



Analisis Kesalahan Mahasiswa Teknik Pertambangan Menurut Kriteria Watson Dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus

Sastrowijoyo

Universitas Cordova, Indonesia

*Corresponding Author's e-mail: sastrowe05@gmail.com

Article History:

Received: July 15, 2025

Revised: July 28, 2025

Accepted: July 30, 2025

Keywords:

student errors; watson's criteria; integral calculus

Abstract: This study aims to identify the types of errors made by Mining Engineering students when solving integral calculus problems, based on Watson's error taxonomy. This research employed a descriptive qualitative approach, with three research subjects selected through purposive sampling. The selection was based on students' varying ability levels, high, medium, and low, and their communication skills in expressing ideas. The findings reveal that students made various types of errors in line with Watson's criteria. High-ability students made errors such as irrelevant data (id), omitted data (od), and omitted conclusion (oc). Medium-ability students committed errors such as incorrect procedure (ip), unwarranted manipulation (um), and omitted conclusion (oc). Meanwhile, low-ability students made more complex errors, including incorrect procedure (ip), omitted conclusion (oc), response level conflict (rlc), and skills hierarchy problem (shp). Factors contributing to these errors include lack of conceptual understanding, inaccuracy in reading the questions, forgetting integral formulas, and weak mastery of problem-solving steps. These findings are expected to contribute to improving the teaching methods of integral calculus in higher education, particularly in Mining Engineering programs.

Copyright © 2025, The Author(s).

This is an open access article under the CC-BY-SA license



How to cite: Sastrowijoyo, S. (2025). Analisis Kesalahan Mahasiswa Teknik Pertambangan Menurut Kriteria Watson dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus Integral. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, 4(7), 560–578. <https://doi.org/10.55681/sentri.v4i7.4254>

PENDAHULUAN

Matematika merupakan mata pelajaran yang diajarkan hampir di semua jenjang Pendidikan di Indonesia, baik dari jenjang Pendidikan dasar hingga Perguruan Tinggi. Matematika merupakan pelajaran yang sangat penting untuk dipelajari karena bukan hanya mempelajari dan menyelesaikan kumpulan rumus, melainkan digunakan untuk membuktikan kebenaran sebuah ide dan memecahkan masalah melalui pemikiran yang masuk akal, terstruktur dan akurat.¹ Cabang matematika pada perguruan tinggi salah satunya adalah mata kuliah kalkulus. Kalkulus merupakan salah satu aspek penting dalam pendidikan tinggi, terutama dalam program studi Teknik Pertambangan karena dapat

¹ Fatimah Zikra Dewi, Heni Lilia; Amalia, "ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA TADRIS MATEMATIKA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PERSAMAAN DIFERENSIAL BERDASARKAN KRITERIA WATSON" 4, no. 1 (2023): 57–76.

digunakan dalam berbagai disiplin ilmu dan mata kuliah penting untuk mahasiswa². Selain itu, kalkulus merupakan mata kuliah dasar dan sebagai prasyarat untuk mempelajari mata kuliah yang lain³. Dalam kalkulus, terdapat banyak konsep yang dipelajari salah satunya adalah integral. Konsep integral sangat penting dalam analisis matematis dan digunakan dalam berbagai perhitungan teknis seperti perhitungan volume, estimasi cadangan, dan permodelan geologi dan tambang.

Dalam proses belajar mengajar kalkulus, masih banyak ditemukan mahasiswa yang mengalami kesulitan belajar. Kesulitan belajar tersebut dapat dilihat dari kesalahan-kesalahan yang dilakukan mahasiswa. Kesalahan dalam pemecahan masalah dapat digunakan untuk mengukur sejauh mana pemahaman mahasiswa dan mengetahui penyebab kesalahan yang dilakukan⁴. Selain itu, analisis kesalahan sangat penting sebagai titik awal untuk mengembangkan pemahaman mahasiswa dalam matematika. Dengan mengetahui pemahaman dan penyebab kesalahan dapat mempermudah dosen untuk merencanakan strategi yang tepat dalam proses belajar mengajar⁵.

Berdasarkan hasil Ujian Tengah Semester (UTS) Semester genap tahun Akademik 2024/2025 pada mata kuliah kalkulus II di Program studi Teknik Pertambangan Universitas Cordova ditemukan masih banyak mahasiswa yang melakukan kesalahan. Dari 25 orang mahasiswa yang diberikan soal tes, hanya 10 orang yang mampu menjawab dengan benar dan sisanya sebanyak 15 mahasiswa masih melakukan kesalahan dalam mengerjakan soal yang diberikan. Artinya masih terdapat 60% yang melakukan kesalahan. Kesalahan yang terjadi bukan hanya kesalahan perhitungan, tetapi menyangkut pemahaman konsep, penalaran matematis, dan strategi penyelesaian soal. Jika keadaan tersebut terus terjadi maka besar kemungkinan akan terjadi kesalahan – kesalahan yang lain dan mengakibatkan rendahnya hasil belajar mahasiswa.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kesalahan mahasiswa dalam pembelajaran kalkulus adalah Kriteria Watson. Watson (dalam Yuzianah) mendefinisikan delapan kategori kesalahan 1). Data tidak sesuai (*Inappropriate data /ID*) 2). Prosedur yang tidak sesuai (*Inappropriate procedure/IP*) 3). Data hilang/diabaikan (*Omitted data/OD*) 4). Kesimpulan hilang (*Omitted Conclusion /OC*) 5). Ketidaksesuaian tingkat berpikir (*Response Level Conflict /RLC*) 6). Manipulasi soal tidak langsung (*Undirected Manipulation /UM*) 7). Masalah hirarki keterampilan (*Skill Hierarki*

² Ika Meika et al., "Analisis Kesalahan Dalam Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kalkulus Integral," *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 12, no. 2 (2023): 2663.

³ Bambang Eko Susilo et al., "Analisis Kesulitan Belajar Kalkulus, Reduksi, Dan Strateginya Sebagai Upaya Konstruksi Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru," *Konservasi Pendidikan Jilid 2* (2022): 163–194, <https://bookchapter.unnes.ac.id/index.php/kp/article/view/47>.

⁴ Dina Fitri Nurhidayah and Rippi Maya, "Penggunaan Kriteria Watson Untuk Menganalisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Materi Garis Dan Sudut," *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif* 4, no. 6 (2021): 1473–1480.

⁵ Dita Yuzianah, Prasetyo Budi Darmono, and Nila Kurniasih, "Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Teori Graf Berdasarkan Kriteria Watson," *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)* 10, no. 1 (2024): 95–103.

Problem/SHP) 8). selain ketujuh diatas (*Above Other /AO*).⁶ Dengan menggunakan Kriteria Watson sebagai alat analisis, maka peneliti dapat mengidentifikasi dan mengkategorikan jenis-jenis kesalahan yang dilakukan oleh Mahasiswa Teknik Pertambangan dalam menyelesaikan soal-soal kalkulus integral.

Mengingat pentingnya melakukan penelitian tentang analisis kesalahan mahasiswa pada mata kuliah kalkulus, menyebabkan telah banyak peneliti tertarik melakukan penelitian. Penelitian terdahulu yang melakukan penelitian serupa dilakukan oleh Siswandi hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa dengan kemampuan tinggi adalah kesalahan pengkodean, mahasiswa kemampuan sedang mengalami kesalahan pada proses penyelesaian dan pengkodean sedangkan mahasiswa dengan kemampuan rendah mengalami kesalahan pemahaman, kesalahan transformasi, kesalahan proses penyelesaian dan pengkodean⁷. Kemudian penelitian yang dilakukan Yuzianah tentang kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal teori graf menyatakan bahwa terjadi kesalahan prosedur yang tidak tepat, kesimpulan hilang dan kesalahan konflik level respon⁸. Berbeda dengan penelitian terdahulu, penelitian ini lebih focus pada analisis kesalahan mahasiswa dalam penyelesaian soal kalkulus integral berdasarkan kriteria Watson. Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penelitian ini adalah Apa saja jenis kesalahan yang dilakukan Mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus integral berdasarkan Kriteria Watson? Dan Apa faktor yang menyebabkan Mahasiswa membuat kesalahan dalam menyelesaikan soal kalkulus integral?

LANDASAN TEORI

2.1 Pembelajaran Matematika di Perguruan Tinggi

Matematika berasal dari bahasa Latin, dari "manthanein" atau "mathema", yang berarti "belajar" atau "hal yang dipelajari. Menurut Suriasumantri (dalam Rusmana) matematika adalah bahasa yang melambangkan serangkaian makna dari pernyataan yang ingin kita sampaikan⁹. Sedangkan menurut Susanto (dalam Rahimah) matematika merupakan salah satu cabang ilmu yang memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan berpikir dan berargumentasi seseorang, membantu dalam penyelesaian soal sehari-hari dan dalam dunia kerja, serta mendorong kemajuan dalam bidang teknologi dan ilmu pengetahuan¹⁰. Matematika tidak hanya penting untuk

⁶ Yuzianah, Darmono, and Kurniasih, "Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Teori Graf Berdasarkan Kriteria Watson."

⁷ Erlan Siswandi, "Analisis Kesalahan Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kalkulus Materi Persamaan Diferensial Berdasarkan Metode Newman Ditinjau Dari Kemampuan Awal Matematika," *SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA* 1, no. 1 (2021): 76–85.

⁸ Yuzianah, Darmono, and Kurniasih, "Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Teori Graf Berdasarkan Kriteria Watson."

⁹ Indra Martha Rusmana, "EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PENDEKATAN SLIM-N-BIL TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA" 4, no. 3 (2014): 208–218.

¹⁰ Mila Rahimah, "Analisis Faktor Penyebab Kesulitan Belajar Matematika Kelas IV Sekolah Dasar Negeri," *Cybernetics: Journal Educational Research and Social Studies* 4 (2023): 94–106.

memecahkan masalah sehari-hari, tetapi juga membantu kemajuan teknologi karena matematika adalah ilmu pasti dan sebagai dasar untuk bidang ilmu lain.

Matematika tidak hanya penting dipelajari di jenjang Pendidikan dasar dan menengah tetapi sangat penting dipelajari di perguruan tinggi karena bukan sekadar hitung-hitungan tetapi juga membantu mahasiswa mempelajari cara berpikir ilmiah, menyelesaikan masalah praktis, dan memperoleh keterampilan yang diperlukan dalam dunia modern yang kompleks dan bergantung pada data. Pembelajaran matematika di perguruan tinggi bertujuan untuk membantu mahasiswa memperoleh kemampuan berpikir tingkat tinggi. Menurut Zulkardi dan Putri mengatakan bahwa pembelajaran matematika di perguruan tinggi memiliki karakteristik sebagai berikut¹¹.

1. Berbasis konsep abstrak tingkat tinggi, mencangkup materi seperti limit, turunan, integral, dan ruang vektor. Ini juga menuntut pemahaman simbolik mendalam dan abstraksi tinggi.
2. Berorientasi pada Pemecahan Masalah, Mahasiswa tidak hanya menyelesaikan soal biasa, tetapi mereka juga harus membuat strategi penyelesaian soal yang terbuka dan kontekstual.
3. Mahasiswa diharapkan menjadi mandiri dan kritis dengan aktif mengeksplorasi materi, menguji hipotesis, dan membandingkan metode penyelesaian.
4. Mahasiswa didorong untuk memahami hubungan antar topik matematika dan penerapannya dalam bidang studi atau dunia nyata.

Tujuan pembelajaran matematika di perguruan tinggi Menurut NCTM adalah sebagai berikut¹²:

1. Mengembangkan kemampuan berpikir deduktif dan abstrak.
2. Meningkatkan kemampuan untuk memecahkan masalah dalam berbagai situasi.
3. Meningkatkan kemampuan komunikasi matematis baik secara lisan maupun tulisan

Membentuk pandangan yang positif terhadap matematika

2.2 Kalkulus Integral

Kalkulus integral merupakan bagian dari kalkulus yang berkaitan dengan penjumlahan tak terhingga dari fungsi-fungsi kecil dalam interval tertentu. Tujuan utama kalkulus integral adalah untuk menentukan nilai rata-rata suatu fungsi, luas di bawah kurva, dan volume benda putar. Integral terbagi atas dua bentuk yaitu Integral tak tentu dan integral tentu¹³. Integral tak tentu digunakan untuk menemukan fungsi asal dari suatu turunan yang ditulis sebagai $\int f(x)dx$. Sedangkan integral tentu digunakan untuk menghitung nilai area di bawah kurva atau luas bidang yang ditulis sebagai $\int_a^b f(x)dx$.

Beberapa konsep penting dalam kalkulus integral adalah sebagai berikut:

¹¹ Zulkardi and Ratu Ilma Indra Putri, "Supporting Mathematics Teachers to Develop Jumping Task Using PISA Framework (JUMPISA)," *Mathematics Education Journal* 14, no. 2 (2020): 199–210.

¹² Mohammad Archi Maulyda, *PARADIGMA PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS NCTM*, 2020.

¹³ Sutika Dewi, "Rumus Integral Tak Tentu Melalui Pola Integral" (2013): 49.

1. Integral tak tentu dan konstanta
2. Aturan substitusi
3. Integral partial
4. Integral Trigonometri
5. Integral fungsi rasional dan
6. Aplikasi Integral (volume, panjang kurva, dll.)

Menurut Zulkardi dan Putri berdasarkan kurikulum *Outcome-Based Education* dan panduan pembelajaran matematika, pembelajaran kalkulus integral bertujuan untuk¹⁴:

1. Membangun pemahaman konseptual tentang integral sebagai proses akumulasi
2. mengembangkan keterampilan prosedural yang diperlukan untuk menyelesaikan berbagai bentuk integral.
3. Mendorong Mahasiswa menghubungkan teori-teori penting dengan aplikasinya di dunia nyata. Hal ini termasuk simulasi volume tanah, tekanan air tanah, dan grafik distribusi beban.
4. Melatih kemampuan Mahasiswa untuk berpikir matematis secara sistematis, logis, dan reflektif.

2.3 Kesalahan dalam pemecahan masalah Matematika

Menurut Radatz kesalahan matematika adalah kesalahan dari proses atau hasil yang seharusnya diperoleh berdasarkan aturan matematis dalam pemecahan masalah¹⁵. Sedangkan menurut Andriani (dalam Ikhwan) mengatakan bahwa jawaban yang tidak sesuai dengan kriteria yang ditetapkan dinyatakan sebagai jawaban yang salah¹⁶. Ada beberapa jenis kesalahan dalam belajar matematika, salah satunya kesalahan menurut Watson. Menurut Watson dalam Yuzianah terdapat 8 (delapan) jenis kesalahan dalam mengerjakan soal matematika, sebagai berikut¹⁷:

1. Data yang digunakan tidak sesuai (*Inappropriate data / ID*)
2. Prosedur yang tidak sesuai (*Inappropriate procedure / IP*)
3. Data yang penting hilang/diabaikan (*Omitted data / OD*)
4. Kesimpulan hilang atau menyelesaikan tidak tuntas (*Omitted Conclusion / OC*)
5. Ketidaksesuaian tingkat berpikir (*Response Level Conflict / RLC*)
6. Manipulasi soal tidak langsung (*Undirected Manipulation / UM*)
7. Masalah hirarki keterampilan (*Skill Hierarki Problem / SHP*)
8. Kesalahan selain ketujuh diatas (*Above Other / AO*)

Tujuan kesalahan Watson yaitu untuk mengklasifikasikan jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa agar memudahkan guru/dosen untuk mengetahui jenis

¹⁴ Zulkardi and Putri, "Supporting Mathematics Teachers to Develop Jumping Task Using PISA Framework (JUMPISA)."

¹⁵ Hendrik Radatz, "Students' Errors in the Mathematical Learning Process: A Survey*," *For the Learning of Mathematics* 1, no. 1 (1980): 16–20.

¹⁶ Nur Fauziah Ikhwan, "Analisis Kesalahan Siswa Menurut Watson Pada Materi Bentuk Aljabar Ditinjau Dari Gaya Belajar Kelas VIII Smpn 40 Makassar Skripsi" (2023).

¹⁷ Yuzianah, Darmono, and Kurniasih, "Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Teori Graf Berdasarkan Kriteria Watson."

kesalahan yang di lakukan sehingga mempermudah dalam mencari solusi dari kesalahan tersebut. Berdasarkan jenis kesalahan di atas, terdapat beberapa indikator kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus sebagai berikut.

Tabel 1. Kriteria Kesalahan Menurut Watson.

Kriteria	No. Kesalahan	Indicator kesalahan
Watson		
1	<i>Inappropriate data (ID)</i>	Penggunaan data yang kurang tepat atau kesalahan memasukkan data ke variabel
2	<i>Inappropriate procedure (IP)</i>	a. Menggunakan rumus yang kurang tepat b. Tidak menuliskan langkah – langkah penyelesaian masalah
3	<i>Omitted data (Od)</i>	Data yang di masukkan tidak lengkap
4	<i>Omitted Conclusion (OC)</i>	a. Tidak menggunakan data yang diperoleh untuk membuat kesimpulan b. Proses berhenti di tengah jalan tanpa jawaban akhir c. Mengerjakan soal sesuai data kemudian menjadikan hasil akhir dengan cara yang tidak sesuai data.
5	<i>Response Level Conflict (RLC)</i>	Menuliskan jawaban tanpa tanpa alasan yang logis
6	<i>Undirected Manipulation (UM)</i>	Kesalahan dalam penyelesaian proses yang diubah dari tahap satu ke tahap berikutnya
7	<i>Skill Hierarki Problem (SHP)</i>	a. Melakukan kesalahan dalam pengoperasian b. Kurang kreativitas dalam merubah sifat yang diminta dalam persoalan
8	<i>Above Other (AO)</i>	a. Menulis ulang soal b. Tidak menulis jawaban

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan deskriptif, karena data yang di kumpulkan berupa kata- kata atau gambar bukan berupa angka. Menurut Moleong dalam Abdussamad penelitian kualitatif adalah penelitian yang bertujuan untuk memahami fenomena yang dialami oleh subjek penelitian, seperti perilaku, persepsi, motivasi, dan tindakan, secara menyeluruh dan dengan menggunakan berbagai metode dalam konteks alamiah¹⁸. Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan dan menganalisis jenis kesalahan yang dilakukan

¹⁸ Zuchri Abdussamad, *Metode Penelitian Kualitatif, Etika Jurnalisme Pada Koran Kuning : Sebuah Studi Mengenai Koran Lampu Hijau*, vol. 16, 2015.

Mahasiswa saat menyelesaikan soal kalkulus integral yang didasarkan pada standar kesalahan Watson.

3.2 Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Mahasiswa semester 2 program studi Teknik Pertambangan Universitas Cordova yang telah mempelajari mata kuliah Kalkulus II materi Integral sebanyak 25 orang Mahasiswa. Subjek dipilih sebanyak 3 orang yang terdiri dari tingkat kemampuan tinggi, kemampuan sedang dan kemampuan rendah. Kemudian pemilihan subjek berdasarkan *Teknik Purposive Sampling* dengan pertimbangan tingkat kemampuan Mahasiswa berdasarkan skor yang dihasilkan dan kemampuan komunikasi yang baik untuk mengungkapkan pendapat dalam wawancara. Menurut Ratumanan dan Laurens tingkat kemampuan mahasiswa di kelompok menjadi 3 seperti tabel dibawah ini¹⁹.

Tabel 2. Penilaian Acuan Patokan (PAP)

No	Kelompok	Skor Tes
1	Kemampuan tinggi	80 – 100
2	Kemampuan sedang	60-79
3	Kemampuan rendah	< 60

3.3 Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini Teknik pengumpulan data yang digunakan terdiri atas;

a. Pemberian Tes

Pemberian tes tertulis bertujuan untuk mengukur kemampuan Mahasiswa dalam menyelesaikan soal integral. Tes diberikan pada Mahasiswa Teknik pertambangan berupa tes yang terdiri dari 3 soal essay yang dikerjakan dalam waktu 2 jam mata kuliah.

b. Wawancara

Teknik wawancara merupakan cara yang digunakan untuk mendapatkan data dengan mengadakan wawancara dengan informan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan wawancara semi-terstruktur untuk mengonfirmasi alasan di balik kesalahan yang dilakukan oleh Mahasiswa. Wawancara semi-terstruktur dimana wawancara hanya pokok permasalahan yang disiapkan dan pertanyaan dapat berkembang sesuai jawaban informan²⁰.

c. Dokumentasi

Dokumentasi merupakan metode pengumpulan dengan mengumpulkan gambar saat melakukan penelitian. Dokumentasi dalam penelitian ini berupa gambar hasil pekerjaan Mahasiswa.

¹⁹ Sekartaji Machdalena Sari Putri and Rani Kurnia Putri, "Profil Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Teori Polya Ditinjau Dari Kemampuan Matematika Siswa," *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika* 6, no. 2 (2022): 1776–1787.

²⁰ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D* (Bandung: Alfabeta, 2018).

Mengingat penelitian ini adalah penelitian kualitatif maka peneliti sendiri menjadi instrumen utama dalam penelitian karena peneliti yang terlibat langsung dalam mencari dan mengumpulkan data penelitian. Kemudian peneliti menggunakan pedoman wawancara semi terstruktur untuk memperkuat data hasil tes yang telah dikumpulkan.

3.4 Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan proses mengorganisasikan dan mengurutkan data kedalam pola, kategori dan satuan uraian dasar sehingga dapat ditemukan tema dan dapat dirumuskan hipotesis kerja seperti yang disarankan oleh data-data²¹. Data yang telah dikumpulkan melalui pemberian tes dan wawancara dalam penelitian ini selanjutnya akan dianalisis secara kualitatif. Menurut Milles dan Huberman terdapat beberapa tahapan analisis data kualitatif yaitu *Data reduction* (Reduksi Data), *Data display* (Penyajian data) dan *Conclusion/verification* (Penarikan Kesimpulan/Verifikasi)²².

a. Reduksi data:

Data yang didapatkan di lapangan jumlahnya sangat banyak, perlu dilakukan pencatatan secara rinci. Dalam penelitian ini peneliti melakukan pemilihan dan merangkum data jawaban Mahasiswa berdasarkan keragamannya sehingga memperoleh pengelompokan data yang diperlukan.

b. Penyajian Data

Langkah kedua melakukan penyajian data. Penyajian data bertujuan agar data hasil reduksi terorganisirkan, tersusun dalam pola sehingga mudah dipahami. Penyajian data dapat dilakukan dalam bentuk uraian singkat/teks, bagan, flowchart dan sejenisnya. Kemudian peneliti menyajikan data dalam bentuk tabel dan mendeskripsikan data yang telah direduksikan

c. Penarikan kesimpulan

Langkah terakhir dalam analisis data adalah penarikan kesimpulan/verifikasi yaitu dengan memahami apa yang terdapat dilapangan, setelah direduksi dan dideskripsikan dalam bentuk penyajian data, selanjutnya data diinterpretasikan guna mendapatkan kesimpulan tentang kesalahan Mahasiswa dalam menyelesaikan soal integral menurut kriteria Watson.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan terhadap 25 Mahasiswa Teknik pertambangan yang telah mempelajari materi integral mata kuliah kalkulus 2. Kemudian diberikan tes materi integral substitusi (tentu dan tidak tentu) dan integral parsial untuk melihat jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa berdasarkan tingkat kemampuan tinggi,

²¹ Abdussamad, *Metode Penelitian Kualitatif*, vol. 16, p. .

²² Milles dan Huberman, *Analisis Data Kualitatif* (JAKARTA: Penerbit Universitas Indonesia (UI -Press), 1992).

sedang dan rendah. Berikut tabel hasil tes materi integral kalkulus prodi Teknik pertambangan.

Tabel 3. Hasil Tes Mahasiswa

No.	Nama	Jenis Kelamin	Nilai
1	HEM	Perempuan	80
2	AJHM	Laki – laki	90
3	NM	Perempuan	100
4	R	Laki – laki	80
5	QAB	Laki – laki	85
6	DB	Laki – laki	100
7	MD	Laki – laki	100
8	IN	Perempuan	100
9	LDS	Perempuan	100
10	ZM	Laki – laki	60
11	SCP	Laki – laki	65
12	AMP	Laki – laki	60
13	RDP	Laki – laki	65
14	MRM	Laki – laki	70
15	NDA	Laki – laki	75
16	RH	Laki – laki	65
17	RM	Laki – laki	60
18	ZA	Perempuan	76
19	MAP	Laki – laki	75
20	CNL	Perempuan	68
21	SA	Laki – laki	50
22	MS	Laki – laki	48
23	I	Laki – laki	55
24	RS	Laki – laki	50
25	T	Laki – laki	55

Berdasarkan tabel di atas terlihat dari 25 Mahasiswa yang mengikuti tes kalkulus integral, terdapat 5 orang menjawab dengan benar, 20 masih melakukan kesalahan dengan rincian sebanyak 4 kemampuan tinggi, 11 kemampuan sedang dan 5 kemampuan rendah. Kemudian dipilih mahasiswa yang paling banyak melakukan kesalahan yaitu 2 Mahasiswa kemampuan tinggi, 3 mahasiswa yang berkemampuan sedang dan 2 orang kemampuan rendah. Berdasarkan beberapa pertimbangan maka dipilih masing – masing 1 orang yang memperoleh nilai tinggi, nilai sedang dan nilai rendah untuk dilakukan wawancara terhadap hasil tes yang sudah dikerjakan. Untuk mempermudah analisis data peneliti memberikan pengkodean terhadap mahasiswa yang terpilih.

Tabel 4. Kode Mahasiswa

Inisial Nama Mahasiswa	Kemampuan	Kode
HEM	Tinggi	M1
ZM	Sedang	M2
MS	Rendah	M3

4.2 Jenis kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa M1, M2 dan M3.

4.2.1 Jenis Kesalahan mahasiswa M1

a. Hasil Mahasiswa (M1) pada soal nomor 2.

$$\begin{aligned}
 & \textcircled{2} \quad - \int_1^3 3(4x+4)^2 dx \\
 & u = 4x+4 \\
 & du = 4 \\
 & dx = \frac{du}{4} = \frac{1}{4} du \\
 & \text{atas} = 4x+1 = 4(3)+1 = 13 \\
 & \text{bawah} = 4x+1 = 4(1)+1 = 5 \\
 & = \int_5^{13} u^2 \cdot \frac{1}{4} du \\
 & = \frac{1}{4} \int_5^{13} u^2 du \\
 & = \frac{1}{4} \left[\frac{u^3}{3} \right]_5^{13} \\
 & = \frac{1}{4} \left(\frac{13^3}{3} - \frac{5^3}{3} \right) + C
 \end{aligned}$$

Gambar 1. Hasil jawaban M1 pada soal nomor 2

Berdasarkan hasil jawaban pada nomor 2, mahasiswa M1 terlihat melakukan beberapa kesalahan dalam memecahkan masalah. Mahasiswa salah dalam menyubstitusi batas integral baru dengan menulis $4x+1$ padahal pada soal $4x+4$ sehingga menghasilkan batas integral yang salah. Kemudian mahasiswa juga tidak menulis kembali angka 3 pada proses substitusi dan mahasiswa menulis konstanta C pada bentuk integral tentu. Namun setelah dilakukan wawancara, mahasiswa mampu memahami dan menjelaskan dengan benar soal yang diberikan tetapi mahasiswa menyadari mengalami kekeliruan dalam menjawab soal karena kurang teliti membaca soal dan tidak mengecek kembali apa yang telah di tulis. Dari hasil tes dan wawancara, mahasiswa M1 melakukan kesalahan dengan memasukkan data yang tidak tepat (*Inappropriate data*), menghilangkan data (*omitted data*) dan membuat kesimpulan yang salah (*omitted conclusion*). Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Mafruhah dan muchyidin yang menyatakan bahwa tidak sedikit subjek yang melakukan kesalahan memasukkan atau menggunakan data karena kurang teliti dalam

membaca soal²³. Lebih lanjut Yuzianah juga menyatakan bahwa mahasiswa yang kurang teliti cenderung memberikan jawaban yang tidak sesuai dengan pertanyaan pada soal²⁴. Dengan demikian untuk mengatasi kesalahan memasukkan data, menghilangkan data penting atau membuat kesimpulan perlu ketelitian dalam membaca soal dan menyalin data.

b. Hasil nomor 3 Mahasiswa M1

$$\begin{aligned}
 & 3. \int 2x (4x+3)^2 dx \\
 & u = 2x \\
 & du = 2 dx \\
 & dx = \frac{1}{2} du \\
 & \int u (2u+3)^2 \cdot \frac{1}{2} du \\
 & = \frac{1}{2} \int u (4u^2 + 12u + 9) du \\
 & = \frac{1}{2} \int (4u^3 + 12u^2 + 9u) du \\
 & = \frac{1}{2} \left(\frac{4}{4} u^4 + \frac{12}{3} u^3 + \frac{9}{2} u^2 \right) + C \\
 & = \frac{1}{2} (u^4 + 4u^3 + \frac{9}{2} u^2) + C \\
 & = \frac{1}{2} (2x)^4 + \frac{1}{2} (2x)^3 \cdot 4 + \frac{1}{2} (2x)^2 \cdot \frac{9}{2} + C \\
 & = \frac{1}{2} (16x^4 + 32x^3 + 18x^2) + C \\
 & = 8x^4 + 16x^3 + 9x^2 + C
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \int uv = uv - \int v du \\
 & = 2x \left(\frac{1}{12} (4x+3)^3 \right) - \int \frac{1}{12} (4x+3) 2 dx \\
 & = \frac{2x}{12} (4x+3)^3 - \int \frac{2}{12} (4x+3) dx \\
 & = \frac{2x}{12} (4x+3)^3 - \int \frac{1}{6} (4x+3) dx \\
 & a_h = 4x+3 \\
 & da_h = 4 dx \\
 & dx = \frac{1}{4} da_h \\
 & = \int \frac{1}{6} a_h \cdot \frac{1}{4} da_h \\
 & = \frac{1}{24} \int a_h da_h \\
 & = \frac{1}{24} \left(\frac{1}{2} a_h^2 \right) + C \\
 & = \frac{1}{48} (4x+3)^2 + C
 \end{aligned}$$

Gambar 2. Hasil jawaban M1 pada soal nomor 3

Berdasarkan hasil jawaban pada nomor 3 mahasiswa M1, terlihat mahasiswa melakukan kesalahan dengan tidak menuliskan pangkat V pada $\int v du$. Kemudian peneliti melakukan wawancara dengan mahasiswa menyatakan bahwa lupa dan kurang teliti menuliskan pangkat. Dari hasil tes dan wawancara, mahasiswa M1 menyatakan lupa dan kurang teliti dalam menyelesaikan soal yang diberikan sehingga jawaban akhir yang didapatkan juga salah sehingga termasuk jenis kesalahan menghilangkan data (*Omitted*

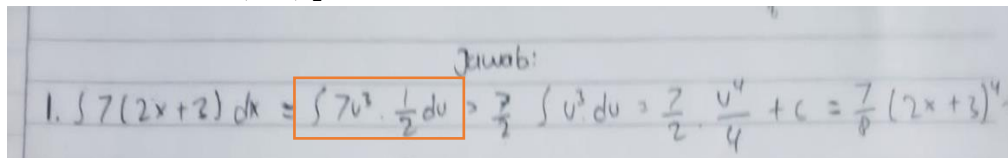
²³ Laely Mafruhah and Arif Muchyidin, "Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Kriteria Watson," *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika* 15, no. 1 (2020): 24–35.

²⁴ Yuzianah, Darmono, and Kurniasih, "Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Teori Graf Berdasarkan Kriteria Watson."

data) serta membuat kesimpulan yang salah (*Omitted conclusion*). Hal tersebut sejalan dengan penelitian Daswarman menyatakan bahwa salah satu factor penyebab kesalahan mahasiswa menghilangkan data adalah kurang teliti dan ketergesaan dalam menyelesaikan soal²⁵. Kemudian kesalahan membuat kesimpulan akibat melakukan penghilangan data.

4.2.2 Jenis Kesalahan Mahasiswa M2

- a. Hasil Mahasiswa (M2) pada soal nomor 1.

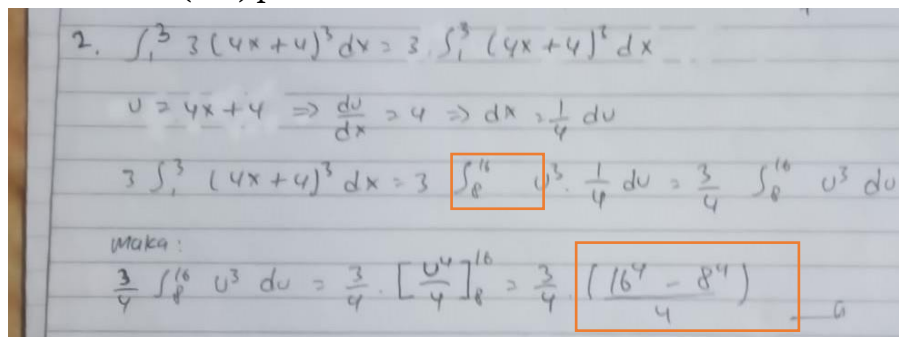


Handwritten solution for problem 1:
$$1. \int 7(2x+3) dx = \int 7u^3 \cdot \frac{1}{2} du = \frac{7}{2} \int u^3 du = \frac{7}{2} \cdot \frac{u^4}{4} + C = \frac{7}{8} (2x+3)^4 + C$$
 The student incorrectly substituted $u = 2x+3$ and $du = 2dx$ (implied), leading to an incorrect result.

Gambar 3. Hasil jawaban M2 pada soal nomor 1

Berdasarkan hasil jawaban diatas, mahasiswa mampu menjawab soal dengan benar tetapi proses yang dilakukan mahasiswa masih terdapat kesalahan. Terlihat mahasiswa tidak menuliskan secara eksplisit proses turunan $u = 2x + 3$ dan $du = 2 dx$ atau $dx = \frac{1}{2} du$. Kemudian hasil wawancara menyatakan bahwa mahasiswa mengabaikan langkah substitusi karena sudah mengetahui hasil dari turunan U. Dari hasil tes dan wawancara yang dilakukan bahwa mahasiswa M2 melewati langkah dari proses yang diperlukan dalam penyelesaian masalah sehingga termasuk melakukan jenis kesalahan manipulasi tidak langsung (*Undirect Manipulation*). Penyebab melakukan kesalahan ini karena siswa sudah terbiasa melakukan dengan cara sederhana²⁶. Lebih lanjut, Rachman & Saripuddin menyatakan bahwa mahasiswa yang sudah merasa yakin dengan jawabannya menyebabkan kurang teliti dalam proses perhitungan dan tidak melakukan pemeriksaan kembali²⁷. Oleh karena itu, dosen perlu menekankan untuk memperhatikan strategi penyelesaian agar prosesnya lebih jelas dan teratur.

- b. Hasil Mahasiswa (M2) pada soal nomor 2.



Handwritten solution for problem 2:
$$2. \int_1^3 3(4x+4)^3 dx = 3 \int_1^3 (4x+4)^3 dx$$

$$u = 4x+4 \Rightarrow \frac{du}{dx} = 4 \Rightarrow dx = \frac{1}{4} du$$

$$3 \int_1^3 (4x+4)^3 dx = 3 \int_8^{16} u^3 \cdot \frac{1}{4} du = \frac{3}{4} \int_8^{16} u^3 du$$

 Maka:

$$\frac{3}{4} \int_8^{16} u^3 du = \frac{3}{4} \cdot \left[\frac{u^4}{4} \right]_8^{16} = \frac{3}{4} \cdot \left(\frac{16^4}{4} - \frac{8^4}{4} \right)$$
 The student incorrectly substituted $u = 4x+4$ and $du = 4dx$ (implied), leading to an incorrect result.

Gambar 4. Hasil Mahasiswa (M2) pada soal nomor 2.

²⁵ Daswarman, "Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Daswarman" 06, no. 02 (2022): 1335–1344.

²⁶ Mafruhah and Muchyidin, "Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Kriteria Watson."

²⁷ Ardi Fauzi; Saripuddin Rachman, "ANALISIS KESALAHAN SISWA KELAS XI PADA MATERI TRIGONOMETRI," *Sigma* 5, no. 2 (2020): 37.

Berdasarkan hasil jawaban pada nomor 2, mahasiswa langsung menuliskan hasil batas baru integral tanpa menuliskan proses substitusi batas integral, ketika $x=1$ hasilnya 8, dan Ketika $x=3$ hasilnya 16. Kemudian wawancara dengan mahasiswa menyatakan bahwa tidak melakukan substitusi karena sudah mengetahui hasil yang di dapatkan. Dari hasil tes dan wawancara, bahwa mahasiswa mengabaikan proses penting dalam pengerjaan soal integral substitusi. Sehingga mahasiswa melakukan kesalahan manipulasi tidak langsung (*Undirect Manipulation*). Kemudian mahasiswa M2 terlihat tidak menuliskan hasil hingga tuntas jawaban soal tersebut. Hasil wawancara menyatakan bahwa mahasiswa merasa malas karena perhitungannya panjang dan tidak focus karena waktu yang tersedia hampir habis. Berdasarkan tes dan wawancara didapatkan bahwa mahasiswa sudah memahami konsep dengan baik tetapi mengabaikan langkah untuk mendapatkan hasil akhir maka hal tersebut termasuk jenis kesalahan *Omitted Conclusion*. Hal ini sejalan penelitian Dewi dan amalia menyatakan bahwa salah satu penyebab kesalahan mahasiswa dalam penyelesaian soal karena kurang focus saat mengerjakan soal²⁸. Oleh karena itu, mahasiswa perlu memanfaatkan waktu dengan baik untuk menjaga konsentrasi dalam mengerjakan soal.

c. Hasil nomor 3 Mahasiswa M2

$$\begin{aligned}
 & \int 2x(4x+3)^2 dx \\
 & 2x(4x+3)^2 \cdot \int 2x(4x+3)^2 dx \\
 & = \int 2x(16x^2 + 24x + 9) dx \\
 & = \int (32x^3 + 48x^2 + 18x) dx \\
 & = \int 32x^3 dx + \int 48x^2 dx + \int 18x dx \\
 & = 8x^4 + 16x^3 + 9x^2 + C \\
 & \text{Jadi } \int 2x(4x+3)^2 dx \\
 & = 8x^4 + 16x^3 + 9x^2 + C
 \end{aligned}$$

Gambar 5. Hasil nomor 3 Mahasiswa M2

Berdasarkan hasil jawaban pada nomor 3, Mahasiswa menyelesaikan soal dengan aljabar padahal bentuknya dari dua fungsi berbeda $2x$ dan $(4x+3)^2$. Hasil wawancara dengan mahasiswa menyatakan bahwa telah lupa dengan rumus aturan integral parsial dan langsung menjabarkan integral meskipun tidak sesuai prosedur. Dari hasil tes dan wawancara, bahwa mahasiswa salah menggunakan rumus dalam menyelesaikan soal sehingga termasuk jenis kesalahan *Inappropriate Procedure*. Hal ini sejalan dengan penelitian Nuranggraeni dkk dan Daswarman menyatakan bahwa kesalahan dalam mengerjakan

²⁸ Dewi, Heni Lilia; Amalia, "ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA TADRIS MATEMATIKA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PERSAMAAN DIFERENSIAL BERDASARKAN KRITERIA WATSON."

soal karena tidak dapat mengingat dan memilih rumus yang diperlukan sehingga menyebabkan kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika^{29 30}.

4.2.3 Jenis Kesalahan Mahasiswa M3

a. Hasil Mahasiswa (M3) pada soal nomor 1.

$$\begin{aligned} & \int 9(2x+3)^4 dx \\ &= 9(2x+3)^4 dx \\ & 7 = \frac{8x}{2+1} \\ &= \frac{8}{8} x^8 + 7 \\ &= \frac{5}{7} + C \end{aligned}$$

Gambar 6. Hasil Mahasiswa (M3) pada soal nomor 1

Berdasarkan hasil jawaban diatas, mahasiswa M3 terlebih dahulu merubah $2x + 3$ menjadi $5x$ kemudian melakukan manipulasi rumus integral tetapi kurang tepat. Selanjutnya hasil wawancara menyatakan bahwa sudah lupa cara melakukan pemisalan turunan dan langsung mencoba menyubstitusikan pada rumus integral. Dari hasil tes dan wawancara menunjukkan bahwa mahasiswa sudah lupa konsep dalam penyelesaian soal integral. Hal ini termasuk jenis kesalahan *Response Level Conflict (RLC)*. Penyebab kesalahan ini karena mahasiswa tersebut tidak memahami konsep dasar integral. Sejalan dengan penelitian Mafruhah & Muchyidin yang menyatakan bahwa kesalahan konflik level respon disebabkan karena belum memahami konsep dan prosedur penyelesaian soal sehingga jawaban yang diberikan sesuai dengan pemahamannya³¹. Kemudian pada proses selanjutnya mahasiswa melakukan pencoretan pangkat dan penyebut. Berdasarkan hasil wawancara menyatakan bahwa melakukan pecoretan karena menganggap hal tersebut bisa dilakukan. Maka termasuk jenis kesalahan *Skill Hierarchy Problem (SHP)* karena melakukan kesalahan dalam pengoperasian pembagian. Hal ini sejalan dengan penelitian Ikhwan menyatakan bahwa mahasiswa tidak dapat menyelesaikan operasi aljabar karena kekurangan ide-ide penggunaan aljabar³².

²⁹ Elva Nuranggraeni, Kiki Nia Sania Effendi, and Sutirna Sutirna Sutirna, "Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Ditinjau Dari Kesulitan Belajar Siswa," *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika)* 6, no. 2 (2020): 107–114.

³⁰ Daswarman, "Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Daswarman."

³¹ Mafruhah and Muchyidin, "Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Kriteria Watson."

³² Ikhwan, "Analisis Kesalahan Siswa Menurut Watson Pada Materi Bentuk Aljabar Ditinjau Dari Gaya Belajar Kelas VIII Smpn 40 Makassar Skripsi."

b. Hasil Mahasiswa (M3) pada soal nomor 2.

Handwritten student work for problem 2. The work shows the integral $\int_1^3 3(4x+4)^9 dx$. The student incorrectly writes $= \int 3u^4 \frac{1}{4} dx = \frac{3}{4}$. Then, they write $= \int u^4 dx \frac{3}{4} \cdot \frac{u^5}{5} + c = \frac{3}{20} u^5 + c$. Finally, they write $= \frac{3}{20} (4x+4)^5 + c$. Several parts of the work are boxed in orange, highlighting errors in the process.

Gambar 7. Hasil Mahasiswa (M3) pada soal nomor 2

Berdasarkan hasil jawaban pada nomor 2, mahasiswa tidak menuliskan kembali batas integral atau tidak membuat batas integral baru. Mahasiswa juga langsung menulis hasil turunan tanpa menuliskan secara eksplisit proses turunan $u = 4x+4$ dan menulis $= \frac{3}{4}$. Selanjutnya menulis $\int u^4 dx \frac{3}{4} \cdot \frac{u^5}{5} + c = \frac{3}{20} u^5 + c$. Mahasiswa terlihat menulis dua kali u^4 dan u^5 dan hasil operasi di sebelah kanan di tulis kembali u^4 . Berdasarkan hasil wawancara menyatakan bahwa sudah lupa konsep integral tentu dan bingung menjawab apa yang dia tulis. Maka dari hasil tes dan wawancara bahwa mahasiswa menyelesaikan masalah tanpa alasan yang logis. Sehingga kesalahan tersebut termasuk jenis kesalahan *Response Level Conflict (RLC)*. Hal ini sejalan dengan penelitian Siswandi yang menyatakan bahwa mahasiswa sulit memahami soal karena tidak memahami konsep yang berkaitan dengan materi tersebut³³.

c. Hasil Mahasiswa (M3) pada soal nomor 3.

Handwritten student work for problem 3. The work shows the integral $\int 2x(4x+3)^2 dx$. The student expands the expression to $= (4x+3)^2 = (4x)^2 + 2(4x)(3) + 3^2 = 16x^2 + 24x + 9$. Then, they write $= \int 2x(16x^2 + 24x + 9) dx$. Next, they write $= \int (32x^3 + 48x^2 + 18x) dx$. Finally, they write $\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + c$ and label it "Rumus Integral". Several parts of the work are boxed in orange, highlighting errors in the process.

Gambar 8. Hasil Mahasiswa (M3) pada soal nomor 3.

³³ Siswandi, "Analisis Kesalahan Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kalkulus Materi Persamaan Diferensial Berdasarkan Metode Newman Ditinjau Dari Kemampuan Awal Matematika."

Berdasarkan hasil jawaban pada nomor 3, Mahasiswa M3 menyelesaikan soal dengan aljabar padahal bentuknya dari dua fungsi berbeda $2x$ dan $(4x + 3)^2$. Hasil wawancara dengan mahasiswa menyatakan bahwa telah lupa konsep aturan integral parsial dan melakukan penjabaran soal tersebut. Dari hasil tes dan wawancara, bahwa mahasiswa salah menggunakan rumus dan menyelesaikan soal sesuai pemahamannya sehingga termasuk jenis kesalahan *Inappropriate Procedure* dan *Response Level Conflict (RLC)*. Hal ini sejalan dengan penelitian Mieka dkk menyatakan bahwa kesalahan dalam menyelesaikan masalah berawal dari penggunaan konsep yang salah sehingga menyebabkan langkah – langkah penyelesaian tidak tepat dan menghasilkan jawaban akhir yang salah³⁴. Selanjutnya, akibat kesalahan menggunakan rumus dalam penyelesaian soal maka menjadikan kesalahan pada kesimpulan atau *Omitted Conclusion*.

Berdasarkan temuan terhadap 3 subjek penelitian, jenis – jenis kesalahan yang dilakukan disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 5. Jenis Kesalahan Mahasiswa

No.	Jenis kesalahan	M1	M2	M3
1	Prosedur tidak sesuai (<i>Inappropriate Procedure</i>)	X	✓	✓
2	Data hilang (<i>Omitted Data</i>)	✓	X	X
3	Data yang tidak sesuai (<i>Inappropriate Data</i>)	✓	X	X
4	Ketidaksesuaian tingkat berpikir (<i>Response Level Conflict</i>)	X	X	✓
5	Manipulasi tidak langsung (<i>Undirect Manipulation</i>)	X	✓	X
6	Masalah hirarki keterampilan (<i>Skill Hierarki Problem</i>)	X	X	✓
7	Kesimpulan yang tidak sesuai (<i>Omitted Conclusion</i>)	✓	✓	✓

4.3 Faktor Penyebab Mahasiswa Melakukan Kesalahan

Berdasarkan jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa Teknik pertambangan dalam menyelesaikan masalah integral. Ditemukan beberapa faktor penyebab kesalahan, sebagai berikut.

1. Mahasiswa kemampuan tinggi (M1) dapat memahami konsep dasar integral substitusi dan integral parsial, tetapi kurang teliti dan tidak melakukan pemeriksaan ulang.
2. Mahasiswa kemampuan sedang (M2) memiliki keterbatasan mengingat rumus yang diperlukan dan mengabaikan langkah-langkah penting dalam penyelesaian serta tidak bisa mengatur waktu dengan baik.

³⁴ Meika et al., "Analisis Kesalahan Dalam Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kalkulus Integral."

3. Mahasiswa kemampuan rendah (M3) masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep dasar kalkulus integral secara menyeluruh, kelemahan dalam operasi aljabar serta rendahnya keterampilan manipulasi matematis.

KESIMPULAN

Penelitian yang dilakukan terhadap 25 mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan dalam mengerjakan soal-soal kalkulus integral serta melalui wawancara mendalam terhadap tiga subjek terpilih (M1, M2, dan M3) menunjukkan bahwa mahasiswa melakukan berbagai jenis kesalahan berdasarkan Kriteria Watson. Mahasiswa dengan tingkat kemampuan tinggi (M1) cenderung melakukan kesalahan pada aspek data yang tidak sesuai, data yang hilang, dan kesimpulan yang tidak lengkap. Sementara itu, mahasiswa dengan kemampuan sedang (M2) lebih banyak melakukan kesalahan dalam prosedur yang tidak sesuai, manipulasi tidak langsung, dan kesimpulan yang tidak tuntas. Kesalahan yang paling kompleks ditemukan pada mahasiswa dengan kemampuan rendah (M3), di mana jenis kesalahan yang dilakukan meliputi prosedur tidak sesuai, konflik pada level respons, permasalahan hierarki kemampuan, serta kesimpulan yang tidak tepat.

Beberapa faktor penyebab teridentifikasi dalam proses analisis, antara lain ketidaktelitian dalam membaca soal, kurangnya penguasaan rumus dan langkah penyelesaian, pengabaian prosedur sistematis dalam pengerjaan soal, rendahnya pemahaman terhadap konsep integral, serta lemahnya motivasi dan manajemen waktu. Temuan ini menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa tidak semata-mata disebabkan oleh ketidaktahuan terhadap materi, tetapi juga karena faktor strategi belajar dan pemahaman konseptual yang belum matang.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, disarankan agar dosen memberikan penekanan lebih pada penguatan konsep dasar, bukan hanya pada hafalan rumus. Dosen juga dianjurkan untuk melatih mahasiswa melalui soal-soal kontekstual dan meminta mereka menuliskan secara rinci langkah-langkah penyelesaian untuk menghindari kesalahan prosedural dan kesimpulan yang tidak lengkap. Evaluasi formatif secara berkala juga penting dilakukan untuk mengidentifikasi kesalahan sejak dini dan memberikan intervensi pembelajaran yang tepat. Bagi mahasiswa, penting untuk meningkatkan ketelitian dalam membaca soal serta membiasakan diri untuk meninjau kembali jawaban sebelum dikumpulkan. Mahasiswa juga perlu memperbanyak latihan soal guna memperdalam pemahaman prosedural dan konseptual. Untuk peneliti selanjutnya, disarankan agar melakukan eksplorasi terhadap variasi kesalahan dengan subjek yang lebih luas dan menggunakan pendekatan kuantitatif atau metode campuran. Selain itu, pengembangan modul pembelajaran berbasis analisis kesalahan dapat menjadi strategi intervensi yang efektif untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap materi integral.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang telah memungkinkan penyelesaian penelitian dengan baik. Penulis juga

mengucapkan terima kasih kepada semua orang yang telah membantu, terutama kepada orang tua, istri dan anak yang telah mendukung dan memberikan pengertiannya selama proses penelitian. Penulis berterima kasih kepada pimpinan, teman dosen dan juga kepada mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan yang telah bersedia menjadi subjek penelitian dan telah memberikan waktu dan data yang sangat bermanfaat. Kami berharap penelitian ini akan membantu mengembangkan pembelajaran kalkulus di perguruan tinggi, khususnya

DAFTAR REFERENSI

- Abdussamad, Zuchri. *Metode Penelitian Kualitatif. Etika Jurnalisme Pada Koran Kuning : Sebuah Studi Mengenai Koran Lampu Hijau*. Vol. 16, 2015.
- Daswarman. "Analisis Kesalahan Mahasiswa PGSD Dalam Menyelesaikan Soal Matematika Daswarman" 06, no. 02 (2022): 1335–1344.
- Dewi, Heni Lilia; Amalia, Fatimah Zikra. "ANALISIS KESALAHAN MAHASISWA TADRIS MATEMATIKA DALAM MENYELESAIKAN SOAL PERSAMAAN DIFERENSIAL BERDASARKAN KRITERIA WATSON" 4, no. 1 (2023): 57–76.
- Dewi, Sutika. "Rumus Integral Tak Tentu Melalui Pola Integral" (2013): 49.
- Ikhwan, Nur Fauziah. "Analisis Kesalahan Siswa Menurut Watson Pada Materi Bentuk Aljabar Ditinjau Dari Gaya Belajar Kelas Viii Smpn 40 Makassar Skripsi" (2023).
- Mafruhah, Laely, and Arif Muchyidin. "Analisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Kriteria Watson." *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika* 15, no. 1 (2020): 24–35.
- Maulyda, Mohammad Archi. *PARADIGMA PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS NCTM*, 2020.
- Meika, Ika, Ratu Mauladaniyati, Asep Sujana, Nenden Suciwati Sartika, and Nais Pebriyani. "Analisis Kesalahan Dalam Hasil Belajar Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kalkulus Integral." *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika* 12, no. 2 (2023): 2663.
- Milles dan Huberman. *Analisis Data Kualitatif*. JAKARTA: Penerbit Universitas Indonesia (UI -Press), 1992.
- Nuranggraeni, Elva, Kiki Nia Sania Effendi, and Sutirna Sutirna Sutirna. "Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Matematis Ditinjau Dari Kesulitan Belajar Siswa." *JP3M (Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika)* 6, no. 2 (2020): 107–114.
- Nurhidayah, Dina Fitri, and Rippi Maya. "Penggunaan Kriteria Watson Untuk Menganalisis Kesalahan Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Materi Garis Dan Sudut." *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif* 4, no. 6 (2021): 1473–1480.
- Putri, Sekartaji Machdalena Sari, and Rani Kurnia Putri. "Profil Pemecahan Masalah Matematika Berdasarkan Teori Polya Ditinjau Dari Kemampuan Matematika Siswa." *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika* 6, no. 2 (2022): 1776–1787.
- Rachman, Ardi Fauzi; Saripuddin. "ANALISIS KESALAHAN SISWA KELAS XI PADA MATERI TRIGONOMETRI." *Sigma* 5, no. 2 (2020): 37.

- Radatz, Hendrik. "Students' Errors in the Mathematical Learning Process: A Survey*." *For the Learning of Mathematics* 1, no. 1 (1980): 16–20.
- Rahimah, Mila. "Analisis Faktor Penyebab Kesulitan Belajar Matematika Kelas IV Sekolah Dasar Negeri." *Cybernetics: Journal Educational Research and Social Studies* 4 (2023): 94–106.
- Rusmana, Intdra Martha. "EFEKTIVITAS PENGGUNAAN PENDEKATAN SLIM-N-BIL TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP MATEMATIKA" 4, no. 3 (2014): 208–218.
- Siswandi, Erlan. "Analisis Kesalahan Mahasiswa Pada Mata Kuliah Kalkulus Materi Persamaan Diferensial Berdasarkan Metode Newman Ditinjau Dari Kemampuan Awal Matematika." *SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA* 1, no. 1 (2021): 76–85.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R & D*. Bandung: Alfabeta, 2018.
- Susilo, Bambang Eko, Mashuri, Endang Retno Winarti, and Edy Soedjoko. "Analisis Kesulitan Belajar Kalkulus, Reduksi, Dan Strateginya Sebagai Upaya Konstruksi Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Calon Guru." *Konservasi Pendidikan Jilid 2* (2022): 163–194. <https://bookchapter.unnes.ac.id/index.php/kp/article/view/47>.
- Yuzianah, Dita, Prasetyo Budi Darmono, and Nila Kurniasih. "Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Teori Graf Berdasarkan Kriteria Watson." *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)* 10, no. 1 (2024): 95–103.
- Zulkardi, and Ratu Ilma Indra Putri. "Supporting Mathematics Teachers to Develop Jumping Task Using PISA Framework (JUMPISA)." *Mathematics Education Journal* 14, no. 2 (2020): 199–210.