

Analisis Kesalahan Pada Soal Cerita Geometri Analitik di Program Studi Pendidikan Matematika Ditinjau dari Teori Nolting

Rini Khomsatun¹, Granita², Erdawati Nurdin³

^{1,2,3}Program Studi Pendidikan Matematika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Suska Riau, Indonesia

Jl. HR. Soebrantas, No. 155, Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia

Korespondensi: Granita, Email: granitafc@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kontekstual pada materi lingkaran dan parabola serta faktor-faktor penyebab terjadinya kesalahan tersebut. Penelitian menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan subjek penelitian berupa 10 mahasiswa program studi Pendidikan Matematika. Data dikumpulkan melalui tes tertulis berupa dua soal esai dan wawancara dengan mahasiswa yang melakukan kesalahan fatal berdasarkan klasifikasi kesalahan matematis Nolting. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis kesalahan yang paling dominan adalah kesalahan membaca petunjuk, diikuti oleh kesalahan ceroboh, konsep, penerapan, tes, dan belajar. Faktor penyebab utama kesalahan tersebut meliputi kurangnya kemampuan mahasiswa dalam menstrukturkan informasi, kelemahan penalaran spasial, kecenderungan mengandalkan intuisi tanpa verifikasi, serta kurangnya latihan soal kontekstual dan kebiasaan memeriksa ulang hasil kerja. Penelitian ini menegaskan pentingnya peningkatan latihan soal kontekstual yang menuntut pemahaman konsep mendalam dan keterampilan menyusun informasi secara logis untuk mengurangi kesalahan dan meningkatkan pemahaman matematika mahasiswa.

Kata Kunci: *error; masalah kontekstual; Nolting*

Abstract

This study aims to determine the types of errors made by students in solving contextual problems on circle and parabola material and the factors that cause these errors. The research used descriptive qualitative method with research subjects in the form of 10 students of Mathematics Education study program. Data were collected through written tests in the form of two essay questions and interviews with students who made fatal errors based on Nolting's mathematical error classification. The results of the analysis showed that the most dominant type of error was reading the instructions, followed by careless, concept, application, test, and learning errors. The main causative factors of these errors include students' lack of ability to structure information, weakness in spatial reasoning, tendency to rely on intuition without verification, and lack of practice in contextual problems and the habit of double-checking work. This study confirms the importance of increasing practice of contextual problems that demand in-depth conceptual understanding and skills to structure information logically to reduce errors and improve students' mathematical understanding.

Keywords: *errors; contextual problems; Nolting.*

PENDAHULUAN

Geometri analitik merupakan cabang matematika yang mengintegrasikan konsep aljabar dan geometri, memungkinkan representasi bentuk-bentuk geometris melalui persamaan matematis (Halidin, 2022). Geometri mempunyai nilai penting di dalam kehidupan manusia. Menurut Brumfiel yang dikutip Susilo & Sutarto (2023) terdapat empat alasan pentingnya belajar geometri. Pertama, geometri dapat mengembangkan ketelitian logika seseorang, sehingga individu tersebut dituntut untuk teliti dan cermat. Alasan kedua, geometri diajarkan untuk mendukung aplikasi praktis dalam ilmu lain. Alasan ketiga, mempelajari geometri memberikan pemahaman tentang keindahan bentuk di sekitar kita. Alasan keempat, geometri dapat membantu seseorang memahami dan mengembangkan pemikiran ilmiah.

Namun, selama proses pembelajaran geometri, muncul tantangan besar karena banyak mahasiswa mengalami hambatan dalam memahami materi tersebut. Beragam jenis kesulitan yang dialami

berdampak pada pencapaian hasil belajar serta menghambat perkembangan kemampuan matematis yang diharapkan, seperti berpikir logis, kritis, analitis, kreatif, dan sistematis (Susilo & Sutarto, 2023). Kesulitan dalam mempelajari materi geometri tersebut, menyebabkan mahasiswa melakukan beberapa kesalahan dalam pengerjaan soal geometri analitik, diantaranya: kesalahan konsep, prosedural, dan kesalahan teknik (Ikin Sugandi et al., 2022).

Kesalahan dalam penyelesaian soal matematika sudah lama menjadi fokus penelitian pendidikan matematika. Salah satu kerangka teoritis yang komprehensif untuk menganalisis kesalahan matematis dikembangkan oleh Paul Nolting. Menurut Dr. Paul Nolting jenis kesalahan peserta didik dalam mengerjakan tes terdapat 6 jenis, yaitu kesalahan petunjuk arah (*Misread-Directions Errors*), kesalahan ceroboh (*Careless Errors*), kesalahan konsep (*Concept Errors*), kesalahan penerapan (*Application Errors*) kesalahan saat tes (*Test Taking Errors*), serta kesalahan belajar (*Study Errors*). (Nolting, 2012)

Penelitian terdahulu oleh Layyinah dkk (2024) menunjukkan bahwa analisis kesalahan dapat membantu mengungkap kesulitan belajar yang dialami oleh peserta didik dalam matematika serta memberikan saran terhadap pendidik. Sementara itu, studi yang dilakukan oleh Ulpa dkk, analisis kesalahan menggunakan teori Nolting menemukan bahwa kesalahan saat tes memiliki presentase kesalahan tertinggi sebesar 77,77% dikarenakan mahasiswa tidak terbiasa menulis kesimpulan (Ulpa et al., 2021). ecara lebih spesifik, penelitian oleh Sugandi dkk (2022) menunjukkan bahwa mahasiswa masih kerap melakukan kesalahan prosedural karena kurangnya latihan dalam mengerjakan soal yang diberikan oleh dosen. Akibatnya, mereka tidak menyelesaikan soal hingga tahap akhir atau bentuk paling sederhana, serta kurang memahami langkah-langkah yang tepat dalam menyelesaikan soal, sehingga penyelesaiannya tidak sesuai dengan prosedur atau algoritma yang seharusnya.

Meskipun terdapat beberapa penelitian mengenai kesalahan mahasiswa dalam geometri analitik, analisis komprehensif yang secara khusus meninjau kesalahan pada soal cerita geometri analitik menggunakan kerangka teori Nolting belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis-jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa Pendidikan Matematika dalam menyelesaikan soal cerita geometri analitik berdasarkan kategori kesalahan menurut teori Nolting. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pengembangan strategi pembelajaran yang lebih efektif dan remediasi yang tepat sasaran untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam bidang geometri analitik.

METHOD

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif, yang dipilih untuk menggambarkan dan menganalisis kondisi atau aktivitas secara apa adanya berdasarkan fakta. Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa ketika mengerjakan soal kontekstual pada materi lingkaran dan parabola, serta memahami faktor penyebab kesalahan tersebut. Data diperoleh dari 10 mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika, yang diambil dari kelompok 30 mahasiswa yang mengikuti tes tulis. Tes terdiri dari dua soal esai kontekstual: satu mengenai lingkaran dan satu mengenai parabola, dengan tiga variasi soal. Setelah pelaksanaan, dipilih 10 mahasiswa dengan soal yang sama, sehingga hasilnya lebih konsisten. Instrumen yang digunakan terbagi menjadi dua: tes tulis (soal esai) dan wawancara. Tes ini digunakan untuk mengumpulkan data kesalahan dalam penyelesaian soal, sedangkan wawancara mendalami faktor-faktor penyebab munculnya kesalahan tersebut. Teknik pengumpulan data meliputi analisis jawaban tes dan hasil wawancara mahasiswa. Untuk memilih peserta wawancara, peneliti menggunakan *purposive sampling*, menyeleksi mahasiswa yang melakukan kesalahan fatal menurut klasifikasi Nolting (kesalahan yang menyebabkan hasil sangat menyimpang). Karena jumlah mahasiswa yang memenuhi kriteria ini sedikit, semua yang relevan dijadikan sampel wawancara, dengan tujuan mendapatkan gambaran kondisi serupa secara menyeluruh .

Instrumen Soal

Soal 1. Gempa Bumi. Badan Metereorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) mengumumkan bahwa telah terjadi gempa yang berpusat di titik $(-1,3)$ dengan radius 15 km. Jika kota A berada pada

titik 10 km arah Barat dan 10 km arah Selatan dari pusat gempa, apakah penduduk kota A merasakan gempa tersebut?

Soal 2. Jembatan. Sebuah jembatan dibangun untuk menghubungkan tepian sebuah Sungai. Jika lebar jembatan tersebut adalah 10 meter dan tingginya dari permukaan Sungai adalah 5 meter. Dapatkah sebuah kapal dengan lebar 3 meter dan tinggi 4,5 meter melewati jembatan tersebut? (Petunjuk: asumsikan kapal sebuah persegi panjang) Paragraf harus teratur. Semua paragraf harus rata, yaitu sama-sama rata kiri dan dan rata kanan.

Tabel 1. Jenis dan indikator kesalahan menurut teori Nolting (Nolting, 2012)

No	Jenis Kesalahan	Indikator
1.	<i>Misread-Direction Errors</i> (Mi)	a) Mahasiswa salah menafsirkan soal. b) Mahasiswa tidak mampu menuliskan komponen yang diketahui dan ditanya. c) Mahasiswa tidak memahami informasi pada gambar yang tertera pada soal.
2.	<i>Careless Errors</i> (Ca)	a) Mahasiswa ceroboh saat mengerjakan soal (salah menulis satuan, salah menulis symbol, dan kurang teliti dalam operasi hitung).
3.	<i>Concept Errors</i> (Co)	a) Mahasiswa tidak mengetahui prinsip/konsep matematika yang dibutuhkan untuk pengerjaan soal (operasi hitung bilangan bulat, pecahan decimal, konsep luas segitiga). b) Mahasiswa tidak mengetahui sifat-sifat dan konsep geometri.
4.	<i>Application Errors</i> (Ap)	a) Mahasiswa mengetahui rumus-rumus geometri namun tidak dapat menerapkannya untuk pemecahan masalah pada soal.
5.	<i>Test Talking Errors</i> (Te)	a) Mahasiswa membiarkan jawaban kosong tanpa menulis apapun. b) Mahasiswa tidak dapat menyelesaikan jawaban sampai akhir c) Mahasiswa tidak dapat menyimpulkan hasil akhir.
6.	<i>Study Errors</i> (St)	a) Mahasiswa jarang melakukan latihan soal kontekstual

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Peneliti menganalisis kesalahan berdasarkan jawaban mahasiswa dengan merujuk pada indikator kesalahan dari Nolting (Nolting, 2012), yaitu dengan mengidentifikasi jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada setiap soal. Rincian bentuk kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kontekstual terkait materi bangun ruang sisi datar disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa

Mahasiswa	Jenis Kesalahan	
	Soal 1	Soal 2
M1	Co, Ap	-
M2	Mi, Co, Ap, Te, St	Mi, Ca
M3	Mi	Mi
M4	-	-
M5	Mi, Co, Ap, Te, St	Mi
M6	Mi	Mi, Ca, Ap, St
M7	Mi, Co, Ap, Te, St	Mi
M8	-	Ca, Ap, Te, St
M9	Mi, Co, Te	Mi
M10	Co, Ap, Te, St	Mi

Keterangan:

Mi : *Misread-Directions Errors* (kesalahan membaca petunjuk)

Ca : *Careless Errors* (kesalahan kecerobohan)
 Co : *Concept Errors* (kesalahan konsep)
 Ap : *Application Errors* (kesalahan penerapan)
 Te : *Test Taking Errors* (kesalahan saat tes)
 St : *Study Errors* (kesalahan belajar)

Tabel 3 menunjukkan bahwa hanya ada 1 dari 10 mahasiswa yang dapat mengerjakan soal kontekstual tanpa melakukan kesalahan. Persentase jenis kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3 terlihat bahwa jenis kesalahan yang dilakukan oleh kebanyakan mahasiswa, yaitu kesalahan membaca petunjuk.

Tabel 3. Rekap dan presentase kesalahan

Jenis Kesalahan	Banyak mahasiswa melakukan kesalahan		Total Kesalahan	Presentase kesalahan
	Soal 1	Soal 2		
Membaca petunjuk	6	7	13	65%
Kecerobohan	-	3	3	15%
Konsep	6	-	6	30%
Penerapan	5	2	7	35%
Saat tes	4	1	5	25%
Belajar	4	2	6	30%

Keterangan: Persentase kesalahan = $\frac{\text{Total kesalahan}}{\text{Jumlah kesalahan penuh}} \times 100\% = \frac{\text{Total kesalahan}}{20}$

Pembahasan

Berdasarkan analisis data yang berpedoman pada Teori Nolting serta diperkuat dengan melakukan wawancara dengan 10 mahasiswa yang bersangkutan, berikut akan dideskripsikan jenis kesalahan dan faktor penyebab mahasiswa mengalami kesalahan tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konteks dan menerapkan konsep geometri dasar.

1. *Misread-Direction Errors (Mi)* – Kesalahan Membaca Petunjuk

Kesalahan jenis ini merupakan kesalahan yang paling dominan, dengan total 13 kejadian atau 65% dari keseluruhan kesalahan. Contoh kasus pada soal 1 (gempa bumi): Mahasiswa diminta mengevaluasi apakah kota A akan merasakan gempa. Informasi yang diberikan adalah lokasi pusat gempa dalam koordinat (-1,3), dan kota A berada 10 km ke barat dan 10 km ke selatan. Banyak mahasiswa tidak mengubah informasi arah menjadi koordinat baru, atau bahkan tidak menghitung jarak sama sekali, sehingga gagal menentukan apakah kota A masuk dalam jangkauan radius gempa (15 km).

Gambar 1. Jawaban Soal 1

2) Gempa Bumi. Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mengumumkan bahwa telah terjadi gempa yg berpusat di titik (-1,3) dgn radius 15 km. Jika kota A berada pada titik 10 km arah timur dan 10 km arah selatan dari pusat gempa, apakah penduduk kota A merasakan gempa tsb

Jawab:

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

$$(x-1)^2 + (y-3)^2 = 15^2$$

$$x^2 - 2x + 1 + y^2 - 6y + 9 = 225$$

$$x^2 + y^2 - 2x - 6y + 10 = 225$$

$$x^2 + y^2 - 2x - 6y = 225 - 10$$

$$x^2 + y^2 - 2x - 6y = 215$$

Berikut adalah penggalan wawancara dengan mahasiswa 9 (M9) :

- ...
- P : *"Kenapa kamu tidak menuliskan bagian diketahui dan ditanyakan dulu di awal pengerjaan?"*
- M9 : *"Soalnya udah jelas sih, pusatnya (-1, 3), radiusnya 15, dan lokasi kota A itu 10 km ke barat dan 10 km ke selatan dari pusat. Jadi saya langsung aja pakai informasinya."*
- P : *"Baik, lalu bagaimana kamu menentukan posisi kota A itu?"*
- M9 : *"Ya, sesuai dengan yang ada di soal jaraknya itu 10 km dari pusat gempa"*
- P : *"Jadi kamu menghitung jarak antara pusat gempa dan kota A untuk memastikan apakah kota A berada dalam jangkauan gempa?"*
- M9 : *"Nggak secara pakai rumus jarak sih, saya lihat aja langsung kalau jaraknya 10 km dari pusat gempa, sedangkan radius gempanya 15 km. Artinya kota A masuk dalam jangkauan gempa"*
- ...

Dari hasil tes dan wawancara di atas dapat dilihat bahwa M9 melewati tahap awal identifikasi informasi yang penting dalam proses penyelesaian soal matematika kontekstual. Meskipun mahasiswa merasa informasi dalam soal sudah cukup jelas, seperti pusat gempa di titik (-1, 3), radius 15 km, dan posisi kota A yang berada 10 km ke barat dan 10 km ke selatan. Ia tidak menuliskan secara eksplisit bagian diketahui dan ditanyakan. Hal ini menunjukkan bahwa M9 belum memahami pentingnya menstrukturkan informasi terlebih dahulu sebagai langkah awal untuk berpikir sistematis dan logis dalam menyelesaikan soal.

Selain itu, M9 juga tidak mengonversi deskripsi posisi kota A ke dalam bentuk koordinat dalam sistem kartesius, yang seharusnya dilakukan sebelum menghitung jarak dari pusat gempa. Alih-alih menggunakan rumus jarak antar dua titik, M9 hanya mengandalkan estimasi visual dan logika intuitif, yaitu dengan menyatakan bahwa kota A berjarak "10 km dari pusat gempa" berdasarkan penurunan arah (barat dan selatan), dan langsung menyimpulkan bahwa kota A masuk dalam jangkauan radius gempa 15 km. Pendekatan ini menunjukkan adanya kekeliruan dalam memahami konsep dasar geometri koordinat serta kelemahan dalam penerapan prosedur matematis yang tepat.

Mahasiswa tampaknya mengabaikan pentingnya akurasi dan validasi jawaban melalui langkah matematis formal. Dengan tidak menggunakan rumus jarak, yakni: $\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$, M9 berisiko melakukan kesalahan dalam pengukuran, terutama jika jarak tidak simetris atau tidak tegak lurus. Walaupun dalam kasus ini jawabannya kebetulan benar (karena jarak sebenarnya memang sekitar 14,14 km < 15 km), cara penyelesaiannya tetap tidak valid secara matematis.

Lebih jauh, M9 juga tidak menunjukkan upaya untuk memverifikasi hasilnya secara simbolik, dan bahkan ketika ditanya lebih lanjut, ia tetap berpegang pada pemahaman intuitifnya. Ini mengindikasikan bahwa M9 memiliki kecenderungan untuk menyederhanakan perhitungan tanpa mempertimbangkan konsep yang mendasari soal, yang tentu dapat berakibat fatal dalam soal lain dengan struktur yang lebih kompleks.

Faktor-faktor yang diduga menjadi penyebab kesalahan M9 antara lain:

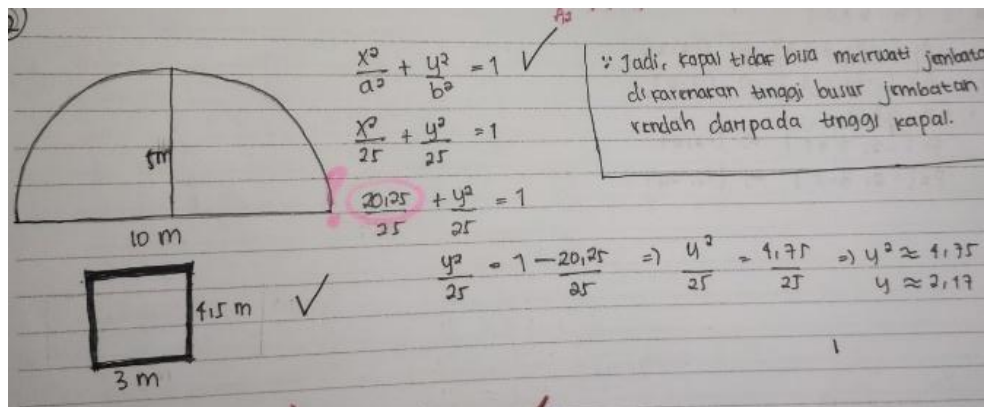
- Kurangnya kesadaran terhadap pentingnya identifikasi informasi awal dalam menyusun strategi penyelesaian soal matematika kontekstual.
- Kelemahan dalam penalaran spasial dan pemetaan posisi, yang menyebabkan mahasiswa tidak mengubah informasi arah dan jarak menjadi koordinat.
- Minimnya penguasaan terhadap prosedur perhitungan jarak dalam sistem koordinat kartesius, terutama penerapan rumus jarak antar titik.
- Terlalu bergantung pada intuisi dan penalaran informal, tanpa verifikasi melalui perhitungan matematis yang tepat.
- Kurangnya latihan dalam menyelesaikan soal-soal kontekstual yang menuntut konversi informasi verbal ke bentuk simbolik matematis, serta validasi langkah-langkah pengerjaan.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Asih dkk (2023), yang menunjukkan bahwa siswa cenderung kurang tepat dan tidak lengkap dalam menuliskan informasi yang diketahui, serta keliru dalam memahami apa yang diminta dalam soal, sehingga berdampak pada kesalahan dalam jawaban akhir yang diberikan.

2. Careless Errors (Ca) – Kesalahan Ceroboh

Kesalahan ini paling sedikit, hanya terjadi 3 kali (15%), semuanya pada soal 2.

Gambar 2. Jawaban Soal 2



Berikut adalah penggalan wawancara dengan mahasiswa 6 (M6) :

...

P : "Tadi kamu menuliskan $\frac{20,25}{25} + \frac{y^2}{25} = 1$, boleh dijelaskan kenapa kamu menggunakan angka 20,25?"

M6 : "Iya kak, karena saya pakai nilai $x = 4,5$, jadi $x^2 = 20,25$. Saya masukan ke rumus elips kayak yang diajarkan."

P : "Bagus, kamu sudah tahu pakai rumus elips. Tapi di gambar, panjang sumbu mendatarnya kan 10 meter, berarti a -nya berapa?"

M6 : "Hmm... 10 ya?"

P : "Kalau 10 itu panjang keseluruhan, berarti $a = 5$. Jadi $a^2 = 25$. Tapi kalau begitu, kamu nilai 4,5 itu benar untuk dimasukkan?"

M6 : "Waduh, berarti harusnya saya pakai $x = 1,5$ ya kak... Saya salah baca kayaknya. Saya ngambil ukuran tinggi kapal, bukan posisi lebar kapal di sumbu x . Saya kira itu yang dimaksud."

P : "Tadi kamu periksa ulang gak sebelum menyimpulkan jawabannya?"

M6 : "Enggak sih... saya buru-buru karena mikirnya udah bener. Ternyata salah ambil data ya..."

...

Berdasarkan hasil pekerjaan dan wawancara, diketahui bahwa M6 melakukan kesalahan dalam memasukkan nilai variabel x ke dalam persamaan elips. M6 seharusnya memasukkan nilai $x = 1,5$ meter, karena lebar kapal yang dimaksud dalam soal adalah 3 meter, sehingga nilai x sebagai titik tepi dari pusat ke sisi adalah setengah dari lebar kapal. Namun, M6 justru menggunakan $x = 4,5$ meter, yang merupakan tinggi kapal, bukan setengah dari lebar kapal seperti yang dibutuhkan oleh soal.

Kesalahan ini menyebabkan perhitungan menjadi tidak akurat dan mempengaruhi kesimpulan akhir. Meskipun langkah-langkah substitusi dan manipulasi aljabar dilakukan dengan benar, namun penggunaan nilai x yang keliru menjadikan seluruh proses perhitungan menjadi tidak valid secara konsep.

Berdasarkan hasil analisis terhadap tes dan wawancara dengan M6, beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab kesalahan tersebut antara lain:

1. Kesalahan memahami konteks soal, terutama dalam membedakan antara panjang dan lebar objek yang disajikan dalam gambar.
2. Kecerobohan dalam memilih data yang sesuai, di mana mahasiswa langsung menggunakan angka yang terlihat tanpa menganalisis makna geometrisnya.
3. Tidak melakukan pengecekan ulang, sehingga kesalahan kecil yang sebenarnya bisa diperbaiki, terlanjur memengaruhi keseluruhan hasil akhir.
4. Kurangnya latihan atau pembiasaan soal kontekstual berbasis visual, sehingga mahasiswa tidak terbiasa menghubungkan gambar dengan representasi matematis yang tepat.
5. Tergesa-gesa dalam mengerjakan, seperti yang diakui sendiri dalam wawancara (“tadi saya buru-buru...”), menjadi penyebab utama tidak telitnya mahasiswa dalam memasukkan nilai ke dalam rumus.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Suci dan Risma (2020) yang mengungkapkan bahwa siswa melakukan *careless errors* ketika keliru menuliskan tanda operasi yang seharusnya digunakan, sehingga menghasilkan jawaban yang tidak sesuai. Kesalahan ini tampak dari ketidaktepatan siswa dalam menuliskan kembali komponen maupun tanda operasi saat menyelesaikan soal.

3. Concept Errors (Co) – Kesalahan Konsep

Kesalahan ini muncul 5 kali (25%), semuanya terjadi pada soal 1.

Gambar 3. Jawaban Soal 1

2. Dik : * gempa yg berpusat di titik $(-1, 3)$
 * $r = 15$
 * Kota A berada pada titik 10 km arah barat dan 10 km arah selatan.
 Dit : Apakah penduduk kota A merasakan gempa tersebut?
 Dij : * $x^2 + y^2 = 15^2$
 $x^2 + y^2 = 225$
 * $-10x + -10y = 225$
 $-10(-1) + -10(3) = 225$
 $10 + (-30) = 225$
 $-20 = 225$
 $-20 < 225$
 Jadi penduduk kota A merasakan gempa tersebut.

Berikut adalah penggalan wawancara dengan mahasiswa 1 (M1) :

- ...
- P : “Untuk soal nomor 1 tentang gempa ini, kenapa kamu menuliskan rumus seperti ini: $(-10x + -10y = 225)$?”
- M1 : “Soalnya kan pusat gempanya di $(-1, 3)$, terus kota A itu 10 km ke barat dan 10 km ke selatan. Jadi aku pikir jaraknya tinggal dihitung pakai -10 kali x dan y , terus disamakan dengan kuadrat radiusnya, yaitu $15^2 = 225$.”
- P : “Berarti kamu mengalikan langsung koordinat perubahan dengan titik pusat gempa lalu disamakan dengan 225?”
- M1 : “Iya, saya kira itu udah sesuai.”
- P : “Sekarang kita coba ingat lagi. Rumus untuk menghitung jarak antara dua titik dalam koordinat kartesius itu seperti apa?”
- M1 : “Ehm... seharusnya pakai rumus akar kuadrat ya? Ohh... saya baru sadar. Jadi rumus saya keliru karena saya malah menggabungkan nilai posisi sebagai persamaan linier.”
- ...

Berdasarkan hasil wawancara di atas, terlihat bahwa M1 mengalami kesalahan konsep dalam menyelesaikan soal gempa bumi. Ia salah memahami cara menentukan jarak antara dua titik dalam sistem koordinat kartesius. M1 mengira bahwa jarak dari pusat gempa ke kota A dapat diperoleh dengan cara mengalikan perubahan posisi x dan y dengan koordinat pusat gempa, lalu disamakan dengan kuadrat dari radius, sehingga ia menuliskan bentuk seperti: $(-10)x + (-10)y = 225$

Padahal, perhitungan jarak seharusnya menggunakan rumus: $\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$

Kesalahan ini menunjukkan bahwa M1 belum memahami konsep dasar tentang jarak dua titik dalam koordinat kartesius, dan malah menerapkan bentuk aljabar linier yang tidak sesuai.

Dari hasil analisis wawancara, ditemukan beberapa faktor penyebab kesalahan konsep ini, yaitu:

- Kurangnya pemahaman mendalam terhadap konsep koordinat dan rumus jarak. Mahasiswa belum sepenuhnya memahami bahwa jarak antara dua titik tidak dapat dihitung dengan operasi penjumlahan/penurunan linier, melainkan harus dengan menggunakan rumus jarak kuadrat antar titik.
- Rendahnya kemampuan penalaran spasial-logis, yakni ketidakmampuan dalam membayangkan dan memvisualisasikan perubahan posisi dua titik dalam bidang kartesius. Mahasiswa tidak mampu memetakan bahwa perpindahan 10 km ke barat dan 10 km ke selatan dari titik pusat gempa akan menghasilkan koordinat baru yang harus dibandingkan jaraknya terhadap titik awal.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Ulpa dkk (2021) yang menemukan bahwa kesalahan konsep terjadi karena kurangnya pemahaman yang mendalam pada konsep dan rendahnya kecerdasan visual-spasial (kemampuan untuk menangkap dunia ruang-visual secara tepat).

4. Application Errors (Ap) – Kesalahan Penerapan

Kesalahan ini terjadi 7 kali (35%), pada soal 1 (5 kali) dan soal 2 (2 kali).

Gambar 4. Jawaban Soal 1

2) Pusat $\rightarrow (-1, 3)$
 $r = 15$
kota A = 10 km arah barat dan 10 km arah selatan $\rightarrow A(-10, -10)$
apakah kota A termasuk gempa?
 $L: (x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$
 $(x+1)^2 + (y-3)^2 = 15^2$
 $x^2 + 2x + 1 + y^2 - 6y + 9 = 225$
 $x^2 + y^2 + 2x - 6y - 215 = 0$
 $(-10, -10)$ titik yg berada pd lingkaran
garis singgung $\rightarrow y - y_1 = m(x - x_1)$
 $y - (-10) = m(x - (-10))$
 $y + 10 = m(x + 10)$
 $y = m(x + 10) + 3$

Berikut adalah penggalan wawancara dengan mahasiswa 8 (M8) :

- ...
P : “Kamu menggunakan persamaan lingkaran di sini, ya? Bisa dijelaskan kenapa bentuknya seperti itu?”
M8 : “Iya, karena kan pusat gempa ada di titik $(-1, 3)$ dan radiusnya 15. Jadi saya pakai rumus $(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$, lalu saya ganti jadi $(x + 1)^2 + (y - 3)^2 = 15^2$.”
P : “Baik, sudah betul menggunakan rumus dasar persamaan lingkaran. Tapi ini kamu lanjutkan ke bentuk aljabar: $x^2 + y^2 + 2x - 6y - 215 = 0$. Apa tujuanmu membuat bentuk seperti ini?”
M8 : “Saya kira kalau sudah jadi bentuk umum seperti ini, nanti bisa tahu titiknya ada di dalam atau luar lingkaran dengan cara substitusi.”
P : “Oke, memang bisa. Tapi di bagian bawah kamu malah lanjutkan ke rumus garis singgung. Kenapa ada bagian ini?”

M8 : “Oh iya, saya pikir itu bisa membantu cari jarak atau posisi titik dari pusat. Tapi saya bingung cara pastinya.”

P : “Berarti kamu sempat campur aduk antara penggunaan rumus ya?”

M8 : “Iya, saya sempat bingung bagian mana yang harus digunakan untuk tahu kota A kena gempa atau tidak.”

...

Berdasarkan hasil pengerjaan soal dan wawancara yang telah dilakukan, terlihat bahwa M8 melakukan kesalahan dalam penggunaan rumus serta langkah-langkah penyelesaian atau prosedur yang digunakan. Mahasiswa memahami bahwa rumus yang digunakan adalah persamaan lingkaran, dan pada awalnya sudah menggunakan rumus dengan benar untuk membentuk:

$$(x + 1)^2 + (y - 3)^2 = 15^2$$

Namun, setelah sampai bentuk umum aljabar, mahasiswa malah mencampurkan konsep dengan rumus garis singgung, yang tidak relevan dengan pertanyaan "apakah titik A berada dalam jangkauan gempa". Hal ini menunjukkan bahwa M8 tahu rumus-rumus geometri analitik, tetapi tidak memahami fungsi dan konteks penggunaannya secara tepat.

Kesalahan ini termasuk ke dalam kategori kesalahan penerapan rumus, bukan kesalahan konsep dasar. Ini mengakibatkan kesalahan dalam proses penyelesaian dan penarikan kesimpulan.

Dari hasil analisis wawancara, ditemukan beberapa faktor penyebab kesalahan konsep ini, yaitu:

- Mahasiswa hanya menghafal rumus tanpa benar-benar memahami makna dan penggunaan dari simbol atau elemen rumus tersebut, contohnya bingung antara rumus lingkaran dan garis singgung.
- Kurangnya latihan soal yang bersifat aplikatif dan menekankan pemahaman makna dari rumus, bukan sekadar hafalan. Hal ini membuat mahasiswa tidak terbiasa membedakan rumus mana yang digunakan untuk konteks yang tepat.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Suci dan Risma (2020), yang menyatakan bahwa terjadi *application errors*, yaitu kesalahan di mana siswa mengetahui rumus yang relevan namun tidak mampu menggunakannya untuk menyelesaikan soal. Umumnya, siswa hanya menuliskan informasi yang diketahui tanpa dapat menerapkan rumus tersebut secara tepat dalam proses penyelesaian.

5. Test-Taking Errors (Te) – Kesalahan Saat Tes

Kesalahan ini terjadi sebanyak 6 kali (30%), pada soal 1 (4 kali) dan soal 2 (2 kali).

Gambar 5. Jawaban Soal 1

5) Gempa Bumi. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mengumumkan bahwa telah terjadi gempa yg berpusat di titik (1,3) dgn radius 15 km. Jika kota A berada pada titik (10, 10) arah timur dan 10 km arah selatan dari pusat gempa, apakah penduduk kota A merasakan gempa tsb

Jawab:

$$\begin{aligned}(x-a)^2 + (y-b)^2 &= r^2 \\(x-1)^2 + (y-3)^2 &= 15^2 \\x^2 - 2x + 1 + y^2 - 6y + 9 &= 225 \\x^2 + y^2 - 2x - 6y + 10 &= 225 \\x^2 + y^2 - 2x - 6y &= 225 - 10 \\x^2 + y^2 - 2x - 6y &= 215\end{aligned}$$

Berikut adalah penggalan wawancara dengan mahasiswa 2 (M2) :

...

P : “Kamu menuliskan rumus persamaan lingkaran di awal, ya. Tapi kenapa kamu tidak menghitung jarak kota A dari pusat gempa secara langsung?”

- M2 : *“Soalnya pusatnya udah jelas $(-1, 3)$, dan saya anggap langsung masukin ke rumus aja buat lingkarannya. Saya kira kalau udah bentuk persamaan gitu nanti bisa dilihat dari situ titiknya masuk atau nggak.”*
- P : *“Kalau kota A itu 10 km ke barat dan 10 km ke selatan dari pusat gempa, bagaimana kamu menentukan posisi koordinat kota A?”*
- M2 : *“Saya nggak tulis sih, tapi saya pikir udah cukup kalau pakai bentuk umum lingkaran terus dikembangin. Nanti titiknya tinggal dimasukin.”*
- P : *“Tapi kamu tidak menuliskan titik koordinat kota A maupun menyimpulkan apakah kota A merasakan gempa atau tidak. Mengapa?”*
- M2 : *“Saya sebenarnya mau masukin titiknya, tapi bingung juga itu titiknya berapa. Jadi saya berhenti di persamaan lingkaran aja. Takut salah kalau lanjut, jadi nggak saya kasih kesimpulan juga.”*

...

Berdasarkan hasil analisis jawaban dan wawancara di atas, dapat dilihat bahwa M2 melakukan kesalahan dalam tahap akhir penyelesaian soal, yaitu tidak menuliskan kalimat kesimpulan dari hasil yang diperolehnya. Mahasiswa hanya berhenti pada bentuk akhir persamaan lingkaran tanpa menjelaskan apakah kota A berada di dalam atau di luar jangkauan gempa. Padahal, inti dari pertanyaan soal adalah menentukan apakah penduduk kota A akan merasakan gempa atau tidak.

Berdasarkan hasil analisis tes dan wawancara dengan M2, ditemukan beberapa faktor penyebab terjadinya kesalahan tersebut, di antaranya:

- Mahasiswa belum terbiasa menuliskan jawaban akhir dalam bentuk kalimat kesimpulan yang menjawab pertanyaan soal secara eksplisit,
- Mahasiswa lupa atau tidak menyadari pentingnya memberikan kesimpulan sebagai bagian penutup dari proses penyelesaian soal,
- Mahasiswa merasa ragu terhadap kebenaran jawaban yang diperolehnya, sehingga tidak berani menyampaikan kesimpulan secara pasti, dan
- Mahasiswa kemungkinan kurang mampu mengelola waktu dalam mengerjakan soal, sehingga fokus pada perhitungan namun tidak menyelesaikan bagian akhir dengan tuntas.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Ikin dan rekan-rekannya (2022), yang menunjukkan bahwa kesalahan dalam mengerjakan soal disebabkan oleh kurangnya keterampilan mahasiswa dalam melakukan operasi hitung serta ketidaktepatan selama proses perhitungan. Selain itu, mahasiswa cenderung tergesa-gesa dan tidak melakukan pengecekan ulang terhadap hasil kerja mereka, yang pada akhirnya menyebabkan kesalahan dalam jawaban.

6. Study Errors (St) – Kesalahan Belajar

Tingkat kesalahan belajar tercatat sebesar 30%. Persentase ini diperoleh melalui analisis terhadap hasil tes serta wawancara dengan 9 mahasiswa yang terlibat. Salah satu contoh mahasiswa yang mengalami kesalahan belajar adalah Mahasiswa 2 (M2). Berikut ini adalah cuplikan hasil wawancara dengan M2:

...

- P : *“Kenapa kamu banyak melakukan kesalahan dalam pengerjaan soal geometri ini?”*
- M2 : *“Soalnya agak susah. Saya gak biasa ngerjain soal yang bentuknya cerita kayak gini”*
- P : *“Biasanya kamu ngerjain soal yang kayak gimana?”*
- M2 : *“Saya biasanya ngerjain soal yang gampang-gampang aja, yang bentuknya udah jelas. Misalnya soal lingkaran yang langsung ngasih tahu pusat dan jari-jarinya terus ditanya luasnya, Jadi saya suka bingung kalau soalnya harus mencerna informasi cerita dulu.”*

...

Dari penggalan petikan wawancara di atas, menunjukkan bahwa M2 mengalami kesalahan belajar. Kesalahan tersebut, yakni ia tidak sering melakukan latihan soal terhadap soal-soal yang sifatnya kontekstual. Sehingga ketika ia mendapatkan soal matematika kontekstual ia kesulitan untuk menentukan permasalahan apa yang disajikan dan bagaimana cara menyelesaikannya.

Berbeda dengan mahasiswa 4 (M4) yang tidak melakukan kesalahan sama sekali. Berikut penggalan wawancara dengan M4:

- ...
- P : “Kok kamu bisa ngerjain soal geometri ini tanpa salah ya?”
- M4 : “Soalnya saya sering latihan soal kayak gini, jadi udah kebiasaannya ngerti cara bacanya.”
- P : “Biasanya kamu ngerjain soal yang gimana sih?”
- M4 : “Biasanya sih soal cerita yang harus diurai dulu informasinya, jadi saya terbiasa nyari apa yang penting sebelum mulai ngitung. Misalnya soal lingkaran, saya cari dulu pusat sama jari-jarinya dari soal, baru deh dihitung luasnya.”
- P : “Jadi karena sering latihan, kamu jadi lebih gampang dan gak bingung ya?”
- M4 : “Iya, latihan terus bikin saya lebih paham dan gak gampang salah.”
- ...

Dari penggalan petikan wawancara di atas, terlihat bahwa M4 tidak mengalami kesalahan dalam mengerjakan soal karena ia sudah terbiasa dan sering berlatih mengerjakan soal yang bersifat kontekstual. Kebiasaan latihan yang rutin membuat M4 mampu memahami informasi dari soal cerita dengan baik, sehingga ia dapat menentukan permasalahan yang disajikan dan cara penyelesaiannya secara tepat. Dengan kata lain, M4 menunjukkan kemampuan belajar yang efektif karena terbiasa menghadapi jenis soal yang menuntut pemahaman konteks terlebih dahulu sebelum melakukan perhitungan.

Selain mewawancarai M2 dan M4, peneliti juga melakukan wawancara dengan 8 mahasiswa lainnya. Pertanyaan yang diajukan berfokus pada kebiasaan belajar mahasiswa. Dari hasil wawancara tersebut, ditemukan beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya kesalahan, antara lain:

- Mahasiswa jarang mengerjakan latihan soal, terutama yang bersifat kontekstual,
- Mahasiswa lebih menekankan hafalan rumus daripada pemahaman konsep, dan
- Mahasiswa kurang memperdalam materi, ia hanya mengandalkan satu sumber yang terbatas untuk menunjang pembelajaran.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Safitri dan rekan-rekannya (2023), yang menyatakan bahwa siswa jarang berlatih mengerjakan soal-soal berbentuk cerita terkait materi aljabar. Akibatnya, ketika dihadapkan pada soal matematika berbentuk naratif, terutama yang bertipe HOTS (*Higher Order Thinking Skills*), siswa mengalami kesulitan dalam menyelesaikannya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis data yang mengacu pada Teori Nolting serta wawancara dengan 10 mahasiswa, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar mahasiswa masih mengalami berbagai kesalahan dalam memahami dan mengerjakan soal geometri kontekstual. Kesalahan-kesalahan tersebut dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu kesalahan membaca petunjuk (*Misread-Direction Errors*) yang paling dominan, kesalahan ceroboh (*Careless Errors*), kesalahan konsep (*Concept Errors*), kesalahan penerapan (*Application Errors*), kesalahan saat tes (*Test-Taking Errors*), dan kesalahan belajar (*Study Errors*).

Faktor utama yang menyebabkan terjadinya kesalahan tersebut meliputi: kurangnya kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi dan menstrukturkan informasi awal soal secara sistematis, kelemahan dalam penalaran spasial dan penerapan konsep matematika secara tepat, kecenderungan mengandalkan intuisi tanpa verifikasi matematis, kurangnya latihan soal kontekstual, serta kurangnya kebiasaan menuliskan kesimpulan dan memeriksa ulang hasil kerja.

Selain itu, wawancara menunjukkan bahwa mahasiswa yang terbiasa berlatih soal kontekstual, seperti mahasiswa 4 (M4), mampu memahami konteks dan menerapkan konsep dengan lebih baik sehingga lebih jarang melakukan kesalahan. Sebaliknya, mahasiswa yang jarang berlatih soal kontekstual dan lebih mengandalkan hafalan rumus cenderung mengalami kesulitan dan melakukan berbagai kesalahan dalam proses belajar dan penyelesaian soal.

Oleh karena itu, sangat penting untuk meningkatkan kebiasaan latihan soal kontekstual yang menuntut pemahaman konsep secara mendalam dan kemampuan menstrukturkan informasi secara logis, serta

mendorong mahasiswa untuk aktif memeriksa dan menuliskan kesimpulan dalam proses penyelesaian soal guna mengurangi kesalahan dan meningkatkan pemahaman matematika secara menyeluruh.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melibatkan lebih banyak subjek dari berbagai latar belakang serta memperluas cakupan materi matematika agar hasil lebih representatif. Selain itu, pengembangan media atau strategi pembelajaran yang dapat meminimalkan kesalahan juga perlu dikaji. Penelitian selanjutnya juga sebaiknya mempertimbangkan faktor afektif seperti kecemasan atau motivasi belajar, serta menggunakan pendekatan mixed methods guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif dan mendalam dalam memahami penyebab kesalahan serta solusi yang tepat dalam pembelajaran matematika.

DAFTAR PUSTAKA

- Asih, N. W. R. K., Puspademi, K. R., & Suwija, I. K. (2023). *Analisis Kesalahan Siswa Kelas VII dalam Menyelesaikan Soal Kontekstual pada Materi SPLDV Berdasarkan Teori Nolting*. 14(1). <https://doi.org/10.23887/jjpm.v14i1.59802>
- Halidin. (2022). *Geometri Analitik Bidang dan Ruang*. (Purbalingga: CV Eureka Media Aksara)
- Ikin Sugandi, A., Sofyan, D., Linda, & Ratnasari, D. (2022). Identifikasi Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal-Soal Pada Mata Kuliah Geometri Analitik. *JPMI (Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif)*, 5(4), 1209–1220. <https://doi.org/10.22460/JPMI.V5I4.11151>
- Layyinah, U., Sidik, R. F., Ahied, M., Hadi, W. P., & Yamin, Y. (2024). Teori Nolting : Analisis Kesalahan Siswa Ditinjau Dari Gaya Belajar. *Natural Science Education Research*, 7(3), 87–95. <https://doi.org/10.21107/NSER.V7I3.27059>
- Ni Komang Safitri, I Gusti Ayu Putu Arya Wulandari, & Gusti Ayu Made Arna Putri. (2023). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Tipe HOTS Materi Aljabar Berdasarkan Teori Nolting. *Jurnal Santiaji Pendidikan*, 13(1). <https://doi.org/10.36733/jsp.v13i1.6010>
- Nolting, P. D. (2012). *Winning at Math: Your Guide to Learning Success*. Academic Success Press, Inc.
- Sukmawati, S., & Amelia, R. (2020). Analisis Kesalahan Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal Materi Segiempat Berdasarkan Teori Nolting. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 3(5). <https://doi.org/10.22460/jpmi.v3i5.423-432>
- Susilo, B. E., & Sutarto, H. (2023). Geometri: Manfaat, Pembelajaran dan Kesulitan Belajarnya. *Bookchapter Pendidikan Universitas Negeri Semarang*, 6, 81–106. <https://doi.org/10.1529/KP.V1I6.136>
- Ulpa, F., Maharani, S. A., Marifah, S., & Ratnaningsih, N. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Kontekstual pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar Ditinjau dari Teori Nolting. *Square: Journal of Mathematics and Mathematics Education*, 3(2), 67–80. <https://doi.org/10.21580/SQUARE.2021.3.2.8651>