

Identifikasi Kesalahan Jawaban Mahasiswa pada Mata Kuliah Analisis Real Berdasarkan *Newmann's Error Analysis*

Bertu Rianto Takaendengan^{1*}, Azwar Anwar², Wilson Takaendengan³,
Putri Ekawaty Kobandaha⁴

^{1,4}Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Gorontalo, Bone Bolango 96119, Indonesia

²Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Borneo Tarakan, Kota Tarakan 77123, Indonesia

³Program Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Negeri Manado, Tomohon 95445, Indonesia

*Penulis Korespondensi. Email: bertu@ung.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal analisis real menggunakan Newman Error Analysis (NEA). Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan subjek penelitian terdiri dari 22 mahasiswa semester VI tahun akademik 2020/2021 prodi S1 Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Gorontalo. Selanjutnya data dikumpulkan melalui instrumen tes dan wawancara, kemudian dianalisis dengan tahapan: reduksi dan penyajian data serta penarikan kesimpulan. Hasil penelitian menunjukkan terdapat 4 kesalahan mahasiswa dalam menjawab soal berdasarkan NEA yaitu kesalahan: (1) membaca; (2) pemahaman; (3) transformasi; (4) keterampilan proses. Identifikasi ini dapat menjadi pertimbangan dan masukan bagi dosen pengampu mata kuliah analisis real untuk mendesain pembelajaran agar kesalahan mahasiswa dalam menjawab soal dapat diminimalisir.

Kata Kunci: Identifikasi Kesalahan; Analisis Real; Newmann's Error Analysis

Abstract

This research aims to identify the student's error in the completion of real analysis using Newman Error Analysis (NEA). The type of research is qualitative descriptive. Which research subjects were 22 students of the mathematics education study program of Universitas Negeri Gorontalo at VI semesters in the 2020/2021 academic year. Data-collection techniques using written tests and interviews. Data is analyzed with reduction, presentation, and drawing conclusion. The result of the study found 4 errors made by students in answering a problem based on NEA: (1) reading, (2) comprehension, (3) transformation, (4) and process skills. This identification can be used by lecturers teaching real analysis to consider supporting the courses and designing learning systems to minimize student errors in solving problems.

Keywords: Error Identification; Real Analysis; Newmann's Error Analysis

1. Pendahuluan

Pembelajaran matematika di perguruan tinggi menuntut mahasiswa untuk lebih aktif dalam mengkonstruksi pengetahuannya secara mandiri agar dapat mengerti dengan topik yang sedang dibahas [1][2], secara khusus pembelajaran matematika tidak hanya mengingat dan menerapkan rumus namun juga dapat mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti menganalisis, mensintesis dan mengevaluasi [3]. Selanjutnya proses bernalar dan berlogika adalah elemen penting yang harus dimiliki peserta didik dalam memahami dan mengaitkan antar konsep untuk dapat menyelesaikan masalah matematika secara baik dan benar [4][5]. Lebih lanjut lagi konsep dalam matematika memiliki keterkaitan antara satu dengan lainnya yang menegaskan bahwa matematika bersifat terstruktur, terorganisir, dan berjenjang [6]. Berdasarkan uraian ini menjelaskan bahwa pembelajaran di perguruan tinggi menuntut partisipasi aktif mahasiswa mengkonstruksi pengetahuannya dalam memahami matematika secara utuh dan komprehensif agar dapat menyelesaikan masalah matematika secara tepat.

Matematika dan objek kajian yang abstrak adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan [7], hal ini menjadikan mata pelajaran matematika menjadi sulit diajarkan maupun dipelajari [8]. Struktur pembuktiannya tersusun secara deduktif aksiomatik yakni melalui tahapan definisi, aksioma atau postulat, kemudian teorema-teorema yang telah dibuktikan kebenarannya sehingga dapat berlaku secara umum dalam sistemnya [9]. Salah satu mata kuliah yang mencirikan struktur ini adalah analisis real yang adalah mata kuliah wajib di prodi S1 pendidikan matematika.

Analisis real adalah salah satu mata kuliah yang dianggap paling sulit, bahkan pada proses perkuliahan hampir semua mahasiswa mengalami masalah ini dikarenakan kesulitan dalam memahami materi serta mengalami kebingungan dalam memilih teorema yang dapat digunakan dalam pembuktian [10][11]. Selanjutnya salah satu alasan yang mengakibatkan mahasiswa mengalami kondisi ini adalah karena tidak terbiasa dengan proses analisis teorema selama perkuliahan [12] dimana pada mata kuliah ini menuntut akan pembuktian deduktif aksiomatik yakni jawaban benar ditentukan dari prosesnya bukan pada aplikasi penggunaan rumus. Uraian ini mengindikasikan bahwa mahasiswa mengalami kendala dalam memahami serta membuktikan klaim pada mata kuliah analisis real.

Beberapa hasil penelitian sebelumnya menemukan bahwa kesulitan belajar matematika disebabkan oleh beberapa faktor, yakni Hidayat dan Aripin mengungkapkan bahwa masalah belajar mahasiswa pada materi trigonometri disebabkan oleh kebingungan dalam memilih rumus yang tepat untuk menyelesaikan masalah matematika [13]. Selanjutnya penelitian Qomariyah yang dianalisis secara kuantitatif menemukan bahwa faktor terbesar yang menyebabkan kesulitan belajar analisis real adalah berasal dari diri sendiri sebesar 52% dan lingkungan kampus sebanyak 61% [14]. Berdasarkan beberapa penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kesulitan belajar dalam matematika khususnya pada jawaban yang menuntut pembuktian sehingga perlu adanya penelitian yang fokus pada mengidentifikasi kesalahan mahasiswa dalam menjawab soal pada mata kuliah analisis real yang dianalisis secara kualitatif. Hal ini dianggap penting karena hasil analisis akan variasi kesalahan dapat membantu pendidik untuk menyelenggarakan pembelajaran yang berbasis pada kebutuhan peserta didik [15].

Newman Error Analysis (NEA) merupakan alternatif metode yang dapat dipilih untuk mengidentifikasi kesalahan mahasiswa secara lebih mudah dalam pembelajaran [16]. Prosedur Newman dikembangkan untuk membantu pendidik mengidentifikasi kesulitan peserta didik dalam menyelesaikan masalah matematika yang dikategorikan meliputi kesalahan: 1) membaca; 2) memahami; 3) transformasi; 4) keterampilan proses; 5) menarik kesimpulan [17][18]. Berdasarkan beberapa kendala dan penjelasan tersebut, maka penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi kesalahan jawaban mahasiswa pada mata kuliah analisis real menggunakan NEA.

2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan subjek penelitian terdiri dari 22 mahasiswa Prodi S1 Pendidikan Matematika Universitas Negeri Gorontalo T.A 2020/2021 semester VI. Selanjutnya data pada penelitian ini dikumpulkan melalui instrumen tes yang terdiri dari 3 nomor soal pada materi aksioma kelengkapan dan limit barisan bilangan real. Soal tes yang digunakan telah melalui tahapan validasi oleh dua ahli materi. Adapun soal yang digunakan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Diberikan himpunan $B = \{\frac{1}{n}; n \in \mathbb{N}\}$. Buktikan bahwa himpunan B terbatas.
2. Diberikan himpunan $B = \{x \in \mathbb{R}: x \leq 1\}$, buktikan bahwa supremum B adalah 1.
3. Buktikan bahwa $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{2n}{n+1}\right) = 2$.

kemudian dilanjutkan dengan wawancara untuk mengidentifikasi kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan soal dengan indikator: 1) kemampuan awal (*prior knowledge*)/prasyarat mata kuliah; 2) kompleksitas materi; 3) strategi/cara yang dipilih dalam membuktikan/ menyelesaikan soal.

Selanjutnya data dianalisis secara kualitatif dengan mengelompokkannya kedalam 5 tahapan NEA yang diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tahapan NEA berdasarkan jenis kesalahan

| Tahapan Kesalahan | Penjelasan |
|---------------------|---|
| Membaca Pemahaman | Tidak mengerjakan atau mengerjakan namun tidak memahami konsep. Memahami konsep namun tidak mengetahui apa yang dibutuhkan di soal. |
| Transformasi | Memahami konsep dan tujuan soal namun tidak mengerti bagaimana cara membuktikannya. |
| Keterampilan proses | Sudah memahami cara menyelesaikan soal namun tidak bisa menyelesaikan dengan benar. |
| Menarik kesimpulan | Tidak dapat menuliskan jawaban akhir dan kesimpulan dengan benar. |

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil identifikasi kesalahan jawaban 22 mahasiswa diberikan label A1-A22 yang deskripsikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil identifikasi jawaban mahasiswa

| Soal | Jenis Kesalahan | | | | | Jawaban Benar |
|---------|------------------|------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------|------------------|
| | Membaca | Pemahaman | Transformasi | Keterampilan Proses | Menarik Kesimpulan | |
| Nomor 1 | A6, A11, A13 | A2, A5, A14, A22 | A1, A7, A8, A12, A15, A20, A21 | A4, A9, A10, A16, A19 | - | A3, A17, A18 |
| Nomor 2 | A6, A14 | A2, A11, A13 | A1, A4, A8, A12, A17, A19, A21, A22 | A5, A7, A10, A15, A16, A18, A20 | - | A3, A9 |
| Nomor 3 | A2, A6, A11, A14 | A1, A8, A12, A22 | A4, A5, A7, A15, A17, 20, A21 | A10, A13, A19, A20 | - | A3, A9, A16, A18 |

Berdasarkan Tabel 2, tampak mahasiswa melakukan 4 tipe kesalahan dalam menjawab soal dimana tidak ada mahasiswa yang melakukan kesalahan dalam penarikan kesimpulan. Hal ini dikarenakan NEA adalah berupa tahapan kesalahan sehingga masing-masing mahasiswa diidentifikasi letak kesalahan jawabannya sedangkan pada soal nomor 1, 2 dan 3 secara berturut-turut terdapat 3, 2, dan 4 mahasiswa yang menjawab benar atau dengan kata lain melakukan semua tahapan secara benar. Selanjutnya untuk jenis kesalahan mahasiswa yang teridentifikasi pada penelitian ini dideskripsikan sebagai berikut.

3.1 Deskripsi Kesalahan Membaca

Kesalahan pada bagian ini berupa mahasiswa tidak mengerjakan atau mengerjakan namun menunjukkan ketidakpahaman konsep. Pada gambar 2 diberikan contoh jawaban responden A11 tidak memahami konsep himpunan terbatas sehingga apa yang dituliskan di lembar jawaban menjadi tidak jelas dan keliru.

Dari definisi 2.3.1, himpunan terbatas, jika memiliki batas atas.
 $\forall b \in B$ dapat ditunjukkan bahwa $n \in \mathbb{N}$, $n \leq B$. Dimana $n=1$
 sehingga n dapat dikatakan batas bawah dan B adalah himpunan
 terbatas dengan batas bawahnya atau himpunan terbatas di bawah.

Gambar 1. Kesalahan membaca di soal nomor 1

Selanjutnya di soal nomor 2, ditemukan kekeliruan mahasiswa dalam membaca soal sehingga dapat berakibat pada kesalahan dalam pendefinisian himpunan yang akan dibuktikan. Hal ini seperti ditunjukkan oleh jawaban responden A6 yang ditampilkan pada gambar 2 dimana mahasiswa menuliskan $x \in B$ padahal seharusnya $x \in \mathbb{R}$.

$\text{sup } B = 1$
 Bukt : $(x \leq 1 ; x \in B)$.

Gambar 2. Kesalahan membaca di soal nomor 2

Kemudian pada soal berikutnya, mahasiswa tampak tidak memahami konsep limit yang dibutuhkan dalam pembuktian soal. Berdasarkan definisi, suatu bilangan real x disebut limit barisan (x_n) jika untuk setiap bilangan $\varepsilon > 0$, terdapat bilangan asli K sedemikian sehingga untuk setiap $n \in \mathbb{N}$ dengan $n \geq K(\varepsilon)$ berlaku $|x_n - x| < \varepsilon$.

Analisis pendahuluan
 $|2n/(n+1) - 2| = |(2n - 2n - 2)/(n+1)|$
 $= |-2/(n+1)| = 2/(n+1) \approx 2/n + 0 < \varepsilon$

Gambar 3. Kesalahan membaca di soal nomor 3

Tampak pada gambar 3, responden A6 tidak memahami konsep ketaksamaan karena pada proses menentukan nilai k menggunakan tanda persamaan. Selanjutnya jawaban responden A14 seperti ditunjukkan oleh gambar 4 mendeskripsikan mahasiswa tidak memahami konsep definisi limit barisan.

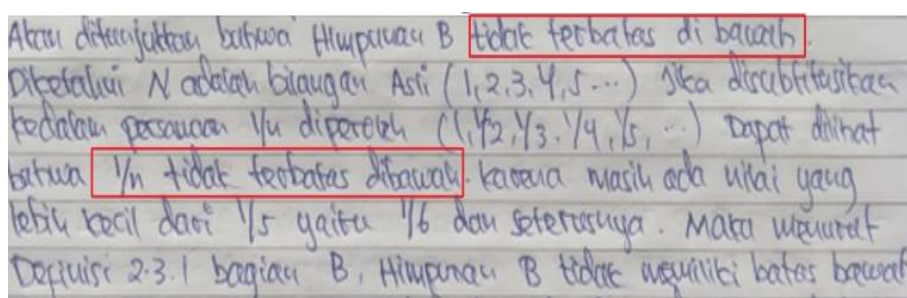
Ambil sembarang $\varepsilon > 0$, sehingga $2/\varepsilon > 0$.
 Jika $n > k$, maka
 $\frac{2}{n+1} - 2 = \frac{2n - 2n - 2}{n+1}$
 $= \frac{-2}{n+1}$
 $= \frac{2}{n+1} < \frac{2}{n} \leq \frac{2}{k} < \varepsilon$

Gambar 5. Kesalahan membaca di soal nomor 3

Hasil wawancara dengan 5 mahasiswa yang melakukan kesalahan membaca diperoleh informasi secara umum bahwa mahasiswa tidak memahami konsep yang dibicarakan dikarenakan kurangnya membaca buku sumber utama analisis real ataupun rujukan lain. Hal ini menegaskan fakta bahwa banyak peserta didik yang tidak memperoleh kefasihan dalam konsep matematika dasar [19] sehingga mengakibatkan gagal paham tentang materi yang sedang dibahas, padahal mengetahui konsep sangat penting untuk menentukan konteks yang tepat dari suatu permasalahan [20].

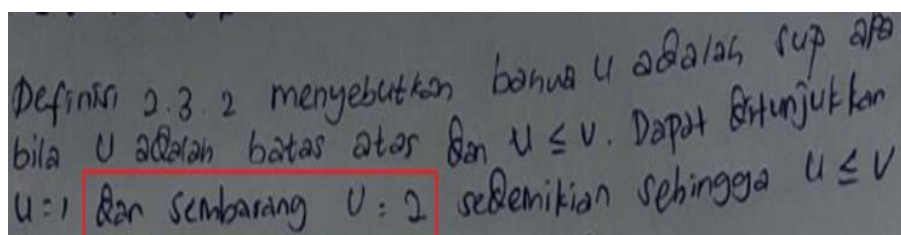
3.2 Deskripsi Kesalahan Pemahaman

Kesalahan pada tipe ini berarti mahasiswa memahami soal (konsep) namun tidak mengetahui apa yang dibutuhkan dalam soal, terlihat pada soal pertama seperti yang ditampilkan Gambar 5, responden A2 menyebutkan bahwa himpunan tersebut tidak memiliki batas bawah sehingga tidak sesuai dengan yang diminta oleh soal (pembuktian himpunan terbatas), mahasiswa hanya mempertimbangkan bilangan positif untuk pemilihan batas bawah padahal bisa dipilih dari semua bilangan real yang memenuhi.



Gambar 5. Kesalahan pemahaman di soal nomor 1

Kemudian pada pertanyaan berikutnya terkait dengan pembuktian *supremum* tampak responden A13 menggunakan simbol yang tidak didefinisikan (Gambar 6) di awal sehingga menimbulkan kebingungan dan mengaburkan klaim yang akan dibuktikan.



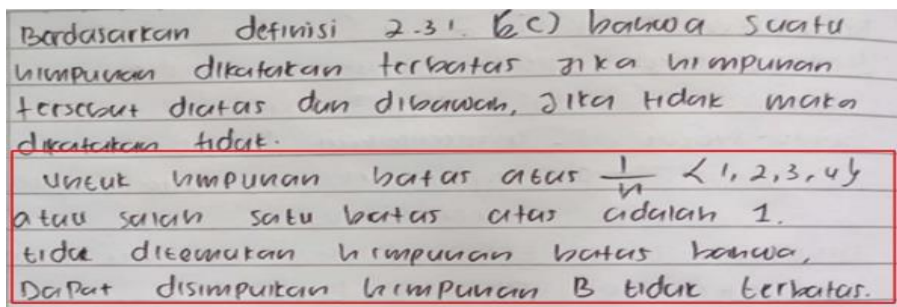
Gambar 6. Kesalahan pemahaman di soal nomor 2

Pengerjaan tugas-tugas matematika yang diselesaikan sesuai dengan algoritma yang disediakan dapat mengarah pada pembelajaran hafalan yakni menyelesaikan soal tanpa memahami artinya [21]. Hal ini yang menjadi permasalahan dalam perkuliahan, berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa yang melakukan kesalahan pada jenis ini menunjukkan bahwa mahasiswa merasa menyelesaikan soal analisis real berbeda dengan soal pada umumnya karena mereka terbiasa menerapkan rumus yang telah disiapkan sedangkan pada mata kuliah ini menuntut proses analisis dan membangun pembuktian dimana setiap langkah pengerjaan harus dapat dibuktikan kebenarannya.

3.3 Deskripsi Kesalahan Transformasi

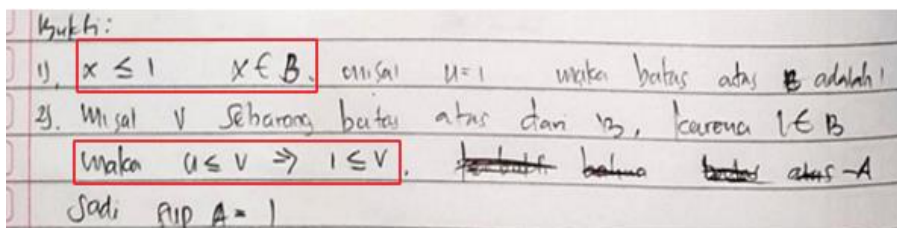
Kesalahan transformasi berarti mahasiswa memahami tujuan soal namun tidak mengerti bagaimana cara membuktikannya. Pada soal nomor 1 seperti yang ditampilkan gambar 7 tampak responden A21 sudah paham tentang definisi himpunan terbatas yaitu himpunan yang terbatas di atas dan di bawah, sehingga perlu dibuktikan bahwa himpunan tersebut memiliki batas bawah dan batas

atas. Namun pada proses pembuktian terlihat mahasiswa tidak jelas dalam menunjukkan batas atas atau batas bawah himpunan.



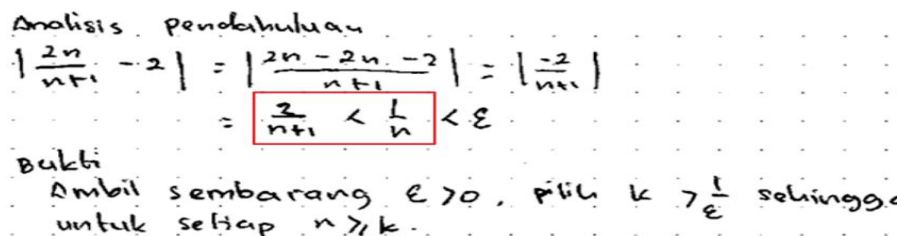
Gambar 7. Kesalahan transformasi di soal nomor 1

Kemudian pada soal berikutnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8, tampak responden A8 memahami konsep supremum suatu himpunan yaitu jika u adalah supremum dari himpunan B maka u adalah batas atas himpunan B dan $\forall v$ batas atas dari himpunan B berlaku $u \leq v$. Namun pada lembar jawaban tampak kesulitan dalam membuktikan syarat kedua, akibatnya 1 sebagai supremum dari himpunan tidak terbukti.



Gambar 8. Kesalahan transformasi di soal nomor 2

Kemudian pada soal terakhir seperti ditunjukkan oleh Gambar 9 tampak A7 sudah memahami konsep pembuktian limit barisan yaitu dibutuhkan analisis pendahuluan untuk menentukan nilai k namun pada lembar jawaban, mahasiswa tidak paham cara menentukan nilai k .

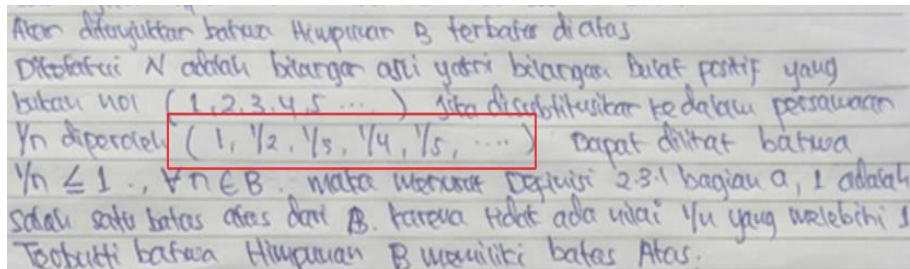


Gambar 9. Kesalahan transformasi di soal nomor 3

Kesalahan transformasi adalah jenis kesalahan terbanyak yang dialami mahasiswa ketika menjawab soal analisis real, hal ini konsisten dengan temuan Shinariko bahwa persentase tertinggi kesalahan dalam menyelesaikan soal matematika ada pada aspek *transformation error*, yakni karena gagal memilih strategi/rumus yang tepat untuk menyelesaikan masalah matematika [22]. Selanjutnya berdasarkan wawancara ditemukan fakta bahwa mahasiswa mengalami kebingungan dalam proses pembuktian ketika kasus yang diberikan berbeda dengan ilustrasi/contoh yang dibahas sebelumnya atau dengan kata lain mahasiswa kesulitan dalam menemukan alur pembuktian yang tepat.

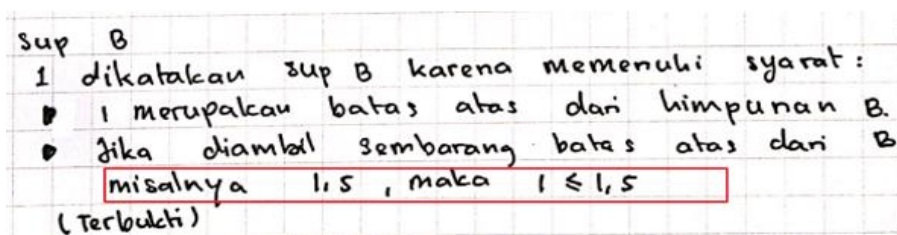
3.4 Deskripsi Kesalahan Keterampilan Proses

Kesalahan pada jenis ini berarti mahasiswa sudah memahami cara menyelesaikan soal namun tidak bisa menyelesaikan dengan benar. Pada gambar 10 tampak responden A16 sudah paham alur pembuktian himpunan terbatas di atas namun pada prosesnya menggunakan contoh pada beberapa kasus sehingga tidak bisa digeneralisasi dan metode pembuktian tidak valid.



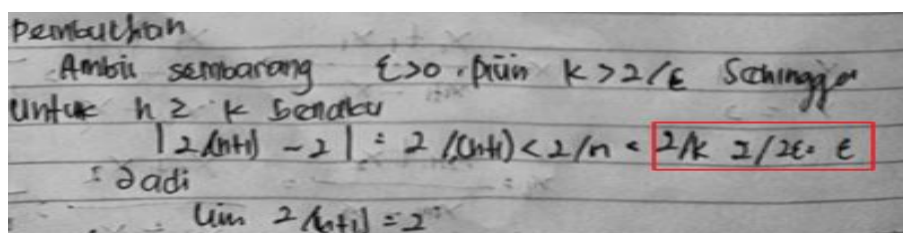
Gambar 10. Kesalahan keterampilan proses di soal nomor 1

Tipe kesalahan ini juga terjadi pada soal selanjutnya, seperti yang ditunjukkan oleh oleh responden A10 pada Gambar 11 dimana mahasiswa mencoba membuktikan dengan menggunakan contoh kasus sehingga pembuktian tidak bisa diterima karena tidak berlaku secara umum.



Gambar 11. Kesalahan keterampilan proses di soal nomor 2

Selanjutnya pada soal terakhir diperoleh kekeliruan pada jawaban responden A20 dimana terjadi kesalahan dalam proses mensubstitusi nilai k sehingga menyebabkan jawaban menjadi keliru



Gambar 12. Kesalahan keterampilan proses di soal nomor 3

Kesalahan keterampilan proses didasari pada kurang telitinya mahasiswa dalam menyelesaikan soal atau terdapat langkah yang tidak valid dalam proses penyelesaian dimana seharusnya pembuktian diperoleh dari alur yang jelas yakni definisi, aksioma, atau teorema yang telah dibuktikan [23]. Hal ini juga sejalan dengan hasil wawancara dengan mahasiswa yang melakukan kesalahan di tipe ini yakni kurang cermat dalam menyelesaikan soal yang berdampak pada langkah-langkah pembuktian yang tidak dapat dijamin kebenarannya.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menemukan terdapat 4 kekeliruan yang dilakukan mahasiswa dalam menjawab soal pada mata kuliah analisis real ditinjau dari *Newmann's Error Analysis* yaitu kesalahan: (1) membaca; (2) pemahaman; (3) kesalahan transformasi; (4) kesalahan keterampilan proses.

Identifikasi ini dapat menjadi pertimbangan bagi dosen pengampu mata kuliah analisis real untuk dapat mendesain pembelajaran agar kesalahan mahasiswa dalam menjawab soal dapat diminimalisir.

Referensi

- [1] J. Ellis, K. Hanson, G. Nuñez, and C. Rasmussen, "Beyond Plug and Chug: an Analysis of Calculus I Homework," *Int. J. Res. Undergrad. Math. Educ.*, vol. 1, no. 2, pp. 268–287, 2015, doi: 10.1007/s40753-015-0012-z.
- [2] B. R. Takaendengan and A. Asriadi, "Persepsi Mahasiswa Terhadap Pembelajaran Daring Matematika Ideal Di Masa Pandemi Covid-19," *Educ. Learn. J.*, vol. 2, no. 2, p. 82, 2021, doi: 10.33096/eljour.v2i2.106.
- [3] E. Kristianto, Mardiyana, and D. R. S. Saputro, "Analysis of Students' Error in Proving Convergent Sequence using Newman Error Analysis Procedure," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1180, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1180/1/012001.
- [4] M. Farhan and I. Zulkarnain, "Analisis Kesalahan Mahasiswa pada Mata Kuliah Kalkulus Peubah Banyak Berdasarkan Newmann's Error Analisis," *JKPM (Jurnal Kaji. Pendidik. Mat.*, vol. 4, no. 2, p. 121, 2019, doi: 10.30998/jkpm.v4i2.3843.
- [5] M. D. Sundawan, W. Irmawan, and H. Sulaiman, "Kemampuan Berpikir Relasional Abstrak Calon Guru Matematika dalam Menyelesaikan Soal-Soal Non-Rutin pada Topik Geometri Non-Euclid," *Mosharafa J. Pendidik. Mat.*, vol. 8, no. 2, pp. 319–330, 2019, doi: 10.31980/mosharafa.v8i2.438.
- [6] R. Widyastuti, "Proses Berpikir Siswa Dalam Menyelesaikan Masalah Matematika Berdasarkan Teori Polya Ditinjau Dari Adversity Quotient Tipe Climber," *Al-Jabar J. Pendidik. Mat.*, vol. 6, no. 2, pp. 183–194, 2015, doi: 10.24042/ajpm.v6i2.48.
- [7] T. I. Pramesti and H. Retnawati, "Difficulties in learning algebra: An analysis of students' errors," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1320, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1320/1/012061.
- [8] S. M. Villafaña, C. P. Bailey, J. Loertscher, V. Minderhout, and J. E. Lewis, "Development and analysis of an instrument to assess student understanding of foundational concepts before biochemistry coursework," *Biochem. Mol. Biol. Educ.*, vol. 39, no. 2, pp. 102–109, 2011, doi: 10.1002/bmb.20464.
- [9] K. E. Lestari, "Analisis Kemampuan Pembuktian Matematis Mahasiswa Menggunakan Pendekatan Induktif-Deduktif Pada Mata Kuliah Analisis Real," *MENDIDIK J. Kaji. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 1, no. 2, pp. 128–135, 2015.
- [10] I. Widiati and A. Sthephani, "Difficulties analysis of mathematics education students on the real analysis subject," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1088, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1088/1/012037.
- [11] Darmadi, "Spektrum Hasil Belajar Analissi Real Mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika IKIP PGRI Madiun Tahun Akademik 2008/2009," in *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan Matematika UNY*, 2009, pp. 247–251.
- [12] K. S. Perbowo and T. R. Pradipta, "Pemetaan Kemampuan Pembuktian Matematis Sebagai Prasyarat Mata Kuliah Analisis Real Mahasiswa Pendidikan Matematika," *KALAMATIKA J. Pendidik. Mat.*, vol. 2, no. 1, p. 81, 2017, doi: 10.22236/kalamatika.vol2no1.2017pp81-90.
- [13] W. Hidayat and U. Aripin, "Identifikasi Kesalahan Jawaban Mahasiswa Pada Mata Kuliah Trigonometri Berdasarkan Dimensi Pengetahuan Krathwohl," *JNPM (Jurnal Nas. Pendidik. Mat.*, vol. 4, no. 1, p. 142, 2020, doi: 10.33603/jnpm.v4i1.3316.
- [14] S. Qomariyah and U. Rosyidah, "Kesulitan Belajar Mahasiswa Pendidikan Matematika Pada

- Mata Kuliah Analisis Real,” *J. Educ. FKIP UNMA*, vol. 8, no. 2, pp. 396–400, 2022, doi: 10.31949/educatio.v8i2.1865.
- [15] T. Triliana and E. C. M. Asih, “Analysis of students’ errors in solving probability based on Newman’s error analysis,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1211, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1211/1/012061.
- [16] N. Seng, “Newman Error Analysis For Errors In Mathematical Word Questions Among Year Three Students In Sekolah Kebangsaan Taman Kluang Barat,” vol. 7, no. 2, pp. 58–63, 2020.
- [17] A. Newman, *Newman language of mathematics kit: Strategies for diagnosis and remediation*. Pearson Education, 1983.
- [18] S. Suratih and H. Pujiastuti, “Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita program linear berdasarkan Newman’s error analysis,” *Pythagoras J. Pendidik. Mat.*, vol. 15, no. 2, pp. 111–123, 2020, doi: 10.21831/pg.v15i2.30990.
- [19] D. P. Bryant, B. R. Bryant, B. Dougherty, G. Roberts, K. H. Pfannenstiel, and J. Lee, “Mathematics performance on integers of students with mathematics difficulties,” *J. Math. Behav.*, vol. 58, no. March, p. 100776, 2020, doi: 10.1016/j.jmathb.2020.100776.
- [20] W. Hidayat and R. Sariningsih, “Profil Kemampuan Penalaran Kreatif Matematis Mahasiswa Calon Guru,” *J. Elem.*, vol. 6, no. 1, pp. 108–127, 2020, doi: 10.29408/jel.v6i1.1738.
- [21] B. Jonsson, M. Norqvist, Y. Liljekvist, and J. Lithner, “Learning mathematics through algorithmic and creative reasoning,” *J. Math. Behav.*, vol. 36, pp. 20–32, 2014, doi: 10.1016/j.jmathb.2014.08.003.
- [22] L. J. Shinariko, N. W. Saputri, Y. Hartono, and J. Araiku, “Analysis of students’ mistakes in solving mathematics olympiad problems,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1480, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1480/1/012039.
- [23] C. A. H. Santosa, “Mengatasi Kesulitan Mahasiswa ketika Melakukan Pembuktian Matematis Formal,” *Pengajaran MIPA*, vol. 18, pp. 152–160, 2019.