1(1), 40–53.
- Hasanah, R., Yuanita, P., Saragih, S., & Roza, Y. (2023). 10.47435/jtmt.v4i02.1975 Analysis Of Student Errors On Algebraic Form Material Based On Kastolan. *JTMT: Journal Tadris Matematika*, 4(02), 190–196. <https://doi.org/10.47435/jtmt.v4i02.1975>
- Kartika Birawan, Amira Prameswati, Muhammad Gefika Abdulrafi, Siti Raina Az Zahra, & Ahmad Fu'adin. (2023). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Sistem Persamaan Linear Dua Variabel Di Tingkat Smp. *Atmosfer: Jurnal Pendidikan, Bahasa, Sastra, Seni, Budaya, Dan Sosial Humaniora*, 1(1), 34–42. <https://doi.org/10.59024/atmosfer.v1i1.29>
- Kartini, M. A. Z. (2023). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal operasi hitung pecahan aljabar menurut teori Kastolan. *Peningkatan Kinerja Dosen Melalui Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 243–257.
- Mauliandri, R., & Kartini, K. (2020). Analisis Kesalahan Siswa Menurut Kastolan Dalam Menyelesaikan Soal Operasi Bentuk Aljabar Pada Siswa Smp. *AXIOM: Jurnal Pendidikan Dan Matematika*, 9(2), 107. <https://doi.org/10.30821/axiom.v9i2.7687>
- Mimi Nur Hajizah, & Ellis Salsabila. (2024). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Masalah Geometri Analitik Berdasarkan Newman's Error Analysis. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(1), 191–198. <https://doi.org/10.31980/plusminus.v4i1.1749>

- Putriana, D., Harun, L., & Utami, R. E. (2024). Analisis Kesalahan Siswa Berdasarkan Tahapan Kastolan dalam Menyelesaikan Soal Materi Perpangkatan dan Bentuk Akar Ditinjau dari Gaya Kognitif Implusif. *Imajiner: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 5(5), 321–327. <https://doi.org/10.26877/imajiner.v5i5.15819>
- Rahmah, V. A., Prasetyo, A., Matematika, P., Negeri, I., Ampel, S., & Pendahuluan, A. (2020). ANALISIS KESALAHAN SISWA DALAM MEMECAHKAN MASALAH KONTEN GEOMETRI : TINJAUAN TEORI. 10, 1546–1562.
- Ramadhani, S., Ismailmuza, D., Sukayasa, S., & Meinarni, W. (2024). Analysis of Students' Errors in Solving Story Problems Based on Newman's Error Analysis (NEA) on the Subject Matter of Linear Program in View of Students' Mathematical Ability. *Prisma Sains : Jurnal Pengkajian Ilmu Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA IKIP Mataram*, 12(1), 110. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v12i1.10310>
- Rosidah, R., Minggi, I., & Audiwinanda, S. (2022). Analisis Kesalahan Siswa Introver dan Ekstrover Berdasarkan Kriteria Newman dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi Program Linear. *Issues in Mathematics Education (IMED)*, 6(1), 69. <https://doi.org/10.35580/imed32227>
- Ruslianti, T., & Firmansyah, D. (2024). Analisis Kesalahan Peserta Didik Dalam Menyelesaikan Soal Cerita. *Laplace : Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 223–235. <https://doi.org/10.31537/laplace.v7i1.1798>
- Sitorus, G. E., Sibarani, K., Samosir, M. I., Manurung, H. C., & Simanullang, M. C. (2025). Analisis Kesalahan Mahasiswa Pendidikan Matematika Dalam Menyelesaikan Soal Deret Tak Hingga Berdasarkan Teori Kastolan. *Mandalika Mathematics and Educations Journal*, 7(2), 343–355. <https://doi.org/10.29303/jm.v7i2.8970>
- Utari, N. P. R., Wibawa, K. A., & Wena, I. M. (2024). Analisis Kesalahan Berdasarkan Tahapan Kastolan dalam Menyelesaikan Masalah Kontekstual pada Soal Trigonometri. *Kognitif: Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 4(1), 161–173. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v4i1.1355>
- Wulandari, N. P., & Lu'luilmaknun, U. (2022). Proses Pemecahan Masalah Siswa Impulsif pada Materi Program Linier. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 2(4), 1059–1071. <https://doi.org/10.29303/griya.v2i4.264>
- Yudianto, E., Dinia, L. R., Sugiarti, T., Kurniati, D., & Lestari, N. D. S. (2022). Analysis of Students' Errors in Solving Curved Face Three-Dimensional Problems Based on Kastolan'S Stage Reviewed From Field Dependent and Field Independent Cognitive Styles. *MaPan*, 10(2), 188–206. <https://doi.org/10.24252/mapan.2022v10n2a1>