

ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA DALAM MENYELESAIKAN SOAL KALKULUS DITINJAU DARI INDIKATOR *PROBLEM SOLVING*

Yuliani Fitri¹⁾, Ahmad Fauzan²⁾, Nurhizrah Gistituati³⁾

¹ Program Studi S3 Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Padang

^{2,3} Universitas Negeri Padang

email: ¹ yulianifitri020784@gmail.com, ² ahmadfauzan@fmipa.unp.ac.id,
³ gistituatinurhizrah@gmail.com

Article History:

Submission
2025-09-05

Accepted
2025-10-24

Published
2025-10-27

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Kalkulus, khususnya pada materi penerapan integral berdasarkan indikator kemampuan *problem solving*. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan subjek mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Ekasakti Padang sebanyak 68 orang yang telah menempuh mata kuliah Kalkulus 2 tahun ajaran 2024-2025. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes uraian dan pedoman wawancara dengan mahasiswa. Tes uraian berupa tes pemecahan masalah yang dianalisis berdasarkan empat indikator *problem solving* menurut Polya, yaitu: memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan mengecek kembali solusi. Pedoman wawancara digunakan untuk memperkuat analisis yang ditemukan pada hasil tes. Hasil analisis menunjukkan bahwa kesalahan terjadi pada tahap memahami masalah sekitar 56,32 %, dan merencanakan penyelesaian 64, 28% yang mencakup kesalahan konsep, prosedur, dan perhitungan. Pada indikator memahami masalah, dari segi konsep mahasiswa belum mampu menggambarkan grafik yang ingin dicari luas daerah dan volume benda putarnya. Pada indikator merencanakan penyelesaian, sebagian besar mahasiswa belum mampu memilih prosedur yang tepat sesuai dengan permasalahan yang diberikan. Indikator melaksanakan rencana sekitar 28,74% yang bisa melaksanakannya, sebagian besar mahasiswa belum mampu melakukan perhitungan dengan benar. Pada indikator mengecek kembali sekitar 7,23% saja mahasiswa yang bisa melakukannya. Oleh sebab itu, hasil analisis ini diharapkan menjadi dasar untuk perbaikan proses pembelajaran, khususnya dalam mengembangkan strategi atau model pembelajaran yang tepat untuk meningkatkan kemampuan *problem solving* mahasiswa pada mata kuliah Kalkulus.

Kata kunci: analisis, kesalahan mahasiswa, kalkulus, integral, *problem solving*

PENDAHULUAN

Kemampuan *problem solving* merupakan kemampuan matematis yang perlu dimiliki mahasiswa Fakultas Teknik. Keterampilan *problem solving* mahasiswa Fakultas Teknik ini perlu diasah karena akan menghadapi permasalahan yang kompleks setelah lulus nanti. Dalam aplikasinya, kemampuan *problem solving* menuntut individu untuk dapat menganalisis, merancang, dan menyelesaikan berbagai

permasalahan kompleks secara efektif (Nurhuda et al., 2022). Setiap individu perlu memiliki kemampuan menyelesaikan masalah untuk dapat menghadapi dan mengatasi persoalan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari (Siswanto & Meiliasari, 2024). Kemampuan *problem solving* adalah kemampuan dalam menerapkan pengalaman atau pengetahuan yang telah dimiliki ke dalam konteks baru adalah

bentuk kemampuan berpikir, yang penting kritis dan analitis dalam menemukan solusi yang tepat (Anwar, 2024). Kemampuan *problem solving* ini tidak hanya membantu mahasiswa menyelesaikan permasalahan akademik, tetapi juga mempersiapkan mahasiswa untuk menghadapi tantangan dunia kerja yang semakin kompleks (Khamalia et al., 2023). Kemampuan dalam memecahkan masalah menjadi suatu tuntutan bagi siswa, mengingat matematika merupakan keterampilan yang memiliki peran krusial dalam kehidupan (Sari. T. W. et al., 2024)

Kemampuan *problem solving* dalam mata kuliah kalkulus khususnya materi integral, merupakan keterampilan esensial bagi mahasiswa Fakultas Teknik. Meskipun demikian, berbagai penelitian menyebutkan bahwa mahasiswa kerap menghadapi kesulitan dalam memahami dan menyelesaikan soal integral secara benar dan sistematis (Ferrer, 2016). Penelitian Jabnabillah yang menganalisis kesalahan siswa dalam memahami konsep integral menunjukkan bahwa kesalahan seperti transformasi dan kekeliruan dalam memahami pertanyaan dominan terjadi, misalnya kesalahan dalam membaca, transformasi konsep, hingga penulisan hasil akhir mencapai sekitar 50 – 75 % (Jabnabillah, 2022). Penelitian Sumargiyani dan kawan – kawan juga menemukan distribusi kesalahan berdasarkan indikator *problem solving* Polya, kesalahan memahami masalah mencapai 55,89 %, perencanaan penyelesaian 50 %, pelaksanaan rencana 32,36 %, dan evaluasi solusinya 44,12 (Sumargiyani et al, 2022).

Selain itu, Nursyahidah & Albab mengungkap bahwa mahasiswa sering gagal dalam aspek berpikir kritis saat menghadapi soal integral, seperti dalam menentukan radius objek putar,

menyusun partisi, dan batas integrasi yang mengindikasikan lemahnya pemahaman konseptual dan analitis dalam menyelesaikan soal integral (Nursyahidah & Albab, 2017). Hal senada juga ditemukan oleh Kusumaningrum dan kawan - kawan yang mendapati kesalahan mahasiswa pada berbagai aspek, yaitu penentuan fungsi integral, aturan penulisan integral, konsep aljabar, penambahan konstanta, serta penentuan metode dan batas integrasi (Kusumaningrum et al., 2020).

Lebih lanjut, hasil penelitian lain menyebutkan bahwa keterampilan metakognitif dalam menyelesaikan soal Kalkulus Integral menunjukkan bahwa mahasiswa dengan kemampuan *problem solving* tinggi mampu melalui tahapan perencanaan, pemantauan, dan evaluasi secara tuntas, sedangkan mahasiswa dengan kemampuan sedang hanya sampai ke tahap perencanaan dan pemantauan, serta mahasiswa berkemampuan rendah tidak mencapai ketiga indikator tersebut (Rahmawati et al., 2021). Temuan ini menegaskan pentingnya keterampilan reflektif dan evaluatif dalam pemecahan masalah matematis. Diperlukan pula penguatan keterampilan komunikasi matematis, latihan soal kontekstual, dan penerapan PBL untuk memotivasi peserta didik berpikir lebih dalam dan sistematis (Hidayat & Pertiwi, 2021). Penelitian lain mengutarakan, subjek dengan tingkat kemampuan pemecahan masalah matematis yang tinggi ditemukan melakukan kesalahan prosedural pada tahap pemeriksaan ulang. Sementara itu, subjek dengan kemampuan sedang juga menunjukkan kesalahan prosedural pada tahap yang sama. Adapun subjek dengan kemampuan pemecahan masalah matematis yang rendah melakukan kesalahan konseptual saat memahami isi soal, serta kesalahan prosedural pada

tahap pelaksanaan penyelesaian sesuai rencana dan saat melakukan pemeriksaan akhir (Rahmawati, N. D., et.al., 2022).

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, jelas bahwa kesalahan mahasiswa dalam soal Kalkulus materi integral berlangsung pada berbagai tahapan, mulai dari pemahaman konsep hingga eksekusi dan evaluasi solusi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi dan mendeskripsikan jenis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal Kalkulus pada materi penerapan integral dalam menentukan luas daerah, menghitung volume benda putar dengan metode cakram, cincin, dan kulit tabung, ditinjau dari indikator *problem solving* menurut Polya: (1) memahami masalah, (2) merencanakan penyelesaian, (3) melaksanakan rencana, dan (4) mengecek kembali solusi.

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai kekurangan mahasiswa dalam setiap tahap *problem solving*, dan berfungsi sebagai pijakan dalam mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih efisien, serta menentukan model pembelajaran yang tepat untuk mendorong peningkatan kemampuan *problem solving* mahasiswa.

METODE

Studi ini menggunakan metode kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk mengungkap serta menganalisis bentuk-bentuk kesalahan mahasiswa dalam pemecahan soal kalkulus, khususnya pada materi penerapan integral untuk menentukan luas daerah, menghitung volume benda putar metode cakram, cincin, dan kulit tabung berdasarkan indikator *problem solving*. Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengkaji secara mendalam proses berpikir mahasiswa dan

mendeteksi kesalahan pada tiap tahap *problem solving* (Creswell, 2014).

Teknik sampling menggunakan *purposive sampling* dengan memilih mahasiswa dengan variasi kemampuan (tinggi-sedang-rendah). Adapun sampel yang diambil adalah mahasiswa prodi Teknik Mesin 32 orang, prodi Teknik Elektro 17 orang, dan Program Studi Teknik Industri 19 orang di Universitas Ekasakti Padang dengan total 68 orang mahasiswa. Pemilihan subjek menggunakan teknik *purposive sampling* untuk mendapatkan responden yang memenuhi kriteria pengalaman pembelajaran yang relevan (Sugiyono, 2017).

Instrumen utama berupa tes *problem solving* berbasis soal kalkulus materi penerapan integral yang terdiri dari 6 soal yang dirancang mengacu pada indikator *problem solving* menurut Polya (1973), meliputi, 1) memahami masalah, 2) merencanakan penyelesaian, 3) melaksanakan rencana, dan 4) mengecek kembali solusi. Soal disusun agar mencakup aspek konseptual dan prosedural pada materi aplikasi integral, memungkinkan identifikasi kesalahan di tiap tahap *problem solving*. Soal tes tersebut divalidasi terlebih dahulu oleh *expert review* yang mengajar kalkulus sebelum diujicobakan kepada mahasiswa. Selain instrumen tes, pedoman wawancara juga digunakan untuk informasi lebih dalam kepada mahasiswa mengenai penyebab kesalahan yang dilakukan. Pedoman wawancara juga divalidasi terlebih dahulu oleh *expert review* agar pertanyaan tepat sasaran.

Adapun prosedur penelitiannya yaitu penyusunan instrumen yaitu tes soal kalkulus, lembar jawaban, dan panduan wawancara. Pelaksanaan tes kepada mahasiswa, pengumpulan lembar jawaban. Analisis awal jawaban soal

berdasarkan indikator *problem solving*: mengidentifikasi jenis-jenis kesalahan pada tiap tahap dan dilanjutkan dengan wawancara mendalam terhadap beberapa responden untuk menggali alasan di balik kesalahan yang muncul dan konfirmasi data. Setelah itu, dilakukan pengolahan data yaitu reduksi data (menyeleksi kesalahan yang relevan), penyajian, dan penarikan kesimpulan. Pendekatan ini sesuai dengan rekomendasi penelitian pendidikan matematika sebelumnya yang menekankan pentingnya triangulasi data untuk validitas analisis kesalahan (Miles, Huberman, & Saldana, 2014).

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan langkah, 1) mengklasifikasi jawaban mahasiswa berdasarkan indikator *problem solving* (Polya, 1973), 2) mengidentifikasi jenis kesalahan yang muncul, baik kesalahan konsep, prosedur, maupun perhitungan (Jabnabillah, 2022; Kusumaningrum et al., 2020), 3) melakukan interpretasi kesalahan berdasarkan wawancara untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang kendala berpikir mahasiswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian diperoleh melalui tes *problem solving* dan wawancara mendalam terhadap mahasiswa Fakultas Teknik pada mata kuliah Kalkulus 2, materi penerapan integral. Analisis data dilakukan melalui tiga tahapan (Miles & Huberman, 1994):

1. Reduksi data, yaitu menyeleksi jawaban mahasiswa berdasarkan indikator *problem solving* Polya (memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan mengecek kembali solusi).
2. Penyajian data, dengan menyusun hasil reduksi dalam bentuk deskripsi naratif dan tabel indikator kesalahan (lihat Tabel 1).

3. Penarikan kesimpulan/verifikasi, yaitu mengidentifikasi pola kesalahan yang berulang dan mengaitkannya dengan hasil wawancara untuk menemukan penyebab mendasar.

Tabel 1. Indikator Kesalahan Menurut Tahapan Polya

Indikator	Deskripsi
Memahami Masalah	Tidak teliti membaca soal, kurang memahami istilah atau apa yang diminta (menitikberatkan simbol, bukan makna)
Menyusun Rencana	Kurangnya pemahaman konsep atau strategi yang tersedia, bingung memilih metode paling efektif
Melaksanakan Rencana	Kurang teliti perhitungan, kesalahan notasi, prosedur matematika yang belum dikuasai
Memeriksa Hasil	Tidak memiliki kebiasaan/ <i>reviewing</i> , merasa cukup bila prosedur sudah dilakukan, lelah atau terburu waktu

Kredibilitas data diperkuat melalui triangulasi teknik (hasil tes dan wawancara), *member check* (konfirmasi kepada beberapa mahasiswa mengenai interpretasi peneliti terhadap kesalahan mereka), dan *peer debriefing* dengan dua dosen sejawat bidang kalkulus untuk memastikan interpretasi hasil tidak bias. Berikut uraian hasil dan pembahasannya.

1. Memahami Masalah

Hasil analisis menunjukkan bahwa 56,32 % mahasiswa melakukan kesalahan pada tahap memahami masalah. Kesalahan yang umum ditemukan berupa, 1) Tidak teliti membaca soal, kurang memahami istilah atau apa yang diminta, 2) gagal mengidentifikasi informasi penting dalam soal, 3) salah menafsirkan bentuk fungsi atau variabel ke dalam

grafik atau kurva, 4) belum mampu menggambar grafik/kurva/bangun yang diminta sesuai dengan fungsi yang diberikan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Jabnabillah yang menyatakan bahwa sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam mentransformasi kalimat soal ke dalam bentuk matematika yang sesuai (Jabnabillah, 2022).

Hal ini menunjukkan bahwa banyak mahasiswa belum memiliki kemampuan membaca matematis yang baik dan masih bergantung pada pendekatan menghafal rumus. Sebagian mahasiswa gagal memahami apa yang ditanyakan, sehingga mengerjakan langkah-langkah tidak sesuai tujuan soal. Hal ini mirip dengan temuan Djunaidy dan kawan - kawan, di mana 58,34 % mahasiswa mengalami kesalahan dalam memahami masalah (Djunaidy et al, 2023).

2. Merencanakan Penyelesaian

Sebanyak 64,28 % mahasiswa mengalami kesalahan pada tahap perencanaan. Kesalahan yang muncul meliputi, 1) Kurangnya pemahaman konsep atau strategi yang tersedia, 2) bingung memilih metode paling efektif, metode integral yang tidak sesuai, 3) tidak bisa menyusun batas integral dengan benar.

Kesalahan ini menunjukkan lemahnya pemahaman strategis mahasiswa dalam memilih metode yang tepat, sebagaimana ditemukan oleh Kusumaningrum dan kawan - kawan yang menyatakan bahwa pemilihan strategi sering kali tidak berdasarkan analisis soal, melainkan kebiasaan (Kusumaningrum et al., 2020). Banyak mahasiswa kesulitan memilih strategi penyelesaian yang tepat, misalnya metode substitusi,

integrasi, atau aturan rantai. Hasil penelitian Djunaidy dan kawan – kawan juga mencatat 50,00 % mahasiswa melakukan kesalahan di fase menyusun rencana (Djunaidy et al., 2023)

3. Melaksanakan Rencana

Pada tahap ini, 28,74% saja mahasiswa yang bisa melaksanakan rencana dengan benar, artinya 71,26 % mahasiswa melakukan kesalahan. Kesalahan yang dilakukan meliputi, 1) operasi aljabar yang salah saat menyederhanakan fungsi, 2) kesalahan dalam menerapkan aturan integral dasar, 3) Kurang teliti perhitungan, kesalahan notasi, prosedur matematika yang belum dikuasai

Kesalahan prosedural, ditunjukkan bahwa meskipun mahasiswa telah mengenali pendekatan penyelesaian, mereka masih kesulitan menjaga ketelitian dalam perhitungan. Saat melakukan proses perhitungan, seperti penerapan aturan turunan atau integral, terjadi banyak kesalahan operasi, baik numerik maupun simbolik (Sumargiyani et al., 2022). Temuan ini konsisten dengan studi sebelumnya tentang *carelessness*, konsep, dan *application errors* di antaranya 50 % *careless*, 60 % *concept*, 70 % *application errors* (Mahayukti et al., 2021).

4. Mengecek Kembali Solusi

Tahap evaluasi atau pengecekan kembali hampir tidak bisa dilakukan oleh sebagian besar mahasiswa. Tercatat hanya 7,23% saja mahasiswa yang melakukan verifikasi terhadap jawabannya, seperti substitusi hasil ke dalam soal atau mengecek logika hasilnya. Dengan kata lain, 92, 77% mahasiswa tidak melakukan pengecekan kembali. Padahal menurut

Polya (1973), tahap ini penting untuk mendeteksi kesalahan awal sebelum jawaban diserahkan. Hal ini memperkuat temuan bahwa mahasiswa dengan kemampuan metakognitif rendah jarang melakukan refleksi terhadap proses berpikir dan hasil mereka (Rahmawati et al., 2021). Sebagian besar mahasiswa tidak memeriksa kembali pekerjaan mereka, 83,33 % mahasiswa gagal merevisi atau memeriksa hasil akhir soal menurut Polya (Djunaidi et al., 2023). Beberapa jawaban mahasiswa dari setiap soal dapat dideskripsikan seperti berikut ini.

Pada soal nomor 1, diminta mahasiswa untuk menentukan luas daerah penampang saluran pembuangan limbah industri mengikuti kurva $y = 4 - (x - 2)^2$ dengan batas dari $x = 0$ sampai $x = 4$. Berikut contoh jawaban mahasiswa pada Gambar 1.

Handwritten student solution for finding the area under the curve $y = 4 - (x-2)^2$ from $x=0$ to $x=4$. The student uses the integral formula for area and calculates the result as $\frac{16}{3}$.

Gambar 1. Jawaban Soal Nomor 1

Berdasarkan jawaban yang diberikan, ada mahasiswa yang menjawab dengan menggambar grafik terlebih dahulu dan ada pula yang tidak. Jawaban mahasiswa yang menggambar grafik dapat diilustrasikan sebagai berikut:

1. Memahami masalah
Mahasiswa belum mampu memahami masalah dengan benar, yaitu gambar grafiknya yang belum tepat, belum bisa menunjukkan daerah yang akan dicari luas daerahnya.
2. Merencanakan penyelesaian.
Karena memahami masalahnya belum benar sehingga perencanaan penyelesaiannya juga belum tepat,
3. Melaksanakan rencana
Terdapat kesalahan menyederhanakan fungsi, kesalahan dalam mengintegralkan, sehingga solusi yang diperoleh belum tepat.
4. Mengecek kembali solusi
Pengecekan kembali juga tidak dilakukan karena solusi yang diperoleh juga tidak benar.

Adapun jawaban mahasiswa yang tidak menggambar grafik diketahui bahwa:

1. Memahami masalah
Ditunjukkan dengan tidak adanya grafik yang dibuat
2. Merencanakan penyelesaian
Belum tepat karena adanya kesalahan dalam menuliskan fungsi awal, fungsinya tidak lengkap
3. Melaksanakan rencana
Tidak ada proses aljabar atau integral yang dilakukan, langsung menuliskan hasilnya saja
4. Mengecek kembali solusi
Tidak dilakukan pengecekan kembali

Pada soal nomor 2, mahasiswa diminta untuk menentukan volume poros silinder yang merupakan hasil perputaran kurva $y = \sqrt{x-3}$ dari $x = 3$ sampai $x = 7$ terhadap sumbu x .

Contoh jawaban mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 2 berikut

2). $y = \sqrt{x-3}$, dari $x = 3$ sampai $x = 7$

$$V = \pi \int_3^7 (\sqrt{x-3})^2 dx$$

$$= \pi \int_3^7 x dx$$

$$= \pi \left[\frac{1}{2} x^2 \right]_3^7$$

$$= \pi \frac{1}{2} \cdot 49$$

$$= 245$$

2. $\int_3^7 \sqrt{x-3} = \left[\sqrt{x-3} \right]_3^7$

$$= \sqrt{7-3} - \sqrt{3-3}$$

$$= \sqrt{4} - 0$$

$$= 2$$

Gambar 2. Jawaban Soal Nomor 2

Berdasarkan jawaban tersebut, pada gambar 2 bagian atas, mahasiswa menjawab dengan menggambar grafik sedangkan bagian bawah tidak. Adapun mahasiswa yang menggambar grafik terlebih dahulu, dapat diilustrasikan kesalahan yang dilakukan.

1. Memahami masalah
Masalah yang dipahami belum lengkap karena belum jelas apa yang akan dicari solusinya, kemudian benda putar yang digambar juga belum benar
2. Merencanakan penyelesaian
Tidak jelas dalam menyelesaikan penyelesaiannya, di soal ini diharapkan menghitung volume benda putarnya dengan menggunakan metode cakram
3. Melaksanakan perencanaan
Adanya kesalahan dalam menyederhanakan fungsi, kesalahan notasi, kesalahan batas integrasi, sehingga salah dalam mengintegrasikan, dan kesalahan operasi aljabar sehingga jawabannya tidak betul
4. Mengecek kembali solusi
Tidak dilakukan pengecekan kembali.

Adapun dari jawaban mahasiswa yang tidak menggambar grafiknya sama sekali dapat diilustrasikan kesalahannya sebagai berikut:

1. Memahami masalah
Tidak diuraikan masalah apa saja yang diketahui, tidak menggambarkan grafik benda putarnya
2. Merencanakan penyelesaian
Tidak jelas dalam perencanaan penyelesaiannya
3. Melaksanakan rencana
Kesalahan dalam perhitungan
4. Mengecek kembali, tidak dilakukan

Pada soal nomor 3, mahasiswa diminta untuk menentukan volume logam yang merupakan hasil perputaran bejana logam berbentuk cembung yang terdiri dari profil luar (kurva luar) $y = \sqrt{x+2}$ dan profil dalam (kurva dalam) $y = \frac{1}{2}\sqrt{x}$ yang diputar terhadap sumbu-x dengan batas $x = 0$ sampai $x = 9$. Salah satu jawaban mahasiswa seperti Gambar 3 berikut.

3). $y = \sqrt{x+2}$ dan $y = \frac{1}{2}\sqrt{x}$ untuk $x \in [0,9]$.

$$V = \pi \int_0^9 \left((\sqrt{x+2})^2 - \left(\frac{1}{2}\sqrt{x} \right)^2 \right) dx$$

$$= \pi \int_0^9 \left(x+2 - \frac{1}{4}x \right) dx$$

$$= \pi \int_0^9 \left(\frac{3}{4}x + 2 \right) dx$$

$$= \pi \left[\frac{3}{8}x^2 + 2x \right]_0^9$$

$$= \pi \left(\frac{3}{8} \cdot 81 + 18 \right)$$

$$= \pi \left(\frac{243}{8} + 18 \right)$$

$$= \pi \left(\frac{243 + 144}{8} \right)$$

$$= \pi \left(\frac{387}{8} \right)$$

$$= 158.548 \pi$$

Gambar 3. Jawaban Soal Nomor 3

Berdasarkan jawaban tersebut, pada gambar 3 bagian atas, mahasiswa menjawab dengan menggambar grafik sedangkan bagian bawah tidak. Adapun mahasiswa yang menggambar grafik

terlebihdahulu, dapat diilustrasikan kesalahan yang dilakukan.:

1. Memahami masalah
Memahami masalah sudah hampir benar, tapi belum tepat dalam menggambarkan kurvanya
2. Merencanakan penyelesaian sudah benar, yaitu dengan menggunakan metode cincin
3. Melaksanakan rencana
Terjadi kesalahan dalam menyederhanakan fungsi pertama sehingga menyebabkan terjadinya kesalahan perhitungan integralnya, dengan demikian solusi yang didapatkan juga salah
4. Mengecek kembali solusi
Tidak dilakukan dengan tepat

Adapun dari jawaban mahasiswa yang tidak menggambar grafiknya dapat diketahui bahwa:

1. Memahami masalah
Masalah yang dipahami belum dilengkapi dengan grafik sehingga bentuk benda putarnya
2. Merencanakan penyelesaian
Dalam merencanakan penyelesaian tidak jelas
3. Melaksanakan rencana
Tidak ada perhitungan matematis yang dilakukan, hanya mengulang menulis fungsi dan menulis fungsi baru yang tidak jelas asalnya
4. Mengecek kembali solusi
Karena solusi tidak diperoleh maka tidak ada dilakukan pengecekan

Pada soal nomor 4, mahasiswa diminta untuk menentukan volume benda berbentuk pipa penyalur minyak yang merupakan hasil perputaran kurva $y = 2x^2$ yang diputar terhadap sumbu-y dengan batas $x = 0$ sampai $x = 3$.

4. $y = 2x^2$ untuk $x \in [0, 3]$ (1) ✓
 $V = \pi \int_0^3 (2x^2)^2 dx$
 $= \pi \int_0^3 4x^4 dx$
 $= \pi [4x^5/5]_0^3$
 $= \pi \cdot 16x^4$
 $= \pi \cdot 9$
 $= 9\pi$

4. $y = 2x^2$ $x \in (0, 3)$
 $V = 2\pi \int_0^3 x \cdot 2x^2 dx = 4\pi \left[\frac{x^4}{4} \right]_0^3$
 $= 4\pi \cdot 81 = 81\pi$

Gambar 4. Jawaban Soal Nomor 4

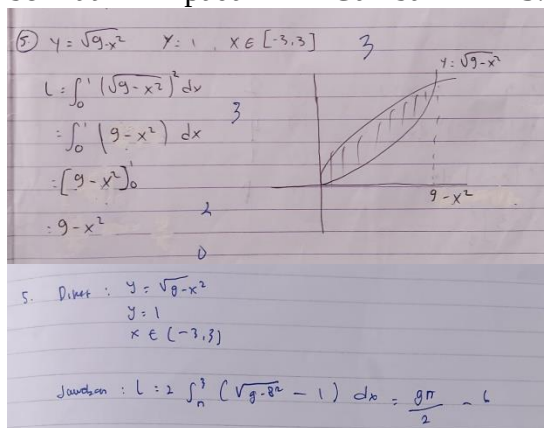
Berdasarkan jawaban tersebut, pada gambar 4 bagian atas, mahasiswa menjawab dengan menggambar grafik sedangkan bagian bawah tidak. Adapun mahasiswa yang menggambar grafik terlebihdahulu, dapat diilustrasikan kesalahan yang dilakukan.

1. Memahami masalah
Memahami masalah sudah hampir benar, namun gambar benda putarnya belum tepat
2. Merencanakan penyelesaian
Terjadinya kesalahan dalam merencanakan penyelesaian, seharusnya untuk mencari volume benda putar tersebut dengan menggunakan metode kulit tabung
3. Melaksanakan rencana
Karena salah dalam merencanakan penyelesaian, maka salah pula dalam melaksanakan rencananya sehingga solusinya tidak tepat
4. Mengecek solusi kembali
Tidak dilakukan pengecekan kembali

Adapun jawaban mahasiswa yang tidak menggambar grafik, hasil akhirnya sudah betul, namun belum menuliskan permasalahannya lebih detail, belum menggambarkan kurvanya. Untuk perencanaan penyelesaiannya rumus

yang digunakan sudah hampir betul, namun terjadi kesalahan dalam menulis simbol phi nya. Untuk pengecekan kembali jawaban yang diperoleh tidak dilakukan.

Pada soal nomor 5, mahasiswa diminta untuk menentukan luas penampang area pipa berongga memiliki penampang melintang diantar dua kurva $y = \sqrt{9-x^2}$ dan $y = 1$ dengan batas dari $x = -3$ sampai $x = 3$. Sebagian besar mahasiswa belum dapat menggambar grafiknya dengan benar, seperti jawaban berikut pada Gambar 5.



Gambar 5. Jawaban Soal Nomor 5
Memahami masalah

Berdasarkan Gambar 5 tersebut, diketahui bahwa:

1. Memahami masalah
Mahasiswa belum mampu memahami masalah dengan benar, hal tersebut ditunjukkan dengan grafiknya yang masih salah, belum mampu menunjukkan daerah yang akan dicari luas daerahnya.
2. Merencanakan penyelesaian.
Karena memahami masalahnya belum benar sehingga perencanaan penyelesaiannya juga belum tepat.
3. Melaksanakan rencana
Penyelesaiannya juga keliru, ada kesalahan dalam menyederhanakan

fungsi, kesalahan dalam mengintegalkan

4. Mengecek kembali solusi
Pengecekan kembali juga tidak dilakukan karena solusi yang diperoleh juga tidak benar

Pada jawaban mahasiswa yang tidak menggambar grafik, hasil akhirnya sudah betul, namun belum menuliskan permasalahannya lebih detail, belum menggambarkan kurvanya. Untuk perencanaan penyelesaiannya rumus yang digunakan sudah hampir betul, namun terjadi kesalahan dalam menulis batas integrasinya. Pelaksanaan rencana penyelesaiannya terlalu singkat, tidak diuraikan lebih detail untuk mendapatkan jawabannya. Untuk pengecekan kembali jawaban yang diperoleh tidak dilakukan.

Pada soal nomor 6, mahasiswa diminta untuk menentukan volume reservoir merupakan hasil perputaran bidang diantara kurva $y = 2x$ dan $y = \frac{1}{2}x^2$ dengan batas dari $x = 0$ sampai $x = 1$ yang diputar terhadap sumbu-y.

Berdasarkan jawaban mahasiswa dapat dideskripsikan bahwa:

1. Memahami masalah
Memahami masalah sudah benar, namun gambar benda putarnya belum tepat
2. Merencanakan penyelesaian
Merencanakan penyelesaian benar untuk mencari volume benda putar tersebut dengan menggunakan metode kulit tabung
3. Melaksanakan rencana
Dalam melaksanakan rencana, uraian perhitungan integralnya singkat, ada ketinggalan memberikan batas pada hasil integral fungsinya, namun jawabannya sudah sesuai.
4. Mengecek solusi kembali

Cuma mempertegas hasil volumenya saja tanpa melakukan pengecekan kembali.

Begitu juga jawaban mahasiswa yang tidak membuat grafiknya sama sekali, namun dalam perencanaan penyelesaian sudah betul, tapi dalam perhitungan langsung jawabannya saja, tidak dituliskan proses perhitungannya, ada ketinggalan dalam menuliskan notasi sama dengan, dan tidak ada pengecekan solusi.

Analisis lintas soal nomor 1 sampai dengan 6 menunjukkan pola umum, mahasiswa yang menggambar grafik, meskipun ada kesalahan visual, cenderung lebih mampu merencanakan strategi penyelesaian yang lebih tepat. Sedangkan mahasiswa yang tidak menggambar grafik cenderung salah memahami masalah dan keliru memilih metode. Hampir semua mahasiswa tidak mengecek kembali hasil perhitungan.

Pola ini menunjukkan bahwa representasi visual (grafik) berperan penting sebagai jembatan antara konsep dan prosedur. Lemahnya kemampuan representasi menyebabkan kesalahan konseptual dan prosedural berantai. Proses triangulasi dengan data tes menunjukkan konsistensi antara pernyataan mahasiswa dan bentuk kesalahan yang ditulis dalam lembar jawaban.

Selain menganalisis jawaban soal, juga dilakukan wawancara mendalam dengan beberapa mahasiswa. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui lebih spesifik alasan kenapa terjadinya kesalahan mahasiswa dalam memberikan jawaban. Ilustrasi percakapan berikut menggambarkan jawaban salah seorang mahasiswa yang kurang tepat dalam menggambarkan grafik fungsi.

D : “Nanda, untuk nomor 1 kenapa gambar grafiknya tidak sesuai dengan fungsinya?”

M₁ : “Bingung Bu, kurang paham. Kalau sudah dalam soal, jadi bingung lagi, ndak tau mulainya dari mana Bu”

D : “Menyederhanakan fungsinya juga salah. Di mana letak kendalanya?”

M₁ : “Ya Bu, saya kurang mengerti menyederhanakan fungsi yang pakai kuadrat itu Bu”

D : “Ketika ibuk menerangkan, kenapa tidak ditanya langsung, apakah tidak memperhatikan?”

M₁ : “Ada Bu, pas ibuk menjelaskan paham, tapi kalau sudah mengerjakan soal sendiri, bingung lagi Bu.”

D : “Ada belajar di rumah?”

M₁ : “Tapi itulah Bu, mungkin belajarnya pas mau ujian saja”

D : “Untuk soal nomor 2 sampai 6 juga salah grafiknya, nomor 3 tidak ada grafik sama sekali.

M₁ : “Ya Bu”

D : “Cara mengintegalkannya juga salah”

M₁ : “Ndak mengerti Bu, memang sejak SMA, susah untuk mengerjakannya Bu”

Dari pernyataan M₁, tampak bahwa mahasiswa mengalami kesulitan konseptual dan prosedural dalam memahami fungsi kuadrat serta dalam menerapkan metode integral volume. Selain itu, rendahnya frekuensi latihan dan kebiasaan belajar instan turut mempengaruhi hasil belajarnya. Hasil wawancara ini telah dikonfirmasi kembali melalui *member check* kepada M₁, dan mahasiswa menyatakan bahwa transkrip sesuai dengan pernyataan yang

ia maksud. Selain itu, peneliti juga melakukan *triangulasi* dengan lembar jawaban M₁, yang menunjukkan kesalahan dalam pembuatan grafik dan penerapan batas integral sebagaimana diungkapkan dalam wawancara.

Berikut transkrip wawancara dengan mahasiswa lainnya yang tidak menggambarkan grafik fungsi pada lembar jawabannya.

D : “Nanda, untuk mengerjakan soal ini, harusnya dibuat grafiknya dulu, ini di lembar jawabannya, semua nomornya tidak pakai grafik. Bisa kan buat grafiknya”

M₂ : “Tidak mengerti buat grafiknya Bu, kurang paham.”

D : “Pas ibuk menerangkan materi ini, kan ibu tekankan untuk memperhatikan. Ada diperhatikan ibu menerangkan?”

M₂: “Ada Bu, tapi memang sejak awal sudah susah untuk membuat grafiknya.”

D : “Pas kalkulus 1 kan sudah ibuk ajarkan juga cara membuat grafik”

M₂: “Ya Bu, tapi sulit Bu”

D : “ada sering latihan?”

M₂: “Jarang Bu.”

D : “Makanya, supaya bisa, memang harus banyak latihan, kerjakan tugas yang ibu berikan, kalau ndak mengerti tanya.”

M₂ : “Ya Bu”

D : “Untuk soal nomor 2, batas integralnya dari 3 sampai 7, kenapa ditulis jawabannya dari 0 sampai 7?”

M₂ : “O...i ya Bu, saya kurang teliti.

D : “Rumus yang dibuatpun salah”

M₂ : “Saya bingung Bu, harus pakai cara yang mana, karena yang ibuk ajarkan banyak caranya

D : “Makanya dari grafik yang dibuat, bisa kita tentukan apakah menggunakan metode cakram, cincin, atau kulit tabung.”

M₂ : “Ya Bu, memang pemahaman saya kurang tentang itu.”

D : “Untuk soal nomor 3, rumusnya sudah betul, tapi menghitung integralnya salah? Bagaimana tu?”

M₂: “Iya Bu, saya tidak mengerti Bu”

M₂ memiliki kesulitan yang konsisten dengan M₁, yaitu pada kemampuan menggambar grafik fungsi dan memilih metode penyelesaian integral volume (cakram, cincin, atau kulit tabung). Faktor penyebabnya antara lain kurangnya latihan dan kebingungan memilih metode. Untuk memastikan keabsahan data, hasil wawancara ini telah diperiksa kembali melalui *member check* dengan M₂. Selain itu, dilakukan *triangulasi* dengan lembar jawaban M₂ yang memperlihatkan kesalahan dalam menentukan batas integral dan penerapan rumus, sebagaimana diungkapkan dalam wawancara.

Dari hasil wawancara mendalam tersebut, dapat dianalisis bahwa:

1. Mahasiswa kesulitan memahami fungsi dan grafik, mahasiswa mengaku “bingung memulai menggambar” (*visual-concept difficulty*).
2. Mahasiswa kurang latihan dan motivasi, muncul dari pernyataan “belajar kalau mau ujian saja” (*low learning engagement*).
3. Kelemahan pemahaman konsep dasar integral, “tidak mengerti menyederhanakan fungsi” (*conceptual gap*).

4. Kebiasaan prosedural tanpa refleksi – “*sudah dikerjakan, tidak sempat dicek*” (*non-metacognitive habit*).

Hasil analisis ini menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa terjadi secara menyeluruh pada setiap tahap *problem solving*. Hal ini menandakan bahwa permasalahan bukan hanya terletak pada keterbatasan teknis atau hafalan, tetapi pada kelemahan berpikir logis, sistematis, dan reflektif. Hasil penelitian lain menyebutkan “kurang memahami konsep, bingung memilih teknik integrasi, dan kurang memahami soal aplikasi” sebagai faktor utama kesalahan dalam soal kalkulus integral pembelajaran daring (Mahayukti et al., 2021).

Kesalahan dalam memahami masalah dan merencanakan strategi merupakan dua tahap paling kritis yang perlu mendapat perhatian dalam pembelajaran. Oleh karena itu, diperlukan strategi atau model pembelajaran yang mengasah keterampilan berpikir mahasiswa untuk mengurai permasalahan dengan baik, mengabstraksi permasalahan dengan mengambil hal – hal yang diperlukan, berpikir algoritmik sehingga sistematis dalam menyelesaikan permasalahan agar mahasiswa mampu memahami struktur soal dan merancang solusi yang tepat.

Khusus untuk materi menghitung volume benda putar, diperlukan kemampuan untuk membayangkan benda yang akan dicari volumenya. Berdasarkan hasil analisis, kesalahan paling banyak terletak pada kemampuan mahasiswa dalam menggambarkan grafik fungsi yang diberikan sehingga belum terbayang bentuk benda putar yang akan dicari volumenya. Oleh sebab itu, diperlukan media digital yang dapat membantu mahasiswa dalam

menampilkan objek dari sebuah fungsi yang diberikan, misalnya memanfaatkan aplikasi GeoGebra. Penelitian menunjukkan bahwa penerapan GeoGebra terbukti lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional (Hidayati & Murtiyasa, 2024).

Selain itu, dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan, mahasiswa dituntut terlebih dahulu untuk memecah masalah besar menjadi yang lebih kecil atau lebih sederhana (dekomposisi) sehingga lebih mudah untuk diolah, kemudian kenali kesamaan, tren, atau pola dalam data atau masalah tersebut (pengenalan pola), menyaring informasi penting dan mengabaikan detail yang tidak relevan untuk fokus pada esensi masalah (abstraksi), pengenalan pola dalam merencanakan penyelesaian, menyusun langkah-langkah logis yang sistematis untuk menyelesaikan masalah (berpikir algoritmik). Itu semua merupakan indikator *computational thinking* yang merupakan cara proses berpikir yang sistematis, efektif untuk menyelesaikan permasalahan. *Computational thinking* pada dasarnya merupakan proses pemecahan masalah dengan memanfaatkan komputer dan teknologi lainnya sehingga diperoleh solusi yang tepat (Voskoglou & Buckley, 2012).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap kemampuan *problem solving* mahasiswa Fakultas Teknik dalam menyelesaikan soal Kalkulus materi penerapan integral, dapat disimpulkan bahwa:

1. Kesalahan mahasiswa terjadi di hampir semua tahap/indikator *problem solving* menurut Polya,

dengan persentase kesalahan memahami masalah 56,32%, merencanakan penyelesaian 64,28%, melaksanakan rencana 71,26%, dan mengecek solusi kembali 92,77%. Meskipun mengecek solusi kembali persentasenya lebih besar, namun indikator memahami masalah dan merencanakan penyelesaian merupakan indikator penentu dalam menyelesaikan permasalahan yang diberikan.

2. Jenis kesalahan yang ditemukan meliputi kesalahan konseptual (misinterpretasi soal, kesalahan simbol), kesalahan prosedural (salah memilih metode integral, salah hitung), dan kesalahan evaluatif (tidak melakukan pengecekan jawaban).
3. Rendahnya kemampuan *problem solving* ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum menguasai keterampilan berpikir sistematis dan reflektif yang diperlukan dalam penyelesaian soal-soal integral.
4. Kesalahan yang berulang menunjukkan bahwa pembelajaran kalkulus di kelas masih menekankan pada aspek prosedural tanpa menumbuhkan pemahaman konsep dan strategi pemecahan masalah secara utuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, V. N. (2024). *Pengembangan Model Pedagogi Digital dalam Pembelajaran Matematika Terintegrasi Computational Thinking untuk Meningkatkan Kemampuan Problem Solving Siswa Sekolah Menengah Pertama*. Universitas Pendidikan Indonesia
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Sage Publications.
- Djunaidy, E., Tobondo, Y. V., & Tadjuka, M. A. (2023). Kesalahan Mahasiswa Menyelesaikan Soal Kalkulus Diferensial dengan Menggunakan Prosedur Polya. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 10835–10844.
- Ferrer, N. (2016). Analysis of Errors in Solving Calculus Word Problems Among College Students. *People: International Journal of Social Sciences*, 2(1), 56–70. <https://grdspublishing.org/index.php/people/article/view/318>
- Hidayati, A. N. & Murtiyasa, Budi. (2024). Efektivitas Media Pembelajaran Geogebra Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Siswa Pada Materi Transformasi Geometri. *JIPMat (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 9(2), 234 – 245. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v9i2.481>
- Jabnabillah, F. (2022). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal integral ditinjau dari prosedur Newman. *MEJ (Mathematics Education Journal)*, 6(1), 1–10. <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/MEJ/article/view/19625>
- Khamalia, N. A. N., Yusuf, A., Zuhroh, N. E., & Jannah, R. R. (2023). Pengaruh Pendidikan *Soft Skills* terhadap Jenjang Karir Mahasiswa. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 5(6), 2386–2394. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v5i6.5800>
- Kusumaningrum, T. A., Suherman, S., & Putra, Y. (2020). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Integral Tak Tentu.

- Kalamatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 183–194. <https://kalamatika.matematika-uhamka.com/index.php/kmk/article/view/412>
- Mahayukti, G. A., Dewi, P. K., Hartawan, I. G. N. Y., & Jana, P. (2021). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Mengerjakan Soal Kalkulus Integral dalam Pembelajaran Daring. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Sage Publications.
- Nurhuda, T., RKA, M., & Rizkiah, R. (2022). Analisis Keterampilan *Problem Solving* Mahasiswa Jurusan Teknik Industri di Kota Bandung pada Materi Listrik Dinamis. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS) Journal*, 5(2), 57–67. <https://doi.org/10.52188/jpfs.v5i2.268>
- Nursyahidah, F., & Albab, I. U. (2017). Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Integral. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(2), 242–251. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jrpm/article/view/15507>
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Rahmawati, N. D., Rubowo, M. R., & Rahmayani, I. D. (2022). Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Pada Materi SPLDV Ditinjau Dari Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis. *JIPMat*, 7(1), 72–80. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v7i1.11734>
- Rahmawati, T., Nurani, Y., & Ahmad, A. (2021). Profil Keterampilan Metakognitif Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Integral. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Pembelajaran*, 14(1), 21–30. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/PMP/article/view/45052>
- Sari, T. W., Asmin & Lubis, A. (2024). Pengembangan E-Modul Model Creative Problemsolving berbasis Soal Hots Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Adversity Quotient. *JIPMat (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 9(1), 130 – 141. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v9i1.367>
- Siswanto, E., & Meiliasari, M. (2024). Kemampuan Pemecahan Masalah pada Pembelajaran Matematika: Systematic Literature Review. *Jurnal Riset Pembelajaran Matematika Sekolah*, 8(1), 45–59. <https://doi.org/10.21009/jrpms.081.06>
- Sugiyono. (2017). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sumargiyani, S., Bintari, I. P., & Rusilowati, A. (2022). Analisis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal integral ditinjau dari tahapan pemecahan masalah Polya. *Alphamath: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(2), 123–134. <https://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/alphamath/article/view/85>
- Sumargiyani, S. (2023). Analisis Kesalahan Calon Guru Matematika dalam Menyelesaikan Soal Integral Fungsi Rasional Berdasarkan Tahapan Kastolan. *SIGMA: Jurnal Pendidikan Matematika*.

Voskoglou, M. G., & Buckley, S. (2012).
*Problem Solving and Computational
Thinking in a Learning
Environment.* May.
<http://arxiv.org/abs/1212.0750>

.