



# Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan Soal Kalkulus Integral Berdasarkan *Newman's Error Analysis* dan Upaya Pemberian *Scaffolding*

A. Rasul<sup>1</sup>, Jhon Citro Trisakti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Hermon Timika

<sup>2</sup>Program Studi Pendidikan Jasmani STKIP Hermon Timika

arasulmtka,unm@gmail.com

## Abstract

Integral calculus is one of the mathematics courses that requires an adequate level of reasoning, communication skills and higher-order thinking skills to be able to understand and solve problems. The purpose of this study was to identify student errors based on Newman's Error Analysis (NEA) in solving integral calculus problems accompanied by the provision of scaffolding. The research subjects were students of STKIP Hermon Timika's Mathematics Education Study Program who attended integral calculus lectures. The results showed that there were no errors made by students on indicator type 1 (reading error), the average student made an error in indicator 2 (comprehension error) of 39%, the average error on indicator 3 (transformation error) was 71%. the average error in indicator 4 (process skills error) is 76% and the average error most often made in indicator 5 (encoding error) is 87%. The scaffolding used to overcome all student errors only reached level 2 scaffolding, namely explaining, reviewing, and restructuring. The provision of scaffolding by lecturers is to explain, review and restructure so as to encourage students to correct these mistakes. Based on the results of this study, lecturers are expected to conduct meaningful lecture activities for students of STKIP Hermon Timika's Mathematics Education Study, so that it is not easy to forget the material concepts that have been explained.

**Keywords:** Newman's Error Analysis, Integral Calculus, Scaffolding

## Abstrak

Kalkulus integral merupakan salah satu mata kuliah matematika yang memerlukan tingkat penalaran, kemampuan komunikasi serta kemampuan berpikir tingkat tinggi yang memadai untuk dapat memahami dan menyelesaikan soal. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kesalahan mahasiswa berdasarkan *Newman's Error Analysis* (NEA) dalam menyelesaikan soal kalkulus integral disertai dengan pemberian *scaffolding*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada kesalahan yang dilakukan mahasiswa pada tipe indikator 1 (*reading error*), mahasiswa rata-rata melakukan kesalahan pada indikator 2 (*comprehension error*) sebesar 39%, rata-rata kesalahan pada indikator 3 (*transformation error*) sebesar 71%, rata-rata kesalahan pada indikator 4 (*process skills error*) sebesar 76% dan rata-rata kesalahan yang paling banyak dilakukan pada indikator 5 (*encoding error*) sebesar 87%. *Scaffolding* yang digunakan untuk mengatasi semua kesalahan mahasiswa hanya sampai pada *scaffolding* level 2 yaitu *explaining*, *reviewing*, dan *restructuring*. Pemberian *scaffolding* yang dilakukan dosen bersifat menjelaskan, meninjau dan merestrukturisasi sehingga mendorong mahasiswa untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan tersebut. Bertolak dari hasil penelitian ini, maka dosen diharapkan untuk melakukan kegiatan perkuliahan yang bermakna bagi mahasiswa sehingga tidak mudah untuk melupakan konsep-konsep materi yang telah dijelaskan.

**Kata kunci:** Newman's Error Analysis, Kalkulus Integral, Scaffolding

## 1. PENDAHULUAN

Matematika sering dianggap pelajaran yang sulit dan menakutkan bagi siswa, sehingga menimbulkan sikap malas belajar, tidak senang dan merasa menjadi beban yang berat bagi siswa. Matematika adalah sebagai salah satu ilmu dasar, baik dari aspek terapannya maupun penalarannya, mempunyai perananan penting dalam upaya penguasaan ilmu dan teknologi. Untuk itu, matematika di sekolah perlu difungsikan sebagai sarana untuk menumbuhkembangkan kecerdasan, kemampuan, keterampilan untuk membentuk kepribadian siswa.

Matematika harus dihubungkan dengan kenyataan, berada dekat dengan siswa dan relevan dengan kehidupan masyarakat agar memiliki nilai manusiawi. Materi matematika harus dapat ditransmisikan sebagai aktivitas manusia. Namun, konsep-konsep matematika yang diajarkan, dirasakan jauh dari kehidupan siswa sehari-hari. Pada saat yang sama, pentingnya penguatan pendidikan karakter diperlukan seiring dengan melemahnya karakter bangsa.

Permasalahan-permasalahan yang dihadapi bangsa Indonesia dan lunturnya karakter bangsa di antaranya disebabkan oleh (1) disorientasi dan nilai-nilai Pancasila yang belum mampu dihayati sebagai filosofi dan ideologi bangsa, (2) terbatasnya perangkat kebijakan terpadu dalam mewujudkan nilai-nilai dalam Pancasila, (3) bergesernya nilai etika dalam kehidupan bermasyarakat berbangsa dan bernegara, (4) mudahnya kesadaran masyarakat terhadap nilai-nilai budaya bangsa, (5) muncul ancaman disintegrasi bangsa, dan (6) melemahnya kemandirian bangsa (Desain Induk Pengembangan Karakter Bangsa, 2010:2).

Investasi sumber daya manusia yang memiliki nilai strategis bagi kelangsungan hidup manusia di dunia sangat dipengaruhi oleh pendidikan (Jannah et al., 2019). Pendidikan merupakan suatu dasar yang mengawali segala macam bidang di Indonesia. Menurut Oktaviani, dkk (Oktaviani et al., 2021), Aliah & Bernard (Aliah & Bernard, 2020), peran pendidikan dalam mewujudkan kualitas sumber daya manusia yang memadai dapat dikembangkan pada pembelajaran matematika. Hal ini terjadi karena matematika merupakan salah satu pelajaran yang tidak lepas dari kehidupan nyata manusia yang selalu tumbuh dan berkembang sebagai suatu aktivitas manusia dan akan membentuk sebuah pola pikir dengan kemampuan berpikir yang memadai (Ardiansyah, 2020).

Matematika merupakan salah satu ilmu yang mendasari perkembangan teknologi modern (Nurmawati et al., 2021) serta memiliki peran penting dalam berbagai disiplin ilmu (Ariawan & Nufus, 2017). Matematika berfungsi sebagai salah satu alat bantu untuk memahami serta menyampaikan informasi sebagai upaya pembentukan pola pikir (Upu et al., 2022). Selain itu, menurut Novitasari (Novitasari, 2016), matematika adalah salah satu ilmu yang mempelajari objek-objek abstrak yang berupa ide, proses dan penalaran yang tersusun secara hierarkis. Sehingga untuk mempelajari matematika, siswa perlu dibekali dengan beberapa kemampuan matematis seperti kemampuan menguasai, memahami, dan menerangkan hubungan antara konsep serta menerapkan konsep matematika dalam menyelesaikan masalah matematis, memanfaatkan kemampuan penalaran untuk menyampaikan ide matematis, memanfaatkan ilmu matematika dalam kehidupan sehari-hari serta memiliki kemampuan untuk memecahkan masalah matematis serta masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan konsep matematika (Hafriani, 2021).

Salah satu kemampuan matematis yang perlu dimiliki oleh seorang mahasiswa adalah kemampuan untuk memecahkan atau menyelesaikan suatu masalah. Kemampuan pemecahan masalah ini dapat mengembangkan kemampuan berpikir serta memudahkan mahasiswa untuk memahami dan menyelesaikan masalah (Rahmawati & Warmi, 2022, Putri & Manoy, 2013). Jika mahasiswa tidak memiliki kemampuan pemecahan masalah yang memadai, maka mahasiswa tersebut akan kesulitan dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi (Wahyu & Sariningsih, 2018). Menurut Rosmawati, dkk (Rosmawati et al., 2018), pemecahan masalah merupakan tujuan umum dari kurikulum matematika yang sangat penting dan merupakan

tahapan yang harus dilalui mahasiswa dalam menyelesaikan berbagai persoalan yang dihadapinya. Di dalam memecahkan masalah matematis, seorang mahasiswa harus memiliki kemampuan untuk memahami informasi yang diberikan, menganalisis serta mengatur strategi yang tepat untuk menyelesaikan suatu permasalahan (Rasul, A, 2020)

Masalah-masalah dalam matematika biasanya disajikan dalam bentuk soal uraian. Soal-soal seperti ini masih cukup sulit untuk diselesaikan oleh sebagian besar siswa maupun mahasiswa. Mahasiswa yang mengalami kesulitan menyelesaikan suatu soal dapat melakukan kesalahan dalam memecahkan masalah dari soal tersebut. Kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam memecahkan masalah dapat dijelaskan dengan menggunakan *Newman's Error Analysis* (NEA). NEA merupakan tahapan-tahapan yang dapat digunakan oleh dosen untuk mengetahui dan mengkaji cara mahasiswa dalam memecahkan masalah pada soal sehingga diperoleh hasil kajian yang dapat dijadikan sebagai bahan evaluasi guna untuk memperbaiki kualitas pembelajaran (Cahyaningtyas et al., 2021). Dalam NEA, terdapat 5 tahapan-tahapan yang dapat dijadikan panduan bagi dosen untuk menganalisis kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan masalah matematis, yaitu: 1) *reading error*, yaitu kesalahan yang dimiliki mahasiswa ketika tidak tuntas dalam membaca soal; 2) *comprehension error*, yaitu kesalahan yang dilakukan siswa dalam memahami masalah; 3) *transformation error*, yaitu kesalahan yang dilakukan mahasiswa saat mentransformasikan masalah nyata yang diberikan dalam bentuk kalimat ke dalam bentuk dan strategi matematis; 4) *process skill error*, yaitu kesalahan yang dilakukan mahasiswa dalam menerapkan strategi yang dipilih untuk memecahkan masalah; dan 5) *encoding error*, yaitu kesalahan yang dilakukan mahasiswa ketika menuliskan penyelesaiannya secara tidak lengkap atau salah dalam memberikan kesimpulan akhir (Wardhani & Argaswari, 2022).

Kalkulus integral merupakan salah satu mata kuliah matematika yang dipelajari oleh mahasiswa program studi pendidikan matematika. Berdasarkan kurikulum Program Studi Pendidikan Matematika STKIP Hermon Timika, kalkulus integral merupakan mata kuliah yang mengandung materi prasyarat dari beberapa mata kuliah selanjutnya seperti mata kuliah Kalkulus Lanjut, Persamaan Differensial, Statistika Matematika, dan sebagainya. Dalam memahami materi serta menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan materi ini memerlukan tingkat penalaran, kemampuan komunikasi serta kemampuan berpikir tingkat tinggi yang memadai.

Operasi utama didalam kalkulus integral merupakan integral (Monariska, 2019). Integral banyak dipergunakan dalam memecahkan persoalan dalam berbagai bidang seperti volume, panjang kurva, perkiraan populasi, usaha, serta memiliki peranan yang penting dalam berbagai bidang sains dan industri. Konsep integral biasanya mulai dipelajari di Sekolah Menengah Atas (SMA). Kalkulus integral memiliki kompleksitas intrinsik dan sering melibatkan proses penyelesaian yang tak terbatas. Oleh karena itu, banyak mahasiswa mengalami kesulitan dan hambatan saat mempelajarinya. Karena hambatan dan kesulitan ini, maka mahasiswa akan melakukan banyak kesalahan saat memecahkan masalah dalam kalkulus integral. Dalam wawancara awal dan hasil observasi dalam proses perkuliahan selama ini, ditemukan fakta bahwa mata kuliah kalkulus integral merupakan salah satu mata kuliah yang sulit untuk dipahami mahasiswa karena memerlukan pemahaman konsep yang mendalam dan pemahaman yang benar terhadap materi-materi prasyarat yang telah dipelajari di SMA.

Dosen pengampuh mata kuliah kalkulus integral sangat perlu untuk mengetahui kesalahan-kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal kalkulus integral. Kesalahan yang dilakukan tersebut perlu untuk dianalisis lebih lanjut, sehingga diharapkan agar kedepannya mahasiswa tidak melakukan kesalahan yang sama. Untuk meminimalisir kesalahan-kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan soal dalam kalkulus integral, dosen sangat perlu untuk melakukan analisis kesalahan dan selanjutnya memberikan bantuan dan topangan secara terstruktur.

Bantuan dan topangan seperti ini dinamakan *scaffolding*. *Scaffolding* merupakan salah satu metode pemberian bantuan oleh teman yang lebih kompeten atau dosen kepada siswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah (Purwasih & Ramadhani, 2021). *Scaffolding* adalah salah satu upaya untuk memberikan bantuan kepada mahasiswa untuk mengatasi hambatan atau kendala yang ditemukan ketika menyelesaikan soal matematika (Fatimah et al., 2019; Maharani & Subanji, 2018; Umardiyah & Nasrulloh, 2021). Secara umum, pemberian *scaffolding* ini dapat dilakukan menggunakan 3 pola yaitu *pertama*, dimulai dari hal seherhana dan konkrit terlebih dahulu; *kedua*, pertanyaan yang diberikan harus bersifat refleksif dan dapat memberikan pengertian-pengertian suatu konsep yang berhubungan dengan langkah-langkah penyelesaian soal; *ketiga*, memberikan penekanan akan hubungan yang terdapat dalam melakukan langkah-langkah penyelesaian (Larasati & Mampouw, 2018). Menurut Anghileri (Priyati & Mampouw, 2018), terdapat tiga level scaffolding yaitu *scaffolding level 1 (environmental provisions)*, *Scaffolding level 2 (explaining, reviewing, and restructuring)*, dan *Scaffolding level 3 (developing conceptual thinking)*.

## 2. METODOLOGI

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif yang digunakan untuk mendeskripsikan kesalahan-kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa dalam menyelesaikan soal kalkulus integral berdasarkan indikator NEA. Adapun indikator NEA yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

**Tabel 1. Indikator Jenis Kesalahan Newman**

Jenis Kesalahan	Indikator
Kesalahan Membaca ( <i>reading error</i> )	Kesalahan yang dilakukan mahasiswa ketika membaca informasi baik kata maupun simbol yang diketahui dan ditanyakan pada soal.
Kesalahan Memahami ( <i>comprehension error</i> )	Kesalahan yang dilakukan mahasiswa setelah mahasiswa membacadengan benar informasi dari soal namun tidak dapat memahami informasi baik kata maupun simbol yang diketahui dan ditanyakan pada soal.
Kesalahan Transformasi ( <i>transformation error</i> )	Kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa setelah mereka dapat memahami masalah dengan benar namun tidak mampu menentukan rumus, sifat atau langkah untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.
Kesalahan Kemampuan Memproses ( <i>process skills error</i> )	Kesalahan yang dilakukan mahasiswa setelah mampu menentukan rumus, sifat atau langkah untuk menyelesaikan permasalahan dengan benar namun tidak dapat menjalankan prosedur dengan benar.
Kesalahan Penulisan Jawaban ( <i>encoding error</i> )	Kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa setelah mampu menjalankan prosedur dengan benar namun tidak dapat menyimpulkan jawaban dengan benar.

Subjek penelitian adalah mahasiswa yang mengikuti perkuliahan kalkulus integral yang ditentukan dengan menggunakan *purposive sampling*, yaitu pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu (Sugiyono, 2013). Selanjutnya peneliti mengelompokkan mahasiswa kedalam 3 kelompok yaitu tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan hasil koreksi jawaban dan kemudian memilih 3 mahasiswa dari 3 kelompok yang melakukan kesalahan terbanyak pada kelima soal dan semua tipe kesalahan. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data adalah tes dan wawancara tidak terstruktur. Tes berupa soal uraian yang berjumlah 5 nomor. Indikator soal yang digunakan merujuk pada indikator pencapaian kompetensi dalam materi menentukan integral tentu dan menguasai teknik pengintegralan. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian (Sugiyono, 2013) yaitu reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Keabsahan data yang digunakan peneliti adalah triangulasi metode.

Perhitungan persentase jenis kesalahan yang dilakukan mahasiswa dihitung dengan menggunakan persamaan (1) berikut:

$$\text{Persentase Kesalahan Mahasiswa} = \frac{\text{Jumlah Mahasiswa yang melakukan kesalahan}}{\text{Jumlah seluruh mahasiswa}} \times 100\%$$

### 3. HASIL PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kesalahan mahasiswa Studi Pendidikan Matematika STKIP Hermon Timika dalam menyelesaikan soal kalkulus integral berdasarkan indikator NEA. Dalam penelitian ini terdapat 20 orang mahasiswa yang menyelesaikan soal kalkulus integral yang diberikan. Tabel 2 berikut ini merupakan nilai hasil koreksi jawaban mahasiswa berdasarkan indikator NEA.

**Tabel 2. Nilai Hasil Tes Mahasiswa Berdasarkan Indikator NEA**

Subjek	Skor	Kategori
M1	72,31	Sedang
M2	75,38	Tinggi
M3	60,00	Sedang
M4	60,00	Sedang
M5	63,08	Sedang
M6	36,92	Rendah
M7	90,77	Tinggi
M8	60,00	Sedang
M9	55,38	Sedang
M10	63,08	Sedang
M11	61,54	Sedang
M12	36,92	Rendah
M13	40,00	Sedang
M14	38,46	Rendah
M15	69,23	Sedang
M16	46,15	Sedang
M17	35,38	Rendah
M18	35,38	Rendah
M19	67,69	Sedang
M20	49,23	Sedang

Tabel 2 di atas menunjukkan nilai mahasiswa setelah dikoreksi jawabannya berdasarkan indikator NEA. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa nilai terendah adalah 35,38 yang terdiri dari 2 orang mahasiswa dan nilai tertinggi adalah 90,77 yang terdiri dari satu mahasiswa. Berdasarkan hasil pengelompokan terhadap nilai mahasiswa di atas, dapat diketahui bahwa terdapat 2 orang mahasiswa yang berada pada kategori tinggi, 13 orang berada pada kategori sedang dan 5 orang lainnya berada pada kategori rendah. Selain data nilai mahasiswa, berikut ini adalah data yang berkaitan dengan persentase kesalahan mahasiswa berdasarkan indikator NEA:

**Tabel 3. Persentase Kesalahan Mahasiswa**

Jenis Kesalahan	Persentase (%)					
	Kesalahan Mahasiswa					
	Soal 1	Soal 2	Soal 3	Soal 4	Soal 5	Rata-rata
Kesalahan Membaca (reading error)	0	0	0	0	0	0
Kesalahan Memahami	55	55	25	45	15	39

(comprehension error)						
Kesalahan Transformasi (transformation error)	80	80	80	60	55	71
Kesalahan Kemampuan Memproses (processskills error)	85	85	90	60	60	76
Kesalahan Penulisan Jawaban (encoding error)	100	85	95	95	60	87

Berdasarkan data pada tabel 3 di atas, dapat dilihat bahwa tidak ada mahasiswa yang melakukan kesalahan membaca pada setiap soal yang diberikan. Dari tabel, dapat diketahui bahwa pada soal nomor 1 semua mahasiswa melakukan kesalahan dalam menulis jawaban. Rata-rata yang paling banyak dilakukan oleh mahasiswa adalah kesalahan menulis jawaban dengan persentase 87%. Hal ini terjadi karena ketika mahasiswa melakukan kesalahan menentukan rumus, sifat atau langkah untuk menyelesaikan permasalahan maka dengan sendirinya mahasiswa tersebut akan salah dalam menulis jawaban. Hal ini didukung oleh pendapat Ahmad, dkk. (Ahmad et al., 2010) yang mengatakan bahwa ketika siswa sudah melakukan kesalahan dalam menentukan rumus atau langkah-langkah penyelesaian, maka otomatis siswa tersebut salah dalam memproses atau menyelesaikan masalah serta menulis jawaban penyelesaian.

Selanjutnya, dipilih 1 orang mahasiswa dari tiap kelompok untuk ditampilkan gambar-gambar jawabannya sesuai dengan jenis kesalahan yang dilakukan. Mahasiswa yang dipilih adalah M2, M9, dan M18. Berikut ini merupakan gambar hasil penyelesaian soal oleh M2, M9, dan M18 yang telah melakukan kesalahan berdasarkan indikator NEA.

Soal nomor 1: Misalkan R menyatakan luas dibawah kurva  $x^2$  sepanjang selang  $[a, b]$ . Buktikan bahwa  $R = \frac{1}{3}b^3 - \frac{1}{3}a^3$ . Petunjuk: partiskan selang sebanyak  $n$  bagian yang sama panjang sehingga  $\Delta x = \frac{b-a}{n}$ , gunakan poligon-poligon luar.

$$x_1 = \Delta x = \frac{b-a}{n}$$

$$x_i = i \cdot \Delta x = \frac{b-a}{n} i$$

$$f(x_i) \Delta x = \left(\frac{b-a}{n}\right)^3 \cdot i^2$$

$$= \frac{(b-a)^3}{n^3} \cdot i^2$$

Gambar 1. Jawaban soal nomor 1 M2

$$\textcircled{1} x_i = \Delta x = \frac{b-a}{n}$$

$$x_i = i \cdot \Delta x = \frac{b-a}{n} i$$

$$f(x_i) \Delta x = \left(\frac{b-a}{n}\right)^3 \cdot i^2$$

$$= \frac{(b-a)^3}{n^3} \cdot i^2$$

Gambar 2. Jawaban soal nomor 1 M9

$$x_i = i \cdot \Delta x = \frac{b-a}{n} i$$

$$F(x_i) \Delta x = \left(\frac{b-a}{n}\right)^3 \cdot i^2$$

$$\boxed{5} = \frac{(b-a)^3}{n^3} \cdot 1^2$$

Gambar 3. Jawaban soal nomor 1 M1

Berdasarkan gambar 1, 2, dan 3 di atas, dapat dilihat bahwa ketiga mahasiswa tersebut melakukan kesalahan memahami dalam menyelesaikan soal nomor 1. Hal ini didukung dengan hasil observasi dan wawancara. Berikut adalah cuplikan hasil wawancara peneliti terhadap 3 subjek penelitian:

- P : “Bisakah kalian menjelaskan kepada saya bagaimana kalian menyelesaikan soal ini?”
- M2 : “Dalam menyelesaikan soal ini, saya berpikir bahwa  $x_0 = 0$  bu sehingga  $x_1 = \Delta x$ .  
Makanya di jawaban saya rumuskan  $x_i = i \cdot \Delta x$ .”
- M9 : “Iya bu, yang saya paham juga seperti itu.”
- M18 : “Kalau saya bu, saya akui memang belum terlalu paham  
tentang menentukan persamaan untuk merumuskan nilai  $x_i$  sehingga saya ikut saja yang contoh dalam buku.”
- P : “Coba kalian lihat dan baca ulang soalnya, bukankah di soal sudah tertera batas selangnya? Apakah sama batasnya dengan contoh yang ada di buku?”
- M2 : “Oh iya bu, di soal batasnya dari  $a$  sampai  $b$ .”
- M18 : “emmmm batasnya tidak sama bu.”
- P : “Nah, berarti seharusnya perhitungan untuk nilai  $x_0$  mulai dari mana?”
- M2 : “emmm, dari  $a$  bu. Tetapi saya bingung untuk melanjutkan perhitungannya bu.”
- M9 : “Iya bu, saya juga seperti itu bu, bingung. Di dalam buku belum ada contoh seperti itu.”
- M18 : “Iya bu.”

Berdasarkan cuplikan wawancara di atas, ditemukan bahwa ketiga mahasiswa tersebut mengakui bahwa mereka tidak memahami dengan baik konsep yang tepat untuk menyelesaikan soal tersebut. Dalam menyelesaikan soal nomor 1, mahasiswa seharusnya perlu untuk memperhatikan bahwa luas kurva yang dimaksud terdapat dalam selang tertutup  $[a, b]$ , sehingga seharusnya  $x_0 = a$ ,  $x_1 = a + \Delta x$ . Namun yang mahasiswa lakukan adalah  $x_0 = 0$  sehingga  $x_1 = \Delta x$ . Untuk membantu mahasiswa memahami materi ini, maka perlu untuk

diberikan scaffolding. Jenis *scaffolding* yang diberikan bertujuan mengarahkan mahasiswa untuk mengetahui informasi pada soal, menyelesaikan soal dan mengecek kembali hasil kerjanya. *Reviewing*, *explaining* dan *restructuring* merupakan jenis *scaffolding* yang dapat digunakan dalam membantu mahasiswa yang melakukan kesalahan dalam memahami soal (Fatahillah et al., 2017). Dalam *explaining*, dosen menerangkan kepada mahasiswa untuk membaca soal dengan baik sehingga dapat mengetahui unsur-unsur kunci agar dapat menafsirkan soal serta mengetahui variabel yang ditanyakan. *Reviewing* dilakukan agar mahasiswa dapat melihat kembali informasi dalam soal sehingga dapat menentukan variabel yang digunakan dan memperoleh solusi yang tepat. Dalam *reviewing* ini dosen menjelaskan secara garis besar informasi dalam soal serta langkah-langkah yang dapat digunakan. Selanjutnya *restructuring* dimana dosen meminta mahasiswa untuk menyelesaikan kembali soal menggunakan aturan matematika yang sesuai dengan informasi yang sudah dijelaskan sampai menemukan solusi yang diharapkan. Setelah pemberian *scaffolding*, peneliti menemukan bahwa M2, M9, dan M18 yang melakukan kesalahan memahami dapat menyelesaikan soal nomor 1 dengan langkah-langkah yang tepat sampai pada kesimpulan yang benar.

**Soal nomor 2:** Misalkan  $P$  adalah partisi beraturan dari interval  $[0,2]$  menjadi empat interval bagian yang sama dan misalkan  $f(x) = x^2 - 1$ . Tuliskan jumlah Riemann untuk  $f$  pada  $P$ , dengan  $\bar{x}_i$  adalah titik-ujung kanan dari masing-masing interval-bagian  $P$ ,  $i = 1,2,3,4$ . Carilah nilai jumlah Riemann ini dan buatlah sketsa.

$$\begin{aligned} \textcircled{2} R_p &= \sum_{i=1}^4 f(\bar{x}_i) \Delta x_i \\ &= f(\bar{x}_1) \Delta x_1 + f(\bar{x}_2) \Delta x_2 + f(\bar{x}_3) \Delta x_3 + f(\bar{x}_4) \Delta x_4 \\ \Delta x_1 &= \Delta x_2 = \Delta x_3 = \Delta x_4 = \Delta x = \frac{2-0}{4} = \frac{1}{2} \\ &= f(1)(0,5) + f(2)(0,5) + f(3)(0,5) + f(4)(0,5) \\ f(x) &= x^2 - 1 \\ \text{make} \\ &\Rightarrow (0)(0,5) + (3)(0,5) + 8(0,5) + 15(0,5) \\ &\Rightarrow 0 + 1,5 + 4 + 7,5 \\ &\Rightarrow 13 // \end{aligned}$$

Gambar 4. Jawaban M2 untuk soal nomor 2

$$\begin{aligned} R_p &= \sum_{i=1}^4 f(\bar{x}_i) \Delta x_i \\ &= f(\bar{x}_1) \Delta x_1 + f(\bar{x}_2) \Delta x_2 + f(\bar{x}_3) \Delta x_3 + f(\bar{x}_4) \Delta x_4 \\ \Delta x_1 &= \Delta x_2 = \Delta x_3 = \Delta x_4 \cdot \Delta x = \frac{2-0}{4} = \frac{1}{2} \\ &= f(1)(0,5) + f(2)(0,5) + f(3)(0,5) + f(4)(0,5) \\ f(x) &= x^2 - 1 \text{ maka,} \\ &\Rightarrow (0)(0,5) + (3)(0,5) + 8(0,5) + 15(0,5) \\ &\Rightarrow 0 + 1,5 + 4 + 7,5 = 13 \end{aligned}$$

Gambar 5. Jawaban M9 untuk soal nomor 2

$$RP = \sum_{i=1}^4 f(\bar{x}_i) \Delta x_i$$

$$= f(\bar{x}_1) \Delta x_1 + f(\bar{x}_2) \Delta x_2 + f(\bar{x}_3) \Delta x_3 + f(\bar{x}_4) \Delta x_4$$

$$\Delta x_1 = \Delta x_2 = \Delta x_3 = \Delta x_4 = \Delta x = \frac{2-0}{4} = \frac{1}{2}$$

$$= f(1)(0.5) + f(2)(0.5) + f(3)(0.5) + f(4)(0.5)$$

Gambar 6. Jawaban M18 untuk soal nomor 2

Pada gambar 4 sampai gambar 6 di atas, dapat dilihat bahwa mahasiswa dapat memahami maksud soal namun mereka salah dalam menerapkan konsep yang digunakan sehingga mengakibatkan kesalahan dalam pemilihan  $\bar{x}_i$  yang digunakan. Berdasarkan hasil wawancara, ditemukan bahwa mahasiswa tersebut bingung dalam memilih nilai  $\bar{x}_i$  yang dapat digunakan. Kesalahan seperti ini termasuk dalam kesalahan transformasi (*transformation error*) berdasarkan indikator NEA. Berikut adalah cuplikan hasil wawancara yang dilakukan peneliti dengan subjek penelitian:

- P : “Bisakah kalian menjelaskan cara kalian menyelesaikan soal ini?”
- M9 : “Untuk soal ini, saya pakai menjumlahkan luas tiap partisi dari selang 0 sampai 2 bu.”
- M2 : “Iya bu, saya juga seperti itu. Terus, saya cari nilai  $\Delta x$  supaya saya tahu batas untuk tiap partisinya bu.”
- M18 : “Saya juga seperti itu bu.”
- P : “Kemudian untuk mencari luas daerah tiap partisinya bagaimana?”
- M2 : “Untuk luas daerahnya saya cari dengan cara mengalikan nilai  $f(\bar{x}_i)$  dengan  $\Delta x$  bu.”
- P : “Ok benar, sekarang coba kalian lihat di pekerjaan masing-masing. Berapa nilai untuk  $\bar{x}_i$  yang kalian cantumkan dalam jawaban soal?”
- M9 : “Kalau saya nilainya mengambil nilai  $i = 1,2,3,4$  bu.”
- M18 : “emmmm iya bu saya juga demikian.”
- M2 : “Iya bu, saya juga.”
- P : “Loh kenapa demikian? Coba kalian baca dengan baik soalnya, bukankah di soal sudah dijelaskan bahwa  $\bar{x}_i$  adalah titik-ujung kanan dari masing-masing interval-bagian P?”
- M : “emmm, iya ya bu.”
- P : “Iya, ok sekarang coba kalian gambarkan terlebih dahulu

- pembagian selang 0 sampai 2 tersebut. Kemudian tentukan batasnya.”
- M : “Iya bu.”
- P : (setelah beberapa menit) “Bagaimana hasilnya?”
- M2 : “Saya punya batas tiap partisinya begini bu:  $P [0, 1]$  ,  $P [1, 1]$  ,  $P [1, 3]$  ,  $P [3, 2]$ ”
- 1    2        2 2    3        2        4 2
- P : “Betul sekali, berdasarkan hasil itu maka nilai  $\bar{x}_i$  yang dipakai jadinya bagaimana?”
- M2 : “Nilai  $\bar{x}$  yang dipakai seharusnya 1 , 1, 3, dan 2 bu”
- $i$     2        2
- P : “Iya karena  $\bar{x}_i$  yang dipakai adalah yang titik ujung kanannya. Bagaimana kalian semua paham?”
- M : “Iya bu.”
- P : “Untuk penyelesaian selanjutnya bagaimana? Apakah sudah bisa dilanjutkan?”
- M : “Bisa sekali bu, kami selesaikan ulang soalnya bu.”
- P : “Silahkan.”

Untuk membantu mahasiswa yang melakukan kesalahan ini, maka dosen perlu untuk memberikan *Scaffolding* level 2 yaitu *explaining, reviewing, and restructuring* kepada ketiga mahasiswa tersebut (Mawasdi et al., 2018, 2018; Upu et al., 2022; Susilowati & Ratu, 2018). Dengan pemberian *Scaffolding* level 2 ini, mahasiswa dapat memahami kekeliruan penerapan konsep yang mereka gunakan dalam menyelesaikan soal sehingga berujung pada penyelesaian soal yang salah. Pemberian *Scaffolding* ini berdampak positif karena mahasiswa tersebut sudah dapat menyelesaikan soal dengan baik meski harus dilakukan berulang kali.

**Soal nomor 3:** Jika  $f(x) = \int_{-2}^x dt$ ,  $-2 \leq x$ , maka carilah nilai dari  $f'(7)$ .

$$f(x) = \int_{-2}^x \frac{1}{t+3} dt$$

$$f'(7) = \frac{1}{7+3}$$

$$= \frac{1}{10}$$

Gambar 7. Jawaban M2 untuk soal nomor 5

$$\textcircled{5} \quad f(x) = \int_{-2}^x \frac{1}{t+3} dt$$

$$f'(x) = \frac{1}{x+3}$$

$$= \frac{1}{7+3}$$

Gambar 8. Jawaban M9 untuk soal nomor 5

$$f(x) = \int_{-2}^x \frac{1}{t+3} dt$$

$$f'(x) = \frac{1}{x+3}$$

$$= \frac{1}{7+3}$$

$$= \frac{1}{10}$$

Gambar 9. Jawaban M18 untuk soal nomor 5

Dari jawaban ketiga mahasiswa ini, diketahui bahwa mereka sudah memahami informasi soal dan mampu menerapkan konsep yang sesuai dalam menyelesaikannya. Namun mereka kurang teliti dalam melakukan substitusi variabel meskipun hasil akhirnya benar. Berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa menerangkan bahwa mereka lupa untuk memeriksa kembali pekerjaan mereka sehingga tidak mengetahui bahwa mereka keliru dalam mengganti variabel seperti yang ditunjukkan pada gambar 7 di atas. Berikut adalah cuplikan wawancara dengan ketiga subjek penelitian tersebut:

P : “Sekarang kita lihat penyelesaian soal nomor 5. Dalam menyelesaikan soal ini, sebenarnya langkah-langkah yang kalian gunakan sudah tepat, hanya saja saya bingung kenapa hasil turunannya masih dalam  $t$ ?”

M2 : “Oh iya bu, saya lupa seharusnya disitu sudah dalam  $x$  bu.”

P : “Kenapa demikian?”

M9 : “Saya juga keliru bu, sebenarnya sudah dalam  $x$  karena batas integralnya dalam  $x$

sehingga hasil turunannya seharusnya sudah dalam  $x$ .”

: “Iya bu, saya juga lupa untuk cek kembali?”

M2 : “Untuk luas daerahnya saya cari dengan cara mengalikan nilai  $f(\bar{x}_i)$  dengan  $\Delta x$  bu.”

P : “Baiklah, yang penting kalian memahaminya dengan baik. Untuk selanjutnya harus perbiasakan diri untuk memeriksa Kembali jawaban kalian.”

M : “Baik bu.”

Kesalahan seperti ini termasuk dalam indikator keempat dalam NEA yaitu kesalahan ketrampilan proses. Untuk membantu mereka, dosen perlu untuk memberikan *Scaffolding* level 2 yaitu *reviewing* (Yulina & Mampouw, 2018). Dengan mereview kembali jawaban,

mahasiswa akan dapat menemukan kekeliruan yang mungkin mereka lakukan dalam proses menyelesaikan soal sehingga dengan sendirinya dapat mereka perbaiki sebelum menyimpulkan jawaban.

Berdasarkan gambar 1 sampai gambar 6 di atas, dapat dilihat bahwa semua mahasiswa tidak dapat menyimpulkan jawaban dengan benar karena mereka tidak dapat menyelesaikan soal sesuai dengan konsep integral yang diterapkan dalam soal. Selain itu, gambar 7 sampai gambar 9 juga menunjukkan bahwa mahasiswa tidak menyimpulkan hasil akhir jawaban mereka meskipun mereka sudah dapat menemukan jawaban soal. Kesalahan-kesalahan seperti ini termasuk dapat tipe kesalahan penulisan soal dalam indikator NEA. Jenis *scaffolding* yang dapat diberikan adalah *scaffolding* level 2 yaitu *explaining*, *reviewing*, and *restructuring* yang bertujuan untuk membantu mahasiswa tersebut menyelesaikan soal dengan tepat.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan, dapat disimpulkan bahwa dalam menyelesaikan soal kalkulus integral yang diberikan terdapat beberapa kesalahan yang dilakukan oleh mahasiswa berdasarkan indikator NEA yaitu kesalahan memahami, kesalahan transformasi, kesalahan keterampilan proses dan kesalahan penulisan soal. Persentasi rata-rata mahasiswa melakukan kesalahan ini berturut-turut 39%; 71%; 76% dan 87%. Jenis kesalahan yang tidak dilakukan mahasiswa tersebut adalah kesalahan membaca. Untuk membantu mahasiswa dalam mengatasi kesalahan-kesalahan tersebut, maka dosen perlu untuk menerapkan strategi *scaffolding* level 2 yaitu *explaining*, *reviewing*, dan *restructuring*. Pemberian *scaffolding* yang dilakukan dosen bersifat menjelaskan, meninjau dan merestrukturisasi sehingga mendorong mahasiswa untuk tidak melakukan kesalahan-kesalahan tersebut. Bertolak dari hasil penelitian ini, maka dosen diharapkan untuk melakukan kegiatan perkuliahan yang bermakna bagi mahasiswa sehingga mahasiswa tidak mudah untuk melupakankonsep-konsep materi yang telah dijelaskan.

#### 5. DAFTAR RUJUKAN

- Ahmad, A., Tarmizi, R. A., & Nawawi, M. (2010). Visual representations in mathematical word problem solving among form four students in Malacca. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8(5), 356–361. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.050>.
- Aliah, S. N., & Bernard, M. (2020). Analisis kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah berbentuk cerita pada materi segitiga dan segiempat. *Suska Journal of Mathematics Education*, 6(2), 111–118. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24014/sjme.v6i2.9325>
- Ardiansyah, M. (2020). Kontribusi Tingkat Pendidikan Orang Tua, Lingkungan, dan Kecerdasan Logis Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Matematis. *Jurnal Pendidikan Matematika (Kudus)*, 3(2), 185. <https://doi.org/10.21043/jmtk.v3i2.8578>
- Ariawan, R., & Nufus, H. (2017). Hubungan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dengan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa. *THEOREMS (The Original Research of Mathematics)*, 1(2), 82–91. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31949/th.v1i2.384>
- Cahyaningtyas, O., Rahardi, R., & Irawati, S. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Persamaan dan Pertidaksamaan Nilai Mutlak Berdasarkan Teori Newman. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 11(3), 104–117. <https://doi.org/https://doi.org/10.22437/edumatica.v11i03.14201>
- Fatahillah, A., Wati, Y. F., & Susanto. (2017). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika Berdasarkan Tahapan Newman Beserta Bentuk Scaffolding yang Diberikan. *Jurnal Kadikma*, 8(1), 40–51. <http://jurnal.unej.ac.id/index.php/kadikma/article/view/5229>
- Fatimah, S., Muhsetyo, G., & Rahardjo, S. (2019). Proses Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP dalam Menyelesaikan Soal PISA dan Scaffoldingnya. *Jurnal Kajian Pembelajaran Matematika*, 3(1), 24–33. <http://journal2.um.ac.id/index.php/jkpm>

- Hafriani. (2021). Mengembangkan Kemampuan Dasar Matematika Siswa Berdasarkan NCTM Melalui Tugas Terstruktur Dengan Menggunakan ICT (Developing The Basic Abilities of Mathematics Students Based on NCTM Through Structured Tasks Using ICT). *JURNAL ILMIAH DIDAKTIKA: Media Ilmiah Pendidikan Dan Pengajaran*, 22(1), 63. <https://doi.org/10.22373/jid.v22i1.7974>
- Jannah, U. R., Saleh, H., & Wahidah, A. (2019). Scaffolding untuk Pembelajaran Matematika di Kelas Inklusi. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 5(1), 61. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v5i1.5254>
- Maharani, I. P., & Subanji, S. (2018). Scaffolding Based on Cognitive Conflict in Correcting the Students' Algebra Errors. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 13(2), 67–74. <https://doi.org/10.12973/iejme/2697>
- Mawasdi, E., Nova, T., & Yunianta, H. (2018). Analisis Kesalahan Newman dengan Pemberian Scaffolding Dalam Menyelesaikan Soal Cerita Materi. *GENTA MULIA: Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 9(1), 134–146. <https://ejournal.stkipbbm.ac.id/index.php/gm/article/view/150>
- Monariska, E.-. (2019). Analisis kesulitan belajar mahasiswa pada materi integral. *Jurnal Analisa*, 5(1), 9–19. <https://doi.org/10.15575/ja.v5i1.4181>
- Novitasari, D. (2016). Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa. *FIBONACCI: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 2(2), 8–18. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24853/fbc.2.2.8-18>
- Rasul, A. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Make A Match Terhadap Motivasi dan Hasil Belajar Matematika pada Siswa Kelas VII SMP Yapis Timika. *Mandalika Mathematics and Education Journal*, 3, 11.