

ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA BERDASARKAN PROSEDUR NEWMAN DALAM MENYELESAIKAN SOAL ALJABAR LINEAR DASAR

Fadhilah Nur Sa'diyyah¹, Syamsinar², Kalfin³

Pendidikan Matematika^{1,2}, Matematika³

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam^{1,2,3},

Universitas Negeri Makassar^{1,2,3}

fadhilah.nursadiyyah@unm.ac.id¹, syamsinar@unm.ac.id², kalfin@unm.ac.id³

Abstrak

Aljabar linear merupakan mata kuliah dasar bagi mahasiswa matematika, tetapi kesalahan pada materi determinan, vektor, dan bidang masih sering terjadi. Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan jenis dan proporsi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Ujian Akhir Semester Aljabar Linear Dasar berdasarkan prosedur Newman. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang didukung penghitungan persentase. Data berupa lembar jawaban tertulis 40 mahasiswa pada empat butir soal yang mencakup determinan matriks, komponen vektor, norma dan vektor satuan berlawanan arah, serta kesejajaran bidang. Setiap unit jawaban yang mengandung kesalahan dikodekan ke salah satu dari lima kategori Newman, yaitu membaca, memahami, transformasi, keterampilan proses, dan penulisan jawaban akhir. Hasil menunjukkan bahwa 17 dari 40 mahasiswa (42,5%) melakukan setidaknya satu kesalahan, dengan 32 unit jawaban yang mengandung kesalahan dari 320 unit jawaban (10,0%). Kesalahan transformasi paling dominan (50,0%), diikuti keterampilan proses (25,0%), pemahaman (15,6%), penulisan jawaban akhir (6,3%), dan membaca (3,1%). Kesalahan terbanyak terdapat pada penentuan vektor satuan berlawanan arah (20,0%) dan pemeriksaan kesejajaran bidang yang konstantanya berbeda (17,5%). Kesalahan tersebut umumnya berupa membalik arah vektor, tidak menyajikan vektor yang berlawanan arah, serta memasukkan konstanta ke dalam vektor normal. Selain itu, hanya satu mahasiswa yang menyebut keberimpitan pada pasangan bidang yang berimpit. Temuan ini menunjukkan perlunya penguatan pemaknaan geometris pada pembelajaran vektor dan bidang.

Kata Kunci: Analisis kesalahan, Prosedur Newman, Aljabar linear, Vektor, Kesejajaran bidang

A. Pendahuluan

Aljabar linear merupakan mata kuliah dasar bagi mahasiswa matematika karena konsep matriks, determinan, vektor, dan ruang berdimensi- n digunakan pada banyak mata kuliah lanjutan. Meskipun demikian, mata kuliah ini masih dipandang sulit oleh sebagian mahasiswa. Handayani & Noviana (2022) melaporkan bahwa

pada kuis mata kuliah aljabar linear dan matriks yang mereka teliti, 56% mahasiswa memperoleh nilai di bawah 50, sehingga kesalahan mahasiswa pada materi sistem persamaan linear perlu dideskripsikan. Saputra & Cesaria (2023) juga menganalisis kesalahan mahasiswa pada sistem persamaan linear dengan operasi baris elementer. Materi determinan, vektor, dan bidang menuntut kombinasi keterampilan prosedural, pemahaman konsep, dan kemampuan mengaitkan representasi aljabar dengan representasi geometri. Romansyah & Taqwa (2023) membandingkan kemampuan menyelesaikan soal vektor pada representasi matematis dan visual, yang menandakan bahwa bentuk representasi layak dikaji dalam pembelajaran vektor.

Analisis kesalahan membantu dosen mengetahui pada tahap mana mahasiswa mengalami hambatan ketika menyelesaikan soal. Penelitian ini menggunakan kategori kesalahan Newman (1977), yang mencakup membaca, memahami, transformasi, keterampilan proses, dan penulisan jawaban akhir. Kategori tersebut diadaptasi untuk menganalisis jejak penyelesaian tertulis pada soal determinan, vektor, dan bidang. Prosedur ini telah dipakai pada berbagai materi, antara lain pada barisan aritmatika (Auliya et al., 2025), soal pemecahan masalah matematika terapan (Irianti et al., 2024), sistem persamaan linear dua variabel (Mithia et al., 2023; Septia & Nazilah, 2023), dan bentuk aljabar (Anjarwati & Hartono, 2026; Fatih et al., 2025). Pada materi program linear, Simbolon et al. (2023) menemukan bahwa kesalahan transformasi merupakan jenis kesalahan terbanyak (55,71%), sedangkan kesalahan membaca paling sedikit (3,57%).

Penelitian terdahulu yang dibahas terutama menganalisis soal cerita dan sistem persamaan linear. Penelitian ini memperluas konteks analisis pada soal determinan, vektor, dan kesejajaran bidang yang menuntut perhitungan serta interpretasi geometris. Fokus tersebut memungkinkan identifikasi perbedaan bentuk kesalahan pada tuntutan penyelesaian yang berbeda

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan jenis dan proporsi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Ujian Akhir Semester Aljabar Linear Dasar berdasarkan prosedur Newman, serta mengidentifikasi bentuk kesalahan yang dominan dan kemungkinan penyebabnya. Hasilnya diharapkan menjadi dasar perbaikan pembelajaran materi determinan, vektor, dan bidang.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yang didukung penghitungan frekuensi dan persentase kesalahan. Data berupa lembar jawaban tertulis 40 mahasiswa Jurusan Matematika pada Ujian Akhir Semester mata kuliah Aljabar Linear Dasar yang dilaksanakan pada 6 Mei 2026 dengan alokasi waktu 60 menit. Seluruh lembar jawaban yang tersedia dianalisis tanpa pemilihan subjek khusus. Untuk menjaga kerahasiaan, identitas mahasiswa diganti dengan kode M01 sampai M40 sesuai urutan berkas.

Instrumen berupa empat butir soal uraian yang disajikan pada Tabel 1. Kunci jawaban disusun peneliti dari penyelesaian setiap butir. Pada butir 4, kolom alasan diperlakukan sebagai bagian dari jawaban.

Tabel 1. Butir Soal, Materi, dan Kunci Jawaban

Butir	Materi	Tuntutan soal	Kunci jawaban
1	Determinan	Menentukan determinan matriks 2×2 dan 3×3 dengan metode bebas	1a: -44; 1b: 0
2	Komponen vektor	Menentukan komponen vektor dari titik awal (3, 0, 4) ke titik akhir (0, 4, 4)	(-3, 4, 0)
3	Norma dan vektor satuan	Menentukan norma dan vektor satuan berlawanan arah dengan v ; (a) $v = (1, -1, 2)$, (b) $v = (-2, 3, 3, -1)$	3a: $\sqrt{6}$ dan $(-1/\sqrt{6}, 1/\sqrt{6}, -2/\sqrt{6})$; 3b: $\sqrt{23}$ dan $(2, -3, -3, 1)/\sqrt{23}$
4	Kesejajaran bidang	Memeriksa kesejajaran empat pasang bidang dan memberi alasan	4a: tidak sejajar; 4b: sejajar (tidak berimpit); 4c: tidak sejajar; 4d: sejajar (berimpit)

Setiap lembar jawaban dibagi menjadi delapan unit analisis, yaitu 1a, 1b, 2, 3 (bagian a dan b digabung), 4a, 4b, 4c, dan 4d, sehingga terdapat 320 butir jawaban dari 40 mahasiswa. Analisis mengikuti tiga langkah. Pertama, setiap jawaban dibandingkan dengan kunci jawaban. Kedua, setiap kesalahan dikodekan ke salah satu tahap Newman menggunakan indikator pada Tabel 2. Ketiga, frekuensi dan persentase kesalahan dihitung, kemudian ditarik kesimpulan. Jika satu butir mengandung beberapa kesalahan, butir tersebut dihitung satu kali dan dikodekan pada tahap paling awal yang gagal, sesuai prinsip prosedur Newman.

Tabel 2. Indikator Kesalahan Berdasarkan Prosedur Newman

Tahap Newman	Indikator kesalahan pada penelitian ini
Membaca	Salah menyalin atau membaca data soal, misalnya tanda atau angka pada matriks
Memahami	Tidak memahami apa yang diminta soal, misalnya tidak menyajikan vektor satuan berlawanan arah
Transformasi	Salah memilih atau menyusun rumus dan prosedur, misalnya arah pengurangan vektor atau memasukkan konstanta ke vektor normal
Keterampilan proses	Salah hitung, salah tanda, atau salah manipulasi aljabar meskipun rumus dipilih dengan benar
Penulisan jawaban akhir	Kesimpulan tidak sesuai dengan hasil perhitungan sendiri

Penelitian ini tidak disertai wawancara, sehingga penyebab kesalahan pada bagian pembahasan merupakan dugaan yang disusun dari jejak pengerjaan tertulis.

C. Hasil dan Pembahasan

Gambaran Umum Kesalahan

Dari 40 mahasiswa, 23 orang (57,5%) menjawab seluruh butir sesuai kunci, sedangkan 17 orang (42,5%) melakukan setidaknya satu kesalahan. Dari 320 butir jawaban ditemukan 32 kesalahan (10,0%). Tabel 3 menunjukkan bahwa kesalahan terbanyak terjadi pada butir 3 (20,0%) dan butir 4b (17,5%), sedangkan butir 4a dan 4d tidak menghasilkan kesalahan pada kesimpulan.

Tabel 3. Frekuensi Kesalahan pada Setiap Butir (n = 40)

Butir	Fokus	Frekuensi	Persentase
1a	Determinan 2×2	5	12,5%
1b	Determinan 3×3	3	7,5%
2	Komponen vektor	4	10,0%
3	Norma dan vektor satuan berlawanan arah	8	20,0%
4a	Kesejajaran bidang (tidak sejajar)	0	0,0%
4b	Kesejajaran bidang (sejajar, konstanta berbeda)	7	17,5%
4c	Kesejajaran bidang (tidak sejajar)	5	12,5%
4d	Kesejajaran bidang (sejajar dan berimpit)	0	0,0%
Total	32 dari 320 butir jawaban	32	10,0%

Berdasarkan tahapan Newman, kesalahan transformasi paling banyak ditemukan, yaitu separuh dari seluruh kesalahan, diikuti kesalahan keterampilan proses (Tabel 4). Kesalahan membaca hanya satu kali ditemukan.

Tabel 4. Distribusi Kesalahan Menurut Tahap Newman

Tahap Newman	Frekuensi	Persentase
Membaca	1	3,1%
Memahami	5	15,6%
Transformasi	16	50,0%
Keterampilan proses	8	25,0%
Penulisan jawaban akhir	2	6,3%
Total	32	100,0%

Bentuk Kesalahan pada Setiap Butir

Pada butir 1a, lima mahasiswa (12,5%) keliru. M04 dan M12 menuliskan $7 \times (-6)$ sebagai -32 sehingga memperoleh -34 ; M26 menulis $-42 - 2 = -40$; M30 menyalin elemen -6 sebagai 6 sehingga hasilnya 40 ; dan M31 menerapkan rumus yang tidak sesuai. Pada butir 1b, tiga mahasiswa (7,5%) keliru: M17 memperoleh 24 dan -42 dari ekspansi kofaktor karena kesalahan hitung, M23 mengalikan tanda kofaktor dua kali sehingga memperoleh 24 , dan M30 memperoleh -18 karena kesalahan tanda pada ekspansi. Sebagian besar mahasiswa menggunakan aturan Sarrus dan sebagian lain menggunakan ekspansi kofaktor.

Pada butir 2, empat mahasiswa (M02, M20, M30, dan M38; 10,0%) memperoleh $(3, -4, 0)$, yaitu vektor yang berlawanan dengan yang diminta, karena menukar urutan kedua titik atau membalik pengurangan koordinat. Mahasiswa lain menuliskan $(x_2 - x_1, y_2 - y_1, z_2 - z_1)$ dengan benar dan memperoleh $(-3, 4, 0)$.

Pada butir 3, semua mahasiswa menghitung norma kedua vektor dengan benar, tetapi delapan mahasiswa (20,0%) keliru pada bagian vektor satuan berlawanan arah. Lima mahasiswa tidak memenuhi tuntutan soal: M02, M10, M20, dan M30 menuliskan $v/||v||$ yang searah dengan v , sedangkan M37 tidak menuliskan vektor satuan sama sekali. Dua mahasiswa (M18 dan M31) menuliskan $-v$ tanpa membaginya dengan norma sehingga hasilnya bukan vektor satuan, dan M38 memakai rumus yang benar tetapi salah menuliskan tanda komponen.

Pada butir 4, butir 4a dijawab benar oleh seluruh mahasiswa. Kesalahan terbanyak terjadi pada butir 4b (tujuh mahasiswa, 17,5%), yaitu menyimpulkan bahwa bidang $x - 4y - 3z - 2 = 0$ dan $3x - 12y - 9z - 7 = 0$ tidak sejajar. Dua mahasiswa (M04 dan M12) menuntut agar seluruh persamaan, termasuk konstanta, merupakan kelipatan satu sama lain, sedangkan lima mahasiswa (M11, M17, M23, M29, dan M30) memasukkan konstanta ke dalam vektor normal sehingga

perbandingan komponen tidak lagi sama. Sebaliknya, M05, M09, dan M38 menjelaskan secara eksplisit bahwa konstanta yang berbeda hanya menggeser bidang tanpa mengubah arahnya. Pada butir 4c, lima mahasiswa (12,5%) keliru: M18 mengabaikan perbandingan komponen x sehingga menyimpulkan sejajar, M22 salah menentukan tanda vektor normal bidang kedua, M26 dan M28 memperoleh rasio -8 , -4 , dan -8 tetapi tetap menyimpulkan sejajar, dan M38 keliru memanipulasi persamaan sehingga menyimpulkan kedua bidang berimpit.

Butir 4d dijawab sejajar oleh seluruh mahasiswa. Karena kedua bidang melalui titik asal dan vektor normalnya sebanding, kedua bidang sebenarnya berimpit. Hanya M06 yang menyebut bahwa kedua bidang saling berimpit; mahasiswa lain hanya menyebut bahwa vektor normalnya berkelipatan. Temuan ini tidak dihitung sebagai kesalahan menurut kriteria penelitian, tetapi menunjukkan bahwa alasan yang dituliskan belum lengkap.

Pembahasan

Tingkat kesalahan secara keseluruhan relatif rendah (10,0%), tetapi kesalahan terkonsentrasi pada butir yang menuntut penalaran dan pemaknaan geometris, yaitu butir 3, 4b, dan 4c, dibandingkan butir hitung rutin. Gambaran ini berbeda dari kesulitan yang dilaporkan Handayani dan Noviana (2022) pada materi sistem persamaan linear, yang menandakan bahwa kesulitan mahasiswa bergantung pada materi dan bentuk soal. Perbandingan langsung tidak dapat dilakukan karena instrumen dan subjeknya berbeda.

Kesalahan transformasi mendominasi (50,0%), diikuti keterampilan proses (25,0%), sedangkan kesalahan membaca hanya 3,1%. Pola ini sejalan dengan temuan Simbolon et al. (2023) yang juga mendapati transformasi sebagai kesalahan terbanyak dan membaca sebagai yang paling sedikit pada materi program linear, walaupun subjek dan materinya berbeda. Artinya, mahasiswa umumnya dapat membaca dan memahami soal, tetapi belum tepat memilih dan menyusun prosedur yang sesuai.

Kesalahan arah pada butir 2 dan 3 menunjukkan bahwa pengertian vektor sebagai besaran berarah belum sepenuhnya terhubung dengan rumus. Empat mahasiswa membalik pengurangan koordinat pada butir 2, dan lima mahasiswa tidak menghasilkan vektor yang berlawanan arah pada butir 3, padahal semua

mahasiswa dapat menghitung norma dengan benar. Pola ini mengindikasikan bahwa hambatan terletak pada makna arah, bukan pada perhitungan, dan sejalan dengan perhatian Romansyah dan Taqwa (2023) pada peran representasi matematis dan visual dalam soal vektor. Dugaan ini perlu diuji lebih lanjut melalui wawancara.

Kesalahan pada butir 4b tergolong kesalahan konseptual. Mahasiswa yang menuntut seluruh persamaan berkelipatan, atau memasukkan konstanta ke vektor normal, memperlakukan kesejajaran seperti keberimpitan atau tidak membedakan komponen arah dari konstanta. Dua bidang sejajar bila vektor normalnya sebanding, sedangkan konstanta hanya menentukan apakah bidang berimpit atau terpisah. Penjelasan M05, M09, dan M38 memperlihatkan pemahaman yang dikehendaki. Temuan pada butir 4d memperkuat gambaran ini: seluruh mahasiswa menjawab sejajar, tetapi hanya satu yang memaknai keberimpitan. Prosedur membandingkan komponen vektor normal tampaknya dikuasai dengan baik, sedangkan pemaknaan geometrisnya belum.

Kesalahan keterampilan proses (25,0%) berupa salah tanda dan salah hitung pada perhitungan determinan dan perbandingan komponen vektor normal. Dua mahasiswa juga menuliskan kesimpulan yang bertentangan dengan hasil hitungnya sendiri, yang dikodekan sebagai kesalahan penulisan jawaban akhir. Kebiasaan memeriksa ulang tanda dan mencocokkan kesimpulan dengan hasil hitung dapat mengurangi kesalahan seperti ini.

Berdasarkan temuan tersebut, pembelajaran dapat (a) mengaitkan rumus komponen vektor dengan gambar vektor berarah dan meminta mahasiswa memeriksa arah hasilnya, (b) memberi tugas yang membedakan bidang sejajar tidak berimpit dan berimpit, serta (c) membiasakan pengecekan tanda pada perhitungan determinan. Penelitian ini memiliki keterbatasan: data berasal dari satu ujian, tanpa wawancara, dan dikodekan oleh satu pengode, sehingga penyebab kesalahan masih berupa dugaan dan keandalan pengodean perlu diperkuat pada penelitian berikutnya. Kunci jawaban butir 4d juga mengikuti pengertian bahwa bidang yang berimpit termasuk sejajar.

D. Kesimpulan

Dari 40 mahasiswa, 17 orang (42,5%) melakukan setidaknya satu kesalahan, dengan 32 kesalahan dari 320 butir jawaban (10,0%). Berdasarkan prosedur Newman, kesalahan terbanyak adalah transformasi (50,0%), diikuti keterampilan proses (25,0%), pemahaman (15,6%), penulisan jawaban akhir (6,3%), dan membaca (3,1%). Kesalahan terbanyak terdapat pada penentuan vektor satuan berlawanan arah (20,0%) dan pemeriksaan kesejajaran bidang yang konstantanya berbeda (17,5%).

Pembelajaran perlu menguatkan pemaknaan arah pada vektor serta pembedaan antara bidang sejajar dan berimpit. Penelitian selanjutnya dapat menambahkan wawancara dan pengodean oleh lebih dari satu penilai untuk memperkuat penjelasan penyebab kesalahan.

Daftar Pustaka

- Anjarwati, A., & Hartono, H. (2026). Analisis pemahaman konsep pada materi perkalian aljabar ditinjau dari kesalahan siswa berdasar prosedur Newman. *Mandalika Mathematics and Educations Journal*, 8(2), 1582–1599. <https://doi.org/10.29303/jm.v8i2.11753>
- 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(3), 301–309. <https://doi.org/10.57008/jjp.v4i03.810>
- Dewi, S. P., & Kartini, K. (2021). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal sistem persamaan linear tiga variabel berdasarkan prosedur kesalahan Newman. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5, 632–642.
- Fatih, F. N. A., Rejeki, S., & Sugiyanti, S. (2025). Kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita bentuk aljabar berdasarkan Newman's Error Analysis (NEA) ditinjau dari kemampuan awal. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 259–272. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v5i1.1344>
- Handayani, I., & Noviana, W. (2022). Analisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal aljabar linear dan matriks pada materi sistem persamaan linear. *Jurnal Pendidikan Glasser*, 6(1), 63–69. <https://doi.org/10.32529/glasser.v6i1.1353>
- Mithia, N. K. M. C., Wibawa, K. A., & Suwija, I. K. (2023). Analisis kesalahan berdasarkan prosedur Newman dalam menyelesaikan soal cerita SPLDV

ditinjau dari gaya belajar. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 12(1), 51–63. <https://doi.org/10.33387/dpi.v12i1.5842>

Newman, M. A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. *Victorian Institute for Educational Research Bulletin*, 39, 31–43.

Rahmatia, R., Ugi, L. E., & Lisnawati, L. (2023). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah matematika berdasarkan kriteria Newman. *Jurnal Akademik Pendidikan Matematika*, 9, 15–22. <https://doi.org/10.55340/japm.v9i1.1132>

Romansyah, T. A., & Taqwa, M. R. A. (2023). Are there differences in students' ability to solve vector problems in mathematical and visual representations? *AIP Conference Proceedings*, 2569(1).

Septia, T., & Nazilah, I. (2023). Analysis of student errors in solving SPLDV problems based on Newman's theory. *Noumerico: Journal of Technology in Mathematics Education*, 1(2), 91–97. <https://doi.org/10.33367/jtme.v1i2.4117>

Simbolon, D., Maimunah, M., Roza, Y., & Hutapea, N. M. (2023). Analisis kesalahan peserta didik menyelesaikan soal program linear berdasarkan Newman. *AXIOM: Jurnal Pendidikan dan Matematika*. <http://jurnal.uinsu.ac.id/index.php/axiom/article/view/15839>