

Analisis Pemahaman Mahasiswa terhadap Konsep Segitiga pada Geometri euclid melalui Soal Etnomatematika Berbasis Budaya Lokal

Indah Ayu Ramadany¹, Nabila Azuhra², Nofa Nasywa Ramadhani³, Syifa Eriza Nasution⁴, KMA Fauzi⁵
Universitas Negeri Medan

Email Korespondensi: nofanasywaramadhani78@gmail.com, syifaa.nst06@gmail.com
indahayuramadany@gmail.com, nabila.4243311027@mhs.unimed.ac.id,
aminunimed29@gmail.com.

ABSTRACT

Euclidean geometry is a branch of mathematics that examines the properties of plane and spatial figures based on axioms and deductive reasoning. Therefore, understanding the concept of triangles is an important foundation for developing spatial abilities and problem-solving. Euclidean geometry examines the properties of plane and spatial figures through axioms and logical reasoning. Understanding the concept of triangles is crucial for spatial abilities and problem-solving. However, students still tend to memorize formulas without understanding their real-life applications. Therefore, culturally based questions such as traditional houses, ulos cloth, and traditional activities are used to assess conceptual understanding. This study applied a qualitative descriptive method involving 20 Mathematics Education students. Data were collected through an online ethnomathematics-based questionnaire and analyzed using Newman's error analysis stages. The results showed that the highest errors occurred in understanding questions and writing final answers. Students also had difficulties transforming contextual problems into mathematical models. These findings indicate that the ethnomathematics approach provides more meaningful learning contexts, but students' conceptual understanding still needs improvement through learning strategies that emphasize reasoning and mathematical communication.

Keywords: *Euclidean Geometry, Triangle, Ethnomathematics, Newman Errors, Conceptual Understanding, Mathematical Reasoning.*

ABSTRAK

Geometri Euclid merupakan cabang matematika yang membahas sifat bangun datar dan ruang berdasarkan aksioma serta penalaran deduktif, sehingga pemahaman konsep segitiga menjadi dasar penting dalam pengembangan kemampuan spasial dan pemecahan masalah. Geometri Euclid membahas sifat bangun datar dan ruang melalui aksioma serta penalaran logis. Pemahaman konsep segitiga penting untuk kemampuan spasial dan pemecahan masalah. Namun, mahasiswa masih cenderung menghafal rumus tanpa memahami penerapannya dalam kehidupan nyata. Karena itu, digunakan soal berbasis budaya seperti rumah adat, kain ulos, dan kegiatan tradisional untuk mengukur pemahaman konsep. Penelitian ini memakai metode deskriptif kualitatif dengan 20 mahasiswa Pendidikan Matematika sebagai subjek. Data diperoleh melalui kuesioner daring berbasis etnomatematika dan dianalisis menggunakan tahapan kesalahan Newman. Hasil menunjukkan kesalahan terbesar terdapat pada tahap memahami soal dan menuliskan jawaban akhir. Mahasiswa juga kesulitan mengubah masalah kontekstual ke model matematika.

Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan etnomatematika memberi konteks belajar yang lebih bermakna, tetapi pemahaman konsep mahasiswa masih perlu ditingkatkan melalui strategi pembelajaran yang menekankan penalaran dan komunikasi matematis.

Kata Kunci: *Geometri Euclid, Segitiga, Etnomatematika, Kesalahan Newman, Pemahaman Konsep, Penalaran Matematis.*

PENDAHULUAN

Pemahaman konseptual mahasiswa terhadap geometri Euclid, khususnya konsep segitiga, merupakan fondasi penting bagi pengembangan penalaran spasial dan kemampuan pemecahan masalah matematis di tingkat perguruan tinggi. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap konsep-konsep dasar geometri masih tergolong rendah. Mahasiswa cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna, mengalami kesulitan dalam membedakan jenis-jenis segitiga, serta lemah dalam mengaplikasikan teorema-teorema seperti Pythagoras, kesebangunan, dan hubungan antara sisi, tinggi, serta luas segitiga. Kendala ini diperparah oleh penyajian pembelajaran geometri yang abstrak, formal, dan terlepas dari konteks kehidupan nyata mahasiswa.

Salah satu penyebab utama rendahnya pemahaman mahasiswa adalah minimnya keterkaitan antara materi geometri yang diajarkan dengan pengalaman keseharian dan budaya yang mereka kenal. Akibatnya, mahasiswa memandang geometri sebagai ilmu yang kaku, tidak bermakna, dan sulit dipahami. Padahal, jika konsep-konsep geometri disajikan dalam konteks budaya lokal yang akrab dengan keseharian mahasiswa, peluang untuk membangun pemahaman yang mendalam dan bertahan lama akan semakin besar. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan asesmen sekaligus pembelajaran yang mampu menjembatani geometri formal dengan realitas budaya mahasiswa.

Pendekatan yang dinilai paling potensial untuk menjawab permasalahan tersebut adalah etnomatematika, yaitu pendekatan yang memandang matematika sebagai praktik budaya yang tertanam dalam berbagai aktivitas, artefak, dan tradisi masyarakat. Melalui etnomatematika, mahasiswa diajak untuk mengidentifikasi, mengeksplorasi, dan menganalisis konsep-konsep geometri yang tersembunyi dalam warisan budaya lokal. Dengan demikian, proses memahami geometri tidak lagi bersifat hafalan semata, melainkan berbasis penemuan dan pengalaman bermakna. Budaya lokal Sumatera Utara, misalnya, telah terbukti kaya akan muatan geometri. Penelitian Mailani et al. (2024) mengungkapkan bahwa berbagai artefak, makanan tradisional (seperti lemang), alat musik, dan tari tradisional Sumatera Utara mengandung konsep-konsep geometri seperti bangun datar (termasuk segitiga), bangun ruang, kesebangunan, simetri, dan lain-lain.

Secara lebih spesifik, beberapa artefak dan tradisi Sumatera Utara mengandung konsep segitiga yang sangat potensial untuk dijadikan instrumen asesmen pemahaman mahasiswa. Muchand & Ananda (2022) serta Mailani et al. (2024) menemukan bahwa arsitektur Istana Maimun di Medan memiliki ornamen dan struktur atap yang menerapkan konsep segitiga dalam kerangka geometri Euclid. Sementara itu, Mailani et al. (2024) juga mengeksplorasi bahwa Rumah Bolon Batak Toba memiliki atap berbentuk segitiga sama kaki yang sarat akan hubungan matematis antara panjang sisi, tinggi, dan luas segitiga. Penelitian lain oleh Mailani et al. (2024) tentang pembuatan lemang menunjukkan bahwa proses

pemotongan bambu secara miring membentuk segitiga siku-siku, sehingga dapat digunakan untuk mengajarkan teorema Pythagoras dan kesebangunan. Bahkan, tata ruang tiga rumah adat di Pulau Samosir yang membentuk pola segitiga mencerminkan konsep titik Fermat, yaitu titik yang meminimalkan jumlah jarak ke tiga titik sudut. Kain Ulos Batak pun diduga mengandung motif segitiga berulang yang mengaplikasikan prinsip kesebangunan.

Meskipun berbagai penelitian telah berhasil mengidentifikasi kekayaan konsep segitiga dalam budaya lokal Sumatera Utara, hampir tidak ada studi yang secara sistematis menggunakan temuan-temuan tersebut sebagai instrumen untuk menganalisis pemahaman mahasiswa terhadap konsep segitiga. Penelitian yang ada masih terbatas pada tahap eksplorasi dan identifikasi, belum melangkah pada asesmen empiris yang mengukur bagaimana mahasiswa memahami, mengaplikasikan, dan bernalar terhadap konsep segitiga ketika dihadapkan pada soal-soal yang dikontekstualisasikan dengan budaya mereka sendiri. Padahal, tanpa asesmen yang tepat, dosen tidak akan pernah mengetahui secara akurat letak kesulitan dan miskonsepsi yang dialami mahasiswa.

Penggunaan budaya lokal dalam pembelajaran geometri memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi mahasiswa. Dalam mempelajari segitiga, mahasiswa dapat mengaitkan konsep dengan objek nyata di lingkungan mereka. Pembelajaran geometri yang dikaitkan dengan budaya lokal memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual. Konsep segitiga dapat ditemukan dalam berbagai bentuk arsitektur tradisional maupun kerajinan daerah, sehingga memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep tersebut. Analisis pemahaman mahasiswa terhadap konsep segitiga menunjukkan bahwa banyak mahasiswa hanya berfokus pada penggunaan rumus tanpa memahami konsep dasar. Hal ini menyebabkan kesulitan ketika dihadapkan pada soal yang berbeda dari contoh yang diberikan. (Andriani, 2021).

Kesenjangan penelitian (research gap) inilah yang menjadi urgensi studi ini. Penelitian ini bermaksud untuk mengisi kekosongan tersebut dengan mengembangkan dan mengujikan lima soal etnomatematika berbasis budaya Sumatera Utara yang masing-masing merepresentasikan konsep segitiga yang berbeda, yaitu: (1) potongan bambu pada pembuatan lemang (teorema Pythagoras dan kesebangunan), (2) perbandingan segitiga pada arsitektur Istana Maimun dengan segitiga navigasi udara (geometri Euclid vs non-Euclid), (3) atap Rumah Bolon (hubungan sisi, tinggi, dan luas segitiga sama kaki), (4) motif segitiga pada kain Ulos (kesebangunan segitiga), dan (5) tiga rumah adat di Samosir (titik Fermat). Kelima soal ini akan digunakan untuk menganalisis secara mendalam level pemahaman mahasiswa, mengidentifikasi kesulitan serta miskonsepsi yang muncul, dan mengevaluasi sejauh mana soal etnomatematika mampu mengungkap pemahaman konseptual mahasiswa secara lebih autentik dibandingkan soal rutin.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian dengan judul "*Analisis Pemahaman Mahasiswa terhadap*

Konsep Segitiga pada Geometri Euclid melalui Soal Etnomatematika Berbasis Budaya Lokal" menjadi sangat relevan dan mendesak untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan pendekatan asesmen geometri berbasis budaya, serta kontribusi praktis berupa instrumen etnomatematika yang dapat diadopsi oleh dosen di berbagai perguruan tinggi untuk mendiagnosis pemahaman mahasiswa secara lebih kontekstual dan bermakna.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk menggambarkan tingkat pemahaman mahasiswa mengenai materi Segitiga pada Geometri Euclid dan Non-Euclid. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada pemaparan data secara rinci berdasarkan tanggapan dan pendapat responden.

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika Stambuk 24 yang turut berpartisipasi dalam pengisian kuesioner penelitian. Pengumpulan data dilakukan secara daring melalui penyebaran angket menggunakan platform Google Forms. Sumber data dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari responden, yaitu mahasiswa, melalui penyebaran kuesioner menggunakan Google Form. Sementara itu, data sekunder diperoleh dari berbagai referensi seperti buku, jurnal, serta artikel ilmiah yang berkaitan dengan materi segitiga pada Geometri Euclid dan non-Euclid.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui penyebaran kuesioner (angket) secara daring menggunakan Google Form kepada mahasiswa sebagai responden. Selain itu, data pendukung diperoleh melalui studi pustaka, yaitu mengumpulkan informasi dari buku, jurnal, dan sumber ilmiah lain yang relevan dengan topik penelitian.

Data hasil angket dianalisis menggunakan teknik deskriptif kualitatif. Analisis dilakukan melalui tiga tahap, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Reduksi data dilakukan dengan memilih jawaban responden yang sesuai dengan fokus penelitian. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk uraian singkat, tabel, atau diagram agar mudah dipahami. Tahap terakhir yaitu menarik kesimpulan berdasarkan hasil data yang telah dianalisis.

Untuk memperkuat hasil penelitian, data dihitung persentase kesalahan siswa pada tiap butir pertanyaan menggunakan rumus:

$$P \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Persentase bentuk kesalahan siswa

n = Banyaknya kesalahan untuk setiap tahapan

N = Banyaknya kemungkinan Kesalahan

Hasil perhitungan persentase tersebut kemudian diubah ke dalam bentuk data kualitatif dan dideskripsikan sebagai dasar penarikan kesimpulan penelitian. Adapun pedoman pengelompokan persentase ke dalam kategori dapat dilihat pada tabel berikut;

Persentase(%)	Kategori
$P > 80$	Sangat Tinggi
$0 < P \leq 80$	Tinggi
$0 < P \leq 60$	Sedang
$0 < P \leq 40$	Rendah
$P \leq 20$	Sangat Rendah

KAJIAN TEORI

1. Epistemologi Geometri Euclid dan Karakteristik Segitiga

Geometri Euclid merupakan sistem matematika yang dibangun oleh ilmuwan Yunani, Euclid, melalui karyanya *The Elements*. Sistem ini didasarkan pada serangkaian aksioma dan postulat yang mendefinisikan sifat-sifat ruang datar. Dalam konteks pendidikan tinggi, kajian geometri tidak lagi sekadar menghitung parameter fisik, melainkan memahami relasi logis antar elemen pembentuk bangun datar, khususnya segitiga.

a. Fondasi Teorema Pythagoras dalam Ruang Euclid

Segitiga siku-siku merupakan objek kajian utama yang menghubungkan konsep panjang sisi melalui Teorema Pythagoras. Secara formal, dalam sebuah segitiga dengan sudut siku-siku, kuadrat panjang sisi miring (hipotenusa) setara dengan jumlah kuadrat dari kedua sisi lainnya. Hubungan ini dinyatakan dalam rumus:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Pemahaman mahasiswa terhadap rumus ini seringkali hanya bersifat prosedural. Namun, menurut *Sunardi et al. (2023)*, pemahaman konseptual yang sejati menuntut mahasiswa untuk mampu mengaitkan teorema ini dengan struktur ruang dan menggunakannya untuk memecahkan masalah non-rutin yang melibatkan pemodelan objek fisik di dunia nyata.

b. Prinsip Kesebangunan (*Similarity*) dan Perbandingan Geometris

Kesebangunan adalah konsep di mana dua atau lebih bangun datar memiliki bentuk yang sama namun ukuran yang berbeda, yang ditentukan oleh kesamaan sudut-sudut yang bersesuaian dan proporsionalitas sisi-sisinya. Dua segitiga $\triangle ABC$ dan $\triangle DEF$ dikatakan sebangun jika:

$$\angle A = \angle D, \angle B = \angle E, \angle C = \angle F$$

$$\frac{AB}{DE} = \frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF}$$

Konsep ini menjadi alat ukur yang sangat kuat dalam menentukan dimensi objek yang sulit dijangkau secara fisik. Penelitian oleh *Saputro et al. (2021)* menunjukkan bahwa banyak mahasiswa mengalami kegagalan pada tahap transformasi saat harus menentukan pasangan sisi yang koresponden dalam soal cerita yang bersifat kontekstual. Ketidakmampuan dalam melakukan abstraksi visual dari gambar ke dalam perbandingan matematis menjadi indikator rendahnya literasi geometris.

c. Keterkaitan Sisi, Tinggi, dan Luas Segitiga

Secara teoritis, luas segitiga ditentukan oleh interaksi antara alas dan garis tinggi yang tegak lurus terhadap alas tersebut. Rumus standar $L = \frac{1}{2} \times \text{ALAS} \times \text{TINGGI}$ nampak sederhana, namun dalam geometri Euclid, penentuan "tinggi" pada segitiga tumpul atau segitiga sembarang sering kali menjadi hambatan kognitif bagi mahasiswa. Menurut *Fahrudin (2020)*, penguasaan terhadap komponen-komponen segitiga ini adalah prasyarat mutlak sebelum mahasiswa diperkenalkan pada konsep geometri yang lebih kompleks seperti titik pusat segitiga (*orthocenter, centroid*) maupun geometri Non-Euclid.

2. Etnomatematika: Rekonstruksi Budaya ke dalam Formalisme Matematika

Etnomatematika muncul sebagai paradigma baru dalam pendidikan matematika yang berusaha menghapus dikotomi antara matematika akademik dan matematika praktis yang hidup di masyarakat. Secara etimologis, etnomatematika didefinisikan sebagai teknik atau seni untuk memahami, menjelaskan, dan belajar tentang realitas dalam konteks budaya yang berbeda.

a. Filosofi dan Urgensi Etnomatematika

Menurut *Prahmana (2022)* dalam bukunya, etnomatematika adalah aktivitas manusia yang mencakup pengelompokan, berhitung, mengukur, merancang, hingga menjelaskan fenomena menggunakan kacamata matematika dalam kelompok budaya tertentu. Integrasi budaya ke dalam pembelajaran bertujuan untuk memberikan makna (*meaningful learning*) terhadap konsep yang abstrak. Ketika mahasiswa mempelajari geometri melalui objek yang sering mereka lihat—seperti rumah adat atau makanan tradisional—beban kognitif mereka berkurang karena konsep tersebut memiliki representasi visual di dunia nyata.

b. Manifestasi Geometri pada Budaya Lokal Sumatera Utara

Dalam penelitian ini, beberapa objek budaya menjadi fokus utama sebagai instrumen asesmen

pemahaman geometri Euclid:

1. **Arsitektur Rumah Adat (Rumah Bolon & Samosir):**

Struktur atap rumah adat di Sumatera Utara sering kali mengadopsi bentuk segitiga sama kaki dan segitiga siku-siku yang sangat simetris. Penggunaan konsep garis tinggi (h) dan alas (a) pada atap ini bukan sekadar estetika, melainkan perhitungan fungsional untuk kekuatan struktur dan drainase air. *Mailani et al. (2024)* menyatakan bahwa arsitektur tradisional Batak secara implisit telah menerapkan prinsip keseimbangan geometris yang presisi jauh sebelum pendidikan formal diperkenalkan.

2. **Seni Tekstil (Kain Ulos):**

Motif pada kain ulos merupakan contoh nyata dari penerapan konsep Kesebangunan dan Transformasi Geometri (refleksi dan rotasi). Pengulangan motif segitiga yang sebangun secara proporsional menunjukkan pemahaman mendalam tentang rasio sisi. Menurut *Muchand & Ananda (2022)*, ornamen budaya seperti pada ulos atau relief Istana Maimun dapat digunakan sebagai media untuk mengeksplorasi konsep perbandingan geometri secara konkret.

3. **Kearifan Kuliner (Lemang):**

Proses pembuatan lemang dalam bambu melibatkan konsep tabung yang di dalamnya terdapat irisan-irisan yang dapat dipandang sebagai pendekatan geometri volume dan luas permukaan. Mahasiswa ditantang untuk mentransformasikan masalah fisik (ruang dalam bambu) ke dalam model matematika yang melibatkan teorema Pythagoras atau lingkaran.

c. Peran Budaya dalam Meningkatkan Literasi Matematis

Literasi matematis mahasiswa tidak hanya diukur dari kemampuan menghitung, tetapi dari kemampuan melakukan "dekoding" terhadap fenomena budaya menjadi bahasa matematika formal. Menurut *Sutrisno (2021)*, pendekatan etnomatematika dalam kurikulum perguruan tinggi mampu merangsang kemampuan berpikir kritis mahasiswa, karena mereka dituntut untuk menemukan "matematika yang tersembunyi" (*frozen mathematics*) di balik karya cipta manusia di masa lalu. Kegagalan mahasiswa dalam menghubungkan kedua hal ini sering kali terdeteksi pada tahap *Transformation* dalam analisis Newman, di mana mahasiswa gagal membangun jembatan antara realitas budaya dan rumus formal.

3. Diagnosis Hambatan Belajar melalui Newman's Error Analysis (NEA)

Untuk mengidentifikasi letak kesulitan mahasiswa dalam menyelesaikan persoalan geometri berbasis etnomatematika, diperlukan sebuah instrumen diagnosis yang sistematis. *Newman's Error Analysis* (NEA) atau Prosedur Newman merupakan kerangka kerja yang digunakan untuk menganalisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika.

Menurut *Saputro et al. (2021)*, Newman membagi proses pemecahan masalah ke dalam lima tahapan hierarkis. Jika seorang mahasiswa gagal pada satu tahap, kemungkinan besar ia akan mengalami kegagalan pada tahap-tahap berikutnya.

A. Tahap Membaca (*Reading*)

Pada tahap ini, mahasiswa diharapkan mampu mengenali simbol, istilah, dan kata kunci dalam soal. Dalam konteks etnomatematika, kesalahan membaca sering terjadi ketika mahasiswa tidak mampu menghubungkan istilah budaya (seperti "kemiringan atap" atau "lebar sungai") dengan variabel matematis. Kegagalan di sini menunjukkan rendahnya literasi bahasa matematis mahasiswa.

B. Tahap Memahami (*Comprehension*)

Mahasiswa dikatakan memahami soal jika ia mampu mengidentifikasi apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan. Penelitian *Sunardi et al. (2023)* mengungkapkan bahwa banyak mahasiswa langsung mencoba menghitung tanpa menuliskan data yang tersedia secara terstruktur. Pada tahap ini, mahasiswa harus mampu menangkap makna esensial dari narasi soal cerita yang panjang.

C. Tahap Transformasi (*Transformation*)

Tahap ini merupakan jembatan paling krusial antara masalah nyata dan penyelesaian matematis. Mahasiswa harus memilih strategi, rumus, atau model matematika yang tepat. Misalnya, saat dihadapkan pada soal Istana Maimun, mahasiswa harus memutuskan apakah menggunakan konsep kesebangunan atau kekongruenan. Kesalahan transformasi sering kali menjadi penyebab utama jawaban yang tidak relevan dengan konteks soal (*Sutrisno, 2021*).

D. Tahap Keterampilan Proses (*Process Skills*)

Setelah model matematika terbentuk, mahasiswa harus melakukan operasi hitung atau prosedur manipulasi aljabar dengan benar. Kesalahan pada tahap ini biasanya bersifat teknis, seperti kecerobohan dalam perhitungan aritmatika, kesalahan dalam memindahkan angka, atau kegagalan dalam melakukan konstruksi geometris (seperti melukis garis bantu untuk mencari titik Fermat).

E. Tahap Penulisan Jawaban (*Encoding*)

Tahap akhir ini menuntut mahasiswa untuk merumuskan jawaban akhir yang sesuai dengan konteks asli soal. Mahasiswa tidak hanya dituntut menemukan angka, tetapi juga harus memberikan kesimpulan akhir lengkap dengan satuannya. Menurut *Muchand & Ananda (2022)*, kesalahan *encoding* sering terjadi karena mahasiswa merasa tugasnya selesai setelah menemukan angka, tanpa melakukan refleksi apakah angka tersebut menjawab permasalahan budaya yang diajukan.

4. Geometri Non-Euclid dan Optimasi: Titik Fermat

Konsep Titik Fermat mewakili integrasi antara geometri teoritis dan optimasi praktis. Titik Fermat adalah sebuah titik interior pada segitiga di mana jumlah jarak dari titik tersebut ke ketiga sudut

$$PA + PB + PC = \text{Minimum}$$

segitiga adalah yang paling minimum

- Jika sudut terbesar segitiga $< 120^\circ$, titik Fermat adalah titik di mana ketiga sisi membentuk sudut tepat 120° terhadap titik tersebut.
- Jika salah satu sudut $\geq 120^\circ$, maka titik Fermat terletak pada titik sudut tersebut.

Aplikasi ini sering ditemukan dalam perencanaan pembangunan di wilayah geografis tertentu (seperti Samosir) untuk menentukan titik tengah fasilitas umum yang paling efisien. Kegagalan mahasiswa dalam materi ini biasanya terletak pada ketidakmampuan membuktikan titik tersebut secara visual melalui teknik rotasi 60° (Mailani et al., 2024).

Pemahaman mahasiswa terhadap konsep segitiga dalam geometri Euclid masih sering terbatas pada kemampuan prosedural, yaitu hanya mampu menggunakan rumus tanpa memahami makna konsep secara mendalam. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu mengaitkan konsep abstrak dengan pengalaman nyata mahasiswa. Pendekatan etnomatematika menjadi salah satu alternatif yang efektif karena mengintegrasikan unsur budaya lokal ke dalam pembelajaran. Melalui konteks ini, mahasiswa dapat mengonstruksi pemahaman konsep segitiga secara lebih bermakna serta mampu menghubungkannya dengan kehidupan sehari-hari. (Suryadi & Nurlaelah, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil jawaban 20 responden yang kami analisis berikut adalah persentase kesalahan yang dilakukan Mahasiswa Pendidikan Matematika sesuai dengan tahapan Newman's error

1. Persentase Kesalahan Soal Nomor 1

Tahapan Newman	Jumlah Responden Salah (n)	Persentase (%)	Keterangan
Membaca (Reading)	3	13,5%	Responden salah menuliskan Istilah/symbol dari soal
Memahami (Comprehension)	10	60%	Tidak menuliskan “Diketahui & “Ditanyakan” Secara lengkap
Transformasi (Transformation)	7	40%	Salah menentukan rumus atau model matematika
Keahlian Proses (Proses Skills)	6	33,3%	Terjadi kesalahan hitung pada Langkah penyelesaian
Penulisan Jawaban (Encoding)	11	66,7%	Tidak menuliskan kesimpulan Akhir atau santun

2. Persentase Kesalahan Soal Nomor 2

Tahapan Newman	Jumlah Responden Salah(n)	Persentase (%)	Keterangan
Membaca (Reading)	0	0%	Responden sudah mampu membaca istilah "lebar sungai" dan mengenali simbol titik (A, B, C, D, E) pada sketsa gambar.
Memahami (Comprehension)	9	53,3%	Responden tidak menuliskan informasi penting seperti jarak patok yang diketahui (ΔAB , BD , DE) dan apa yang ditanyakan (ΔAC).
Transformasi (Transformation)	5	33,3%	Salah dalam menentukan perbandingan sisi.
Keahlian Proses (Process Skills)	4	26,7%	Kesalahan pada perkalian silang angka.
Penulisan Jawaban (Encoding)	12	80%	Responden tidak menuliskan satuan meter (m) dan tidak membuat kalimat kesimpulan seperti "Jadi, lebar sungai tersebut adalah...".

3. Persentase Kesalahan Soal Nomor 3

Tahapan Newman	Jumlah Responden Salah (n)	Persentase (%)	Keterangan
Membaca	0	0%	Responden dapat membaca perintah

(Reading)			soal untuk mencari panjang sisi yang belum diketahui pada gambar atap.
Memahami (Comprehension)	9	56,25%	Responden tidak menuliskan data yang ada pada gambar (seperti tinggi atau lebar bagian atap tertentu) sebagai informasi "Diketahui".
Transformasi (Transformation)	7	43,75%	Responden bingung memisahkan segitiga utuh (atap) dengan segitiga kecil (bagian arsir) untuk dibuat perbandingan kesebangunannya.
KeahlianProses (Process Skills)	6	37,5%	Kesalahan dalam memproses perbandingan sisi-sisi segitiga yang bertumpuk pada gambar atap tersebut
Penulisan' Jawaban (Encoding)	14	87,5%	Responden hanya menulis angka tanpa kalimat kesimpulan seperti " <i>Jadi, panjang bagian atap tersebut adalah...</i> ".

4. Persentase Kesalahan Soal Nomor 4

Tahapan Newman	Jumlah Responden Salah (n)	Persentase (%)	Keterangan
Membaca (Reading)	0	0%	Responden mampu membaca istilah "motif ulos", "sejajar", dan "sebangun".
Memahami (Comprehension)	10	66,7%	Responden tidak menuliskan syarat diketahui (DE // BC) dan apa yang harus dibuktikan ($\triangle ADE \sim \triangle ABC$).
Transformasi (Transformation)	8	53,3%	Responden gagal menentukan kriteria kesebangunan (misal: sudut-sudut yang sepihak/sehadap) untuk membuktikan kesebangunan.
Keahlian Proses (Process Skills)	9	60%	Responden tidak mampu menyusun langkah pembuktian yang urut (seperti menyebutkan pasangan sudut yang sama besar).
Penulisan Jawaban (Encoding)	13	86,7%	Responden tidak memberikan Simpulan akhir mengapaprinisip ini Penting untuk membuat motif yang proporsional.

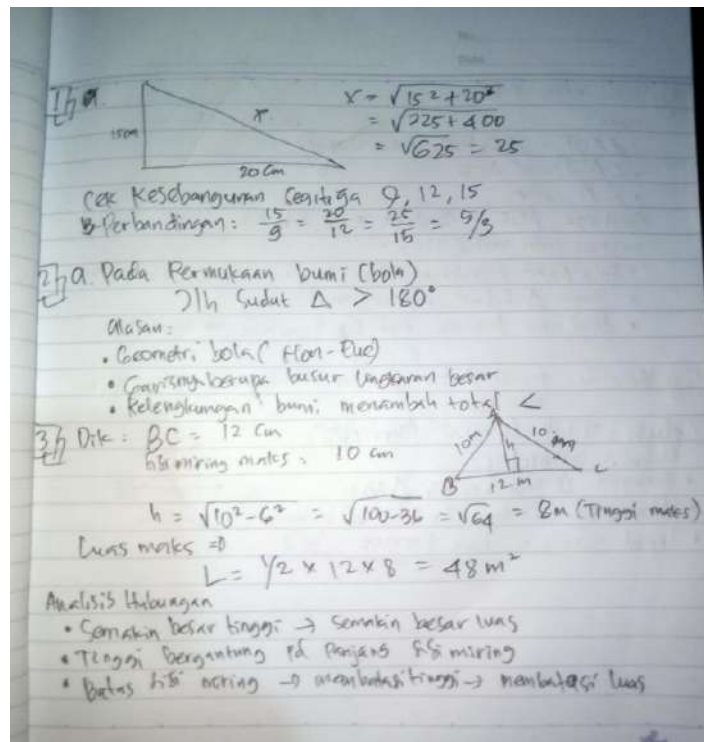
5. Persentase Kesalahan Soal Nomor 5

Tahapan Newman	Jumlah Responden Salah (n)	Persentase (%)	Keterangan
Membaca	0	0%	Responden mampu membaca instruksi

(Reading)			mengenai penentuan titik P agar jarak total minimum.
Memahami (Comprehension)	11	73,3%	Responden gagal mengidentifikasi bahwa masalah ini mencari "titik interior" segitiga dan tidak menuliskan syarat jarak minimum.
Transformasi (Transformation)	10	66,7%	Responden salah memilih metode; Banyak yang menggunakan titik berat atau titik tengah sisi, bukan prinsip Titik Fermat (120)
Keahlian Proses (Process Skills)	9	80%	Responden tidak mampu mendemonstrasikan Langkah konstruksi geometris (seperti membuat segitiga sama sisi pada tiap sisi) untuk menemukan titik P.
Penulisan Jawaban (Encoding)	14	93,3%	Responden tidak memberikan simpulan logis mengapa metode yang mereka pilih menghasilkan jarak yang paling efisien atau minimum.

Berdasarkan data yang diperoleh, terdapat bentuk-bentuk kesalahan yang dijalankan oleh responden ketika melakukan penyelesaian permasalahan matematika kontekstual kekongruenan dan kesebangunan. Kesalahan tersebut akan dipaparkan lebih detail berdasarkan prosedur Newman yakni sebagai berikut.

Gambar 1. Contoh Kesalahan pada Soal No 1



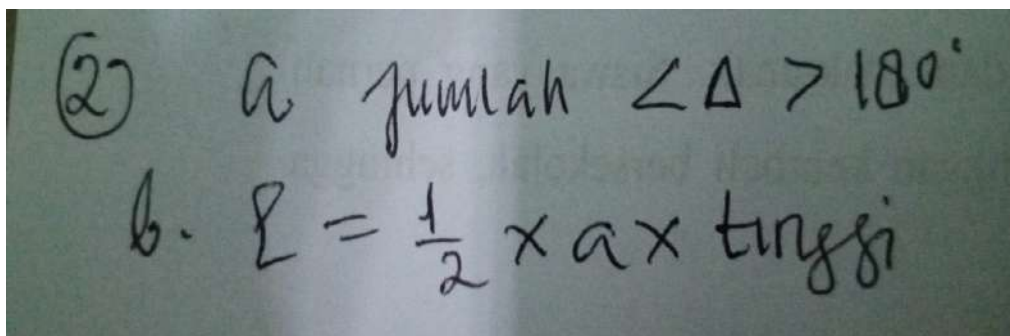
Pada tahap membaca (*reading*), kesalahan simbol yang paling mencolok terletak pada ketidakmampuan responden dalam membedakan simbol kesebangunan ($\sim$) dan kekongruenan ($\cong$). Dalam pengerjaan soal nomor 1, responden menuliskan simbol sama dengan ($=$) secara langsung untuk menghubungkan dua bangun yang seharusnya dibandingkan secara proporsional. Kesalahan ini berakibat fatal karena responden menganggap panjang sisi-sisi yang bersesuaian memiliki nilai yang identik, padahal soal tersebut berkaitan dengan konsep kesebangunan yang memerlukan perbandingan rasio. Selain itu, terdapat kesalahan pada penulisan simbol variabel; responden menuliskan huruf kapital yang tidak konsisten dengan gambar soal (misalnya titik sudut A ditulis sebagai a kecil), yang menunjukkan kurangnya ketelitian dalam mengidentifikasi elemen-elemen geometri yang diketahui.

Memasuki tahap memahami (*comprehension*), letak kesalahan simbol berlanjut pada penulisan informasi "Diketahui". Responden salah dalam meletakkan simbol satuan; alih-alih menuliskan 12, responden hanya menuliskan angka 12 tanpa satuan, atau terkadang tertukar meletakkan simbol kuadrat (cm^2) pada parameter panjang sisi yang seharusnya linear. Letak kesalahan ini berada di bagian awal lembar jawaban, di mana responden gagal menyusun daftar informasi secara sistematis. Hal ini memperkuat temuan bahwa responden tidak sekadar salah tulis, tetapi memang tidak memahami makna fisis dari simbol-simbol dimensi yang ada pada soal.

Pada tahap transformasi (*transformation*), kesalahan simbol terjadi pada penyusunan perbandingan (rasio). Responden menuliskan perbandingan dalam bentuk $AB : BC = DE : EF$ namun memasukkan angka yang salah letak (posisi pembilang dan penyebut tertukar). Letak kesalahannya berada pada baris pertama proses pengerjaan rumus, di mana responden gagal mentransformasikan hubungan spasial antar sisi menjadi hubungan aljabar yang benar. Akibat salah meletakkan simbol operasi bagi ($:$) atau per ($/$),

seluruh proses perhitungan ke bawah menjadi tidak valid. Kesalahan-kesalahan simbolik ini secara kumulatif menyebabkan responden tidak mampu mencapai solusi akhir yang benar, sebagaimana pola kesalahan yang juga ditemukan dalam analisis pada file *Newman 2*.

Gambar 2. Contoh Kesalahan pada Soal No 2

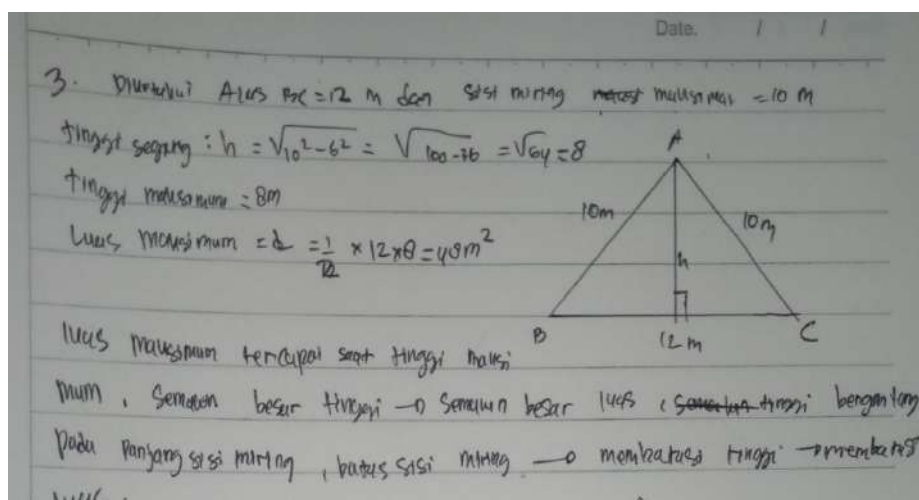


Berdasarkan hasil jawaban responden pada soal nomor 2, ditemukan bahwa responden tidak mengalami kendala pada tahap membaca (*reading*). Responden memahami instruksi soal yang meminta penjelasan mengenai lebar sungai. Namun, pada tahap memahami (*comprehension*), responden menunjukkan kesalahan karena tidak mampu mengidentifikasi elemen-elemen penting dalam gambar. Responden tidak menyebutkan bahwa sketsa tersebut terdiri dari dua segitiga ($\triangle ABC$ dan $\triangle DBE$) yang memiliki sifat-sifat tertentu. Kegagalan responden dalam mengidentifikasi titik-titik sudut dan sisi-sisi yang saling terkait menunjukkan rendahnya pemahaman terhadap masalah yang disajikan secara visual.

Pada tahap transformasi (*transformation*), letak kesalahan responden semakin terlihat jelas. Karena soal tidak meminta hitungan, seharusnya responden mampu menunjukkan model perbandingan sisi, namun responden tidak mampu menuliskan hubungan kesebangunan yang benar. Responden gagal mentransformasikan gambar sketsa ke dalam pernyataan matematis seperti hubungan perbandingan sisi yang bersesuaian. Hal ini mengakibatkan tahap keterampilan proses (*process skills*) responden menjadi tidak terarah; responden hanya memberikan penjelasan singkat yang tidak logis dan tidak berdasarkan kaidah kesebangunan segitiga.

Terakhir, pada tahap penulisan jawaban akhir (*encoding*), responden melakukan kesalahan dengan tidak memberikan simpulan akhir yang menjawab pertanyaan soal. Responden tidak memberikan pernyataan penutup yang menjelaskan bagaimana prosedur akhir untuk mendapatkan lebar sungai tersebut. Sebagian besar responden langsung berhenti setelah memberikan penjelasan yang tidak lengkap. Secara keseluruhan, kesalahan pada soal nomor 2 ini didominasi oleh ketidakmampuan siswa dalam melakukan penalaran geometris dan mengomunikasikan konsep kesebangunan secara tertulis tanpa bantuan angka.

Gambar 3. Contoh Kesalahan pada Soal Nomor 3

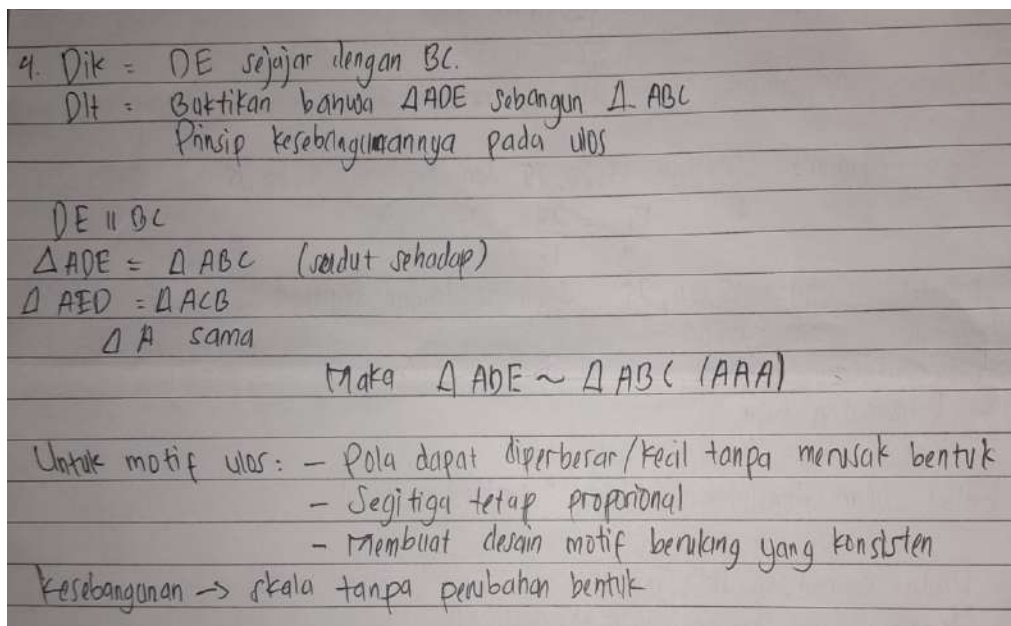


Berdasarkan hasil pengerjaan responden pada soal nomor 3, ditemukan bahwa pada tahap membaca (*reading*), responden tidak mengalami kendala. Responden mampu mengenali instruksi soal yang meminta untuk menentukan panjang sisi atau bagian tertentu pada gambar atap rumah tersebut. Namun, hambatan mulai terlihat sangat jelas pada tahap memahami (*comprehension*). Responden tidak menuliskan unsur-unsur yang diketahui dari gambar, seperti tinggi atap atau lebar dasar atap, ke dalam bentuk informasi yang terstruktur. Responden langsung menuliskan baris perhitungan tanpa memberikan identitas pada angka-angka yang diambil dari gambar soal. Hal ini menunjukkan bahwa responden gagal dalam menginterpretasikan data visual menjadi informasi matematis yang siap diolah.

Pada tahap transformasi (*transformation*), responden melakukan kesalahan dalam membangun model kesebangunan. Karena gambar pada soal nomor 3 menyajikan dua segitiga yang bertumpuk (segitiga atap secara keseluruhan dan segitiga bagian yang diarsir), responden kesulitan dalam memisahkan kedua bangun tersebut untuk dibandingkan. Letak kesalahannya adalah responden salah dalam memasangkan sisi-sisi yang sejajar.

Melangkah ke tahap keterampilan proses (*process skills*), responden menunjukkan alur pengerjaan yang tidak tuntas. Akibat rumus transformasi yang sudah salah sejak awal, proses perhitungan selanjutnya menjadi buntu. Pada tahap penulisan jawaban akhir (*encoding*), responden melakukan kesalahan dengan hanya menuliskan angka hasil akhir yang salah tanpa disertai kalimat kesimpulan. Responden tidak memberikan jawaban penutup seperti "*Jadi, panjang sisi atap tersebut adalah...*". Secara keseluruhan, kegagalan responden pada soal nomor 3 ini disebabkan oleh rendahnya kemampuan dalam menganalisis hubungan antar-elemen geometri pada gambar yang bertumpuk.

Gambar 4. Contoh Kesalahan pada Soal Nomor 4



Berdasarkan hasil jawaban responden pada soal nomor 4 mengenai pembuktian kesebangunan pada motif ulos, ditemukan bahwa pada tahap membaca (*reading*), responden tidak mengalami hambatan dan memahami istilah-istilah geometri yang digunakan. Namun, pada tahap memahami (*comprehension*), responden menunjukkan kesalahan karena tidak mampu menangkap syarat kecukupan bukti. Responden tidak menuliskan bahwa garis DE sejajar dengan BC sebagai modal awal pembuktian. Ia langsung melompat pada kesimpulan bahwa kedua segitiga tersebut sebangun tanpa menguraikan informasi yang tersedia di dalam gambar motif tersebut secara tertulis.

Pada tahap transformasi (*transformation*), letak kesalahan responden terlihat dari ketidakmampuannya menghubungkan konsep "garis sejajar" dengan sifat-sifat sudut. Responden gagal mentransformasikan gambar motif ulos ke dalam bahasa pembuktian matematis yang formal. Hal ini berlanjut pada tahap keterampilan proses (*process skills*), di mana responden hanya memberikan penjelasan deskriptif singkat yang berbunyi "bentuknya sama hanya ukurannya berbeda" tanpa memberikan bukti konkret melalui pasangan sudut yang sehadap. Alur pembuktian logisnya terputus karena responden tidak terbiasa dengan prosedur pembuktian formal.

Terakhir, pada tahap penulisan jawaban akhir (*encoding*), responden melakukan kesalahan dengan tidak menjawab pertanyaan mengenai kegunaan prinsip kesebangunan dalam pembuatan motif kain agar terlihat proporsional. Responden hanya fokus pada jawaban singkat di bagian awal dan mengabaikan instruksi untuk menjelaskan kaitan konsep tersebut dengan pembuatan motif. Secara keseluruhan, kegagalan responden pada soal nomor 4 ini disebabkan oleh rendahnya kemampuan dalam menyusun argumen deduktif dan komunikasi matematis yang lengkap.

Gambar 5. Contoh Kesalahan pada Soal Nomor 5

Jawaban Nomor 5

Rumah A
Rumah B Rumah C

Tiga rumah adat di Pulau Samosir membentuk segitiga $\triangle ABC$. Panitia ingin menemukan titik pertemuan P yang meminimalkan jumlah jarak dari ketiga rumah tersebut. Metode geometris yang tepat adalah menggunakan konsep titik Fermat-Torricelli.

Langkah-langkah metode geometris:

1. Gambarkan segitiga $\triangle ABC$ yang mewakili posisi ketiga rumah.
2. Tentukan titik P di dalam segitiga sehingga jumlah jarak $PA + PB + PC$ minimum.
3. Titik P ditemukan dengan syarat:
 - a. Jika semua sudut segitiga $< 120^\circ$, maka di titik P berlaku $\angle APB = \angle BPC = \angle CPA = 120^\circ$.
 - b. Jika ada salah satu sudut segitiga $\geq 120^\circ$, maka titik minimum berada di titik sudut yang memiliki sudut $\geq 120^\circ$.
4. Hubungkan titik P dengan A, B, dan C.
5. Hitung jarak total minimum $= PA + PB + PC$.

Alasan konsep ini memberikan jarak minimum:

- Aturan 120° memastikan bahwa tiga lintasan dari P ke A, B, C tersebar merata sehingga tidak ada lintasan yang terlalu besar.
- Jika salah satu sudut segitiga $\geq 120^\circ$, maka titik sudut tersebut sudah merupakan posisi optimal karena dua sisi lainnya membentuk sudut tumpul.

Kesimpulan:

Metode geometris terbaik untuk menentukan posisi titik pertemuan P yang menghasilkan jarak total minimum dari ketiga rumah adalah menggunakan konsep titik Fermat-Torricelli.

- Jika semua sudut segitiga $< 120^\circ$, titik P berada di dalam segitiga dengan $\angle APB = \angle BPC = \angle CPA = 120^\circ$.
- Jika ada sudut $\geq 120^\circ$, maka titik minimum berada di titik sudut tersebut.

Pada tahap memahami (*comprehension*), responden melakukan kesalahan berupa pengabaian konteks spesifik soal. Responden tidak memetakan data visual dari soal yakni posisi tiga rumah adat di Samosir ke dalam bentuk sketsa variabel yang konkret, melainkan langsung melompat pada penjelasan teori Titik Fermat secara umum. Hal ini mengindikasikan bahwa responden lebih fokus pada pemanggilan memori terhadap materi yang pernah dipelajari daripada melakukan analisis mendalam terhadap detail instruksi yang ada pada naskah soal.

Memasuki tahap transformasi (*transformation*), responden mengalami sedikit kendala dalam spesifikasi strategi. Responden memaparkan dua kondisi geometris (kondisi sudut kurang dari 120 derajat dan lebih dari 120 derajat) tanpa memberikan keputusan atau pemilihan kondisi mana yang sebenarnya paling relevan untuk diterapkan pada kasus rumah adat tersebut. Pada tahap keterampilan proses (*process skills*), kesalahan terlihat pada ketiadaan bukti konstruksi visual. Sebagai soal geometri, responden seharusnya mendemonstrasikan proses penemuan titik P melalui lukisan garis atau rotasi segitiga pada lembar jawaban, namun responden hanya menyajikannya dalam bentuk uraian tekstual sehingga langkah teknis pengerjaannya tidak terverifikasi secara visual.

Terakhir, pada tahap penulisan jawaban akhir (*encoding*), responden menunjukkan kesalahan dalam hal relevansi solusi praktis. Jawaban yang diberikan cenderung bersifat teoritis-akademis (seperti kutipan dari buku teks) dan kurang menyentuh sisi aplikatif yang diminta oleh soal cerita tersebut. Responden tidak menutup jawabannya dengan kalimat simpulan yang operasional, misalnya menjelaskan secara sederhana di mana lokasi titik P tersebut harus diletakkan dalam konteks nyata di lapangan. Secara keseluruhan, kesalahan responden pada soal nomor 5 ini bukan disebabkan oleh ketidaktahuan materi, melainkan karena kegagalan dalam mentransformasikan teori yang bersifat abstrak ke dalam solusi masalah yang bersifat kontekstual.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data mengenai pemahaman konseptual mahasiswa terhadap geometri Euclid melalui pendekatan etnomatematika, dapat disimpulkan bahwa tingkat kesalahan mahasiswa masih cukup signifikan, terutama pada aspek transformasi matematis dan penulisan jawaban akhir. Melalui diagnosis menggunakan tahapan *Newman's Error Analysis* (NEA), ditemukan bahwa meskipun mahasiswa tidak mengalami kendala pada tahap membaca, sebagian besar dari mereka gagal pada tahap memahami karena tidak mendokumentasikan informasi secara terstruktur.

Kesalahan paling dominan ditemukan pada tahap transformasi, di mana mahasiswa kesulitan mengonversi masalah kontekstual berbasis budaya Sumatera Utara ke dalam model matematika yang tepat. Selain itu, pada tahap keterampilan proses, ditemukan kelemahan dalam pembuktian visual, khususnya pada konsep titik Fermat. Terakhir, pada tahap *encoding*, jawaban mahasiswa cenderung

bersifat teoretis-akademis tanpa mampu memberikan solusi operasional yang relevan dengan konteks nyata, yang mengindikasikan bahwa literasi geometris mahasiswa masih berada pada level prosedural-mekanistik

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan bahan ajar atau modul geometri berbasis kearifan lokal yang telah divalidasi untuk mengatasi jenis-jenis kesalahan spesifik yang ditemukan dalam penelitian ini, serta memperluas cakupan objek budaya yang dikaji agar diagnosis pemahaman mahasiswa menjadi lebih luas dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, L. (2021). Pembelajaran berbasis budaya lokal dalam matematika. *Jurnal Elemen*, 7(2), 200–210.
- Fahrudin, A. (2020). *Dasar-Dasar Pendidikan Matematika*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Mailani, E., Khadizah, F., Sembiring, K. B., Maharani, S. H., & Mauliza, E. (2024). Kekayaan geometri dalam kearifan lokal: Studi kasus kebudayaan Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Teknologi*, 6(2), 87-109.
- Mailani, E., Kharismayanda, M., Saragih, E. K., Ginting, F. M. B., Sitinjak, F., & Tarigan, P. S. B. (2024). Penerapan bangun ruang melalui makanan khas Sumatera Utara. *Jurnal Intelek Dan Cendekiawan Nusantara*, 1(2).
- Mailani, E., Rarastika, N., Putri, H., Yunida, N., Naipospos, Y. A., & Syafira, N. (2024). Etnomatika: Bangun datar pada Rumah Bolon Batak Toba. *Jurnal Teknologi Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(4).
- Mailani, E., Saragih, D. I., Sitorus, S. Q., Mardayanti, F., Capah, A., & Indah T., K. (2024). Eksplorasi etnomatematika pada bangunan cagar budaya ukiran relief Istana Maimun di Kota Medan. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 5(5), 5972-5978. <https://doi.org/10.54373/imeij.v5i5.1933>
- Muchand, N. A. A. L., & Ananda, R. (2022). Ethnomathematics in the design and variety of Maimoon Palace ornaments in Medan City. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 6(2), 2098-2102.
- Prahmana, R. C. I. (2022). *Etnomatematika: Teori dan Implementasinya*. Yogyakarta: UAD Press.
- Saputro, B. A., et al. (2021). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika berdasarkan tahapan Newman. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 9(1), 45-56.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Sunardi, S., et al. (2023). Analisis kemampuan berpikir geometris mahasiswa dalam menyelesaikan masalah non-rutin. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(1), 112-125.
- Suryadi, D., & Nurlaelah, E. (2019). Analisis pemahaman konsep geometri mahasiswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(2), 145–156.

Sutrisno, S. (2021). Integrasi etnomatematika dalam kurikulum pendidikan matematika di perguruan tinggi. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 8(2), 201-215.