

**ANALISIS PENALARAN GEOMETRIS MAHASISWA PENDIDIKAN
MATEMATIKA SEMESTER IV DALAM PENYELESAIAN MASALAH SEGITIGA
PADA GEOMETRI EUCLID MELALUI REPRESENTASI MOTIF ULOS BATAK.**
**Maria Florentina Togatorop¹, Ester Fransiska Nababan², Edwina Pardosi³, Muhammad
Rasyid Mondol⁴, KMA Fauzi⁵**

¹²³⁴⁵ Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Negeri Medan

Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan Estate, Medan Indonesia

Email: togatoropmaria5@gmail.com, esterfransiskanababan@gmail.com,
edwinaadosii@gmail.com, rasyidmondol1@gmail.com, aminunimed29@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penalaran geometris mahasiswa dalam menyelesaikan masalah segitiga pada Geometri Euclid melalui representasi motif Ulos Batak serta mengidentifikasi jenis kesalahan yang terjadi. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan subjek 15 mahasiswa semester IV Pendidikan Matematika. Instrumen berupa 5 soal uraian berbasis HOTS, dan data dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman serta Newman Error Analysis (NEA). Hasil menunjukkan bahwa kemampuan penalaran geometris mahasiswa berada pada kategori tinggi, dengan 80% berkategori tinggi dan 20% sedang, serta rata-rata skor 87,4%. Aspek pemahaman dan transformasi tergolong baik, sedangkan penalaran dan koneksi masih rendah. Kesalahan dominan adalah interpretation error. Dengan demikian, penggunaan motif Ulos Batak mendukung pembelajaran geometri, namun perlu penguatan pada aspek interpretasi dan koneksi konsep.

Kata Kunci: Geometris, Euclid, Etnomatematika, Ulos, Newman Error Analysis

Abstract

This study aims to analyze students' geometric reasoning in solving triangle problems in Euclid Geometry through the representation of Ulos Batak motifs and identify the types of errors that occur. This study uses a descriptive qualitative approach with the subjects of 15 students in the fourth semester of Mathematics Education. The instrument was in the form of 5 HOTS-based description questions, and the data were analyzed using the Miles and Huberman model and Newman Error Analysis (NEA). The results showed that students' geometric reasoning skills were in the high category, with 80% in the high category and 20% in the medium category, and an average score of 87.4%. The aspects of understanding and transformation are relatively good, while reasoning and connection are still low. The dominant error is interpretation error. Thus, the use of Ulos Batak motifs supports geometry learning, but it needs to be strengthened in the aspects of interpretation and concept connection.

Keywords: Geometric, Euclid, Ethnomathematics, Ulos, Newman Error Analysis

PENDAHULUAN

Geometri adalah salah satu cabang matematika yang berperan dalam mengembangkan kemampuan berpikir logis dan sistematis, hal ini tercermin dalam berbagai penelitian yang mengeksplorasi pentingnya memahami Geometri (Usiskin, 2018; Naufal & Juandi, 2024; Naufal et al., 2024; Wahyuni, 2024). Dalam matematika, geometri tidak hanya menekankan pada penguasaan bentuk dan ukuran, tetapi juga kemampuan untuk menganalisis hubungan antarobjek serta menyusun argumen secara tindakan yang didasarkan pada logika, akal sehat, dan pertimbangan fakta, bukan emosi semata. Oleh karena itu, geometri menjadi materi yang diajarkan mulai dari pendidikan dasar hingga perguruan tinggi. Salah satu materi penting dalam pembelajaran tersebut adalah segitiga, karena konsep ini menjadi dasar dalam memahami bangun geometri lain yang lebih kompleks (Hamdani et al., 2024).

Dalam konteks pendidikan tinggi, khususnya pada program studi pendidikan matematika, geometri dipelajari lebih formal melalui mata kuliah Geometri Euclid. Geometri Euclid merupakan sistem geometri yang dibangun berdasarkan aksioma, definisi, dan teorema (Arianto, Fuad, & Hernadi, 2016). Dalam sistem ini, kebenaran matematis diperoleh melalui penalaran deduktif dan pembuktian logis. Oleh sebab itu, pembelajaran Geometri Euclid memiliki peran strategis dalam membentuk kemampuan berpikir matematis mahasiswa.

Salah satu materi penting dalam Geometri Euclid adalah segitiga. Segitiga merupakan bangun datar yang memiliki

berbagai sifat. Pada materi ini, mahasiswa dituntut untuk memahami hubungan sisi dan sudut, serta Teorema Pythagoras sebagai salah satu teorema fundamental dalam geometri Euclid (Amato & Roberto, 2017). Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep segitiga, terutama ketika dihadapkan pada soal yang tidak bisa diselesaikan dengan langsung memakai rumus atau langkah yang sudah biasa dihafal dan menuntut koneksi antar konsep dan penalaran geometris yang mendalam (Fitriatunnisa et al., 2025).

Kesulitan tersebut umumnya disebabkan oleh pembelajaran yang masih berorientasi pada prosedur dan hafalan rumus. Selain itu, soal-soal yang diberikan cenderung abstrak dan kurang dikaitkan dengan pengalaman nyata mahasiswa. Padahal, pembelajaran matematika akan lebih bermakna apabila mahasiswa mampu melihat keterkaitan antara konsep yang dipelajari dengan konteks kehidupan sehari-hari (Kodongan et al., 2025). Kondisi ini menunjukkan perlunya inovasi pembelajaran yang dapat menjembatani konsep abstrak geometri dengan pengalaman konkret mahasiswa.

Salah satu pendekatan yang relevan adalah etnomatematika, yaitu pendekatan yang mengaitkan konsep matematika dengan budaya local (Fouze & Amit, 2018). Pendekatan ini menempatkan matematika sebagai bagian dari budaya, sehingga dapat menjadi jembatan antara pembelajaran matematika formal dengan konteks kehidupan mahasiswa.

Warisan budaya yang dapat dimanfaatkan dalam konteks ini adalah ulos Batak. Motif Ulos mengandung berbagai pola geometris, termasuk bentuk segitiga yang dapat digunakan sebagai representasi konkret dalam memahami konsep geometri. Dengan demikian, pemanfaatan motif ulos dapat membantu mahasiswa dalam memahami konsep secara lebih kontekstual sekaligus mengembangkan kemampuan penalaran geometris.

Penalaran geometris merupakan kemampuan berpikir untuk mengenali pola, menganalisis sifat bangun, serta menyusun argumen logis dalam konteks geometri. Kemampuan ini penting bagi mahasiswa pendidikan matematika dalam memahami dan mengajarkan konsep matematika. Namun, kajian mengenai penalaran geometris mahasiswa melalui konteks budaya lokal, khususnya motif Ulos Batak, masih relatif terbatas. Selain itu, masih ditemukan kesenjangan antara kemampuan yang diharapkan dengan kemampuan aktual mahasiswa, terutama dalam menyusun argumen logis dan menyelesaikan masalah yang memerlukan penalaran geometris.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis penalaran geometris mahasiswa pendidikan matematika dalam menyelesaikan masalah segitiga Geometri Euclid melalui representasi motif ulos Batak, serta mengidentifikasi kesalahan yang muncul dalam proses penyelesaian masalah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan pembelajaran geometri yang lebih kontekstual dan bermakna.

KAJIAN TEORI

1. Penalaran Geometris

Penalaran geometris merupakan kemampuan berpikir logis dalam memahami, menganalisis, dan menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan objek geometri. Kemampuan ini melibatkan aktivitas mengidentifikasi bentuk, mengenali hubungan antar unsur bangun, menyusun dugaan, memberikan alasan, serta menarik kesimpulan berdasarkan prinsip matematis. Dalam pembelajaran geometri, mahasiswa tidak hanya dituntut memperoleh jawaban akhir, tetapi juga menjelaskan proses berpikir yang digunakan.

Menurut teori perkembangan berpikir geometri dari Van Hiele Levels, kemampuan geometri berkembang melalui beberapa level, yaitu visualisasi, analisis, deduksi informal, deduksi formal, dan rigor. Melalui pembelajaran geometri, mahasiswa dapat memahami bentuk-bentuk di lingkungan sekitar serta mengembangkan konsep yang dapat diterapkan pada bidang matematika lainnya. Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah geometri, terutama yang menuntut penalaran tingkat tinggi (Mhlolo & Schafer, 2021).

Mahasiswa pendidikan matematika idealnya berada pada level analisis hingga deduksi formal, sehingga mampu memahami sifat bangun serta menyusun argumen matematis secara logis. Dalam penelitian ini, penalaran geometris dianalisis melalui beberapa indikator, yaitu: (1) mengidentifikasi unsur geometri pada motif Ulos Batak, (2) menentukan hubungan sisi, sudut, dan jenis segitiga, (3) menggunakan konsep geometri dalam

penyelesaian masalah, (4) menjelaskan alasan matematis secara logis, dan (5) menarik kesimpulan secara tepat.

2. Pemahaman Konsep Geometri

Pemahaman konsep merupakan kemampuan individu dalam memahami makna serta ide-ide abstrak dari suatu materi, kemudian mengungkapkannya kembali dalam bentuk yang lebih sederhana dan mudah dipahami. Dalam konteks matematika, pemahaman konsep tidak hanya mencakup kemampuan menjelaskan definisi, tetapi juga meliputi kemampuan mengelompokkan objek berdasarkan karakteristik tertentu, memberikan contoh dan noncontoh, serta menerapkan konsep dalam berbagai situasi pemecahan masalah. Pemahaman konsep geometri memiliki peran yang sangat penting sebagai dasar dalam mengembangkan penalaran geometris. Mahasiswa yang memiliki pemahaman konsep yang baik cenderung mampu menjelaskan hubungan antar unsur geometri secara logis, sedangkan mahasiswa dengan pemahaman yang rendah cenderung hanya mengandalkan prosedur tanpa memahami makna matematis yang mendasarinya. Oleh karena itu, pemahaman konsep dan penalaran geometris merupakan dua aspek yang saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan dalam pembelajaran geometri, khususnya dalam memahami konsep segitiga.

3. Geometri Euclid dan Konsep Segitiga

Geometri Euclid merupakan sistem geometri yang didasarkan pada definisi, aksioma, postulat, dan teorema yang disusun secara deduktif oleh Euclid dalam karyanya *Elements* (Arianto, Fuad, & Hernadi, 2016). Sistem ini menjadi fondasi utama dalam geometri klasik dan masih

digunakan secara luas dalam pembelajaran matematika modern. Karakteristik utama Geometri Euclid terletak pada penggunaan pembuktian deduktif, di mana kebenaran suatu pernyataan ditentukan melalui penalaran logis yang diturunkan dari aksioma yang berlaku. Oleh karena itu, pembelajaran Geometri Euclid berperan penting dalam melatih kemampuan berpikir sistematis, logis, dan argumentatif mahasiswa.

Dalam konteks penelitian ini, kajian Geometri Euclid difokuskan pada konsep segitiga sebagai salah satu materi dasar yang memiliki peran penting dalam memahami berbagai permasalahan geometri. Konsep segitiga yang dikaji meliputi hubungan sudut, sifat-sifat segitiga, serta penerapan Teorema Pythagoras dan konsep kesebangunan dalam pemecahan masalah.

Meskipun demikian, penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa pendidikan matematika masih memiliki pemahaman konsep geometri dasar dalam kategori sedang hingga rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa masih terdapat kesenjangan antara kemampuan yang diharapkan dengan kemampuan aktual mahasiswa, khususnya dalam memahami dan menerapkan konsep segitiga dalam penyelesaian masalah.

4. Higher Order Thinking Skills (HOTS) dan Pendekatan Etnomatematika dalam Pembelajaran Geometri

Perkembangan pendidikan matematika modern menunjukkan pergeseran dari pembelajaran berbasis hafalan menuju pengembangan Higher Order Thinking Skills (HOTS), yaitu

kemampuan berpikir tingkat tinggi yang meliputi analisis, evaluasi, dan kreasi. Dalam taksonomi Bloom, HOTS mencerminkan kemampuan untuk mengolah informasi secara mendalam, bukan sekadar mengingat atau memahami.

Dalam konteks geometri, soal berbasis HOTS dirancang untuk menuntut mahasiswa tidak hanya menerapkan rumus, tetapi juga menganalisis situasi, mengevaluasi strategi penyelesaian, serta mengembangkan solusi yang logis. Contohnya meliputi pembuktian teorema, analisis kesebangunan dalam konteks nyata, serta penerapan konsep segitiga dalam berbagai situasi pemecahan masalah (Widana, 2017). Oleh karena itu, penggunaan soal berbasis HOTS menjadi penting dalam mengembangkan kemampuan penalaran geometris mahasiswa.

Salah satu pendekatan yang dapat mendukung pengembangan HOTS adalah etnomatematika. Etnomatematika merupakan pendekatan pembelajaran yang mengaitkan konsep matematika dengan unsur budaya dalam kehidupan Masyarakat. Pendekatan ini memandang matematika sebagai bagian dari aktivitas budaya, sehingga dapat menjadi jembatan antara pengetahuan lokal dan matematika formal.

Dalam pembelajaran geometri, penggunaan konteks budaya lokal terbukti dapat meningkatkan motivasi serta keterlibatan mahasiswa, karena materi menjadi lebih dekat dengan pengalaman nyata mereka. Selain itu, etnomatematika juga membantu mahasiswa memahami konsep abstrak melalui representasi konkret. Dalam penelitian ini, konteks budaya yang digunakan adalah motif ulos Batak, yang dimanfaatkan sebagai

representasi visual dalam menyelesaikan masalah geometri berbasis segitiga.

5. Motif Ulos Batak sebagai Representasi Geometri dalam Perspektif Semiotika

Ulos merupakan kain tradisional masyarakat Batak di Sumatera Utara yang memiliki nilai adat, sosial, dan simbolik yang tinggi. Selain nilai budaya tersebut, motif Ulos juga mengandung berbagai pola geometris, seperti garis sejajar, segitiga, pola berulang, serta transformasi geometri seperti simetri, translasi, refleksi, dan rotasi. Motif segitiga pada ulos dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran untuk mengidentifikasi jenis segitiga, menganalisis hubungan sudut, serta memahami konsep geometri secara lebih kontekstual.

Dalam perspektif semiotika yang dikemukakan oleh Charles Sanders Peirce, proses pemahaman terjadi melalui hubungan antara tanda (*sign*), objek (*object*), dan *interpretant*. Motif ulos dapat dipandang sebagai tanda visual, konsep geometri sebagai objek yang dirujuk, serta pemahaman mahasiswa sebagai *interpretant* yang terbentuk dalam proses berpikir. Dengan demikian, penggunaan motif ulos sebagai representasi visual tidak hanya membantu mahasiswa memahami konsep geometri yang abstrak, tetapi juga menunjukkan bagaimana proses penafsiran terhadap simbol budaya dapat memengaruhi penalaran matematis.

6. Analisis Kesalahan dalam Pemecahan Masalah Geometri (Human Error)

Kesalahan dalam penyelesaian masalah matematika merupakan fenomena yang umum terjadi dan dapat memberikan informasi penting mengenai kesulitan belajar mahasiswa. Beberapa penelitian

menunjukkan bahwa kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan soal geometri sering terjadi pada tahap memahami konteks masalah serta mengubahnya ke dalam bentuk matematis (Putra & Siregar, 2022; Wahyuningsih et al., 2023).

Newman mengembangkan model analisis kesalahan yang dikenal sebagai Newman Error Analysis (NEA) pada 1977, yang mengelompokkan kesalahan ke dalam lima tahap, yaitu: kesalahan membaca (reading error), kesalahan memahami (comprehension error), kesalahan transformasi (transformation error), kesalahan keterampilan proses (process skills error), dan kesalahan penulisan jawaban (encoding error).

Meskipun model ini telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian, kajian yang secara khusus menelaah kesalahan mahasiswa dalam konteks geometri masih terbatas. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan kerangka analisis Newman untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan jenis kesalahan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah geometri, khususnya pada materi segitiga berbasis representasi motif Ulos Batak.

METODE PENELITIAN

1. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain eksploratif yang bertujuan untuk mengkaji secara mendalam penalaran geometris mahasiswa dalam menyelesaikan masalah segitiga Geometri Euclid melalui representasi motif Ulos Batak. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah.

2. Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa semester IV Program Studi Pendidikan Matematika yang dipilih secara purposive sampling. Pemilihan subjek ini didasarkan pada pertimbangan bahwa mahasiswa telah mempelajari konsep geometri bidang datar, khususnya segitiga, sehingga dianggap memiliki pengetahuan dasar yang cukup untuk menyelesaikan soal-soal masalah geometri. Jumlah subjek yang terlibat dalam penelitian ini sebanyak 15 orang Mahasiswa yang dipilih untuk mewakili variasi kemampuan penalaran geometris. Yang meliputi kategori tinggi, sedang dan rendah.

3. Instrumen Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini berupa tes tertulis yang terdiri dari 5 butir soal uraian yang berkaitan dengan materi segitiga dalam konteks motif Ulos Batak. Instrumen ini dirancang untuk mengungkap kemampuan penalaran geometris mahasiswa dalam menyelesaikan masalah pada Geometri Euclid.

Kelima soal disusun dalam bentuk soal Higher Order Thinking Skills (HOTS) yang menuntut mahasiswa tidak hanya melakukan perhitungan, tetapi juga mampu menganalisis, mengevaluasi, dan menjelaskan konsep secara logis. Setiap soal mengintegrasikan konteks budaya melalui motif Ulos Batak sebagai representasi visual untuk mengaitkan konsep matematika dalam situasi nyata.

Indikator kemampuan yang diukur dalam instrumen ini disusun berdasarkan aspek penalaran geometris dan HOTS, yang disajikan dalam table berikut ini:

No	Indikator Kemampuan	Deskripsi Operasional
1.	Pemahaman Konsep	Mengidentifikasi sifat segitiga, hubungan sudut, serta konsep Pythagoras, dan transformasi geometri pada motif Ulos.
2.	Penerapan Konsep	Menyelesaikan masalah geometri baik secara numerik maupun menggunakan model aljabar.
3.	Penalaran Geometris	Menjelaskan argumen logis dalam pemilihan strategi dan penggunaan konsep geometri.
4.	Kemampuan Analisis	Menganalisis hubungan antar konsep geometri serta keterkaitannya dengan pola motif Ulos.
5.	Generalisasi & Evaluasi	Menarik Kesimpulan serta mengevaluasi keteraturan pola dan peran estetika pola geometris pada motif Ulos.

4. Rubrik Penskoran

Penyusunan instrumen ini menggunakan rubrik penskoran analitik dengan rentang skor 0-4 sebagai instrumen

diagnostik untuk mengidentifikasi profil kesalahan (*human error*) mahasiswa berdasarkan kriteria operasional dengan tahapan *Newman Error Analysis* (NEA), yang dimulai dengan tahap pemahaman (*comprehension*), proses, hingga penulisan jawaban (*encoding*).

Penilaian tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses penyelesaian masalah yang ditunjukkan dalam jawaban mahasiswa. Dengan demikian, rubrik ini memungkinkan peneliti untuk memetakan secara sistematis jenis kesalahan serta tingkat penalaran geometris mahasiswa.

Aspek penilaian meliputi (1) pemahaman masalah, yaitu kemampuan mahasiswa dalam mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan dalam soal; (2) transformasi matematis, yaitu kemampuan dalam menentukan strategi atau konsep yang sesuai; (3) keterampilan proses, yaitu ketepatan dalam melakukan perhitungan atau manipulasi matematis; serta (4) penulisan dan kesimpulan, yaitu kemampuan dalam menyajikan jawaban secara lengkap dan logis.

Setiap aspek dinilai dengan rentang skor 0-4, dengan kriteria skor 0 menunjukkan ketidakmampuan dalam aspek yang dinilai, skor 1-2 menunjukkan pemahaman atau penyelesaian yang masih kurang tepat, skor 3 menunjukkan kemampuan yang cukup baik, dan skor 4 menunjukkan kemampuan yang tepat dan lengkap.

Kategorisasi kemampuan mahasiswa ditetapkan berdasarkan kriteria tinggi apabila $nilai \geq 85$; Sedang apabila $70 \leq nilai < 85$; dan kategori rendah apabila $nilai < 70$. Konversi skor ke nilai akhir dilakukan menggunakan rumus $Nilai = (Skor Total / 80) \times 100$.

Setiap butir soal dirancang memiliki beberapa bagian yang mendorong mahasiswa untuk melakukan perhitungan matematis, memberikan penjelasan konseptual, serta mengaitkan hasil penyelesaian dengan konteks motif Ulos Batak. Dengan demikian, table penskoran ini tidak hanya mengukur hasil akhir jawaban mahasiswa, tetapi juga mampu menggambarkan proses berpikir dan penalaran geometris yang digunakan dalam menyelesaikan masalah.

5. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui tes tertulis berbasis daring. Peneliti mendistribusikan 5 butir soal pemecahan masalah berbasis motif Ulos Batak kepada 15 mahasiswa semester IV melalui media berbasis tautan. Mahasiswa diminta untuk mengerjakan soal secara individu dan menuliskan jawabannya secara lengkap.

Penelitian ini tidak menetapkan batasan waktu pengerjaan, dengan tujuan memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengeksplorasi penalaran geometris secara lebih mendalam dalam menyelesaikan masalah yang diberikan. Jawaban mahasiswa kemudian dikumpulkan dalam bentuk file melalui tautan yang telah disediakan oleh peneliti.

Data yang diperoleh berupa hasil pekerjaan mahasiswa digunakan untuk menganalisis proses berpikir dan penalaran geometris dalam menyelesaikan masalah segitiga Geometri Euclid. Untuk menjaga keaslian data, mahasiswa diarahkan untuk mengerjakan soal secara mandiri tanpa bantuan sumber lain maupun diskusi dengan pihak lain.

6. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dalam tiga tahap utama yaitu pemberian instrument, pelaksanaan tes, serta pengumpulan dan dokumentasi data.

Tahap pertama yaitu peneliti menyiapkan instrumen berupa 5 butir soal pemecahan masalah berbasis motif Ulos Batak yang berkaitan dengan materi segitiga Geometri Euclid. Instrumen kemudian didistribusikan kepada 15 mahasiswa semester IV pada kelas melalui tautan.

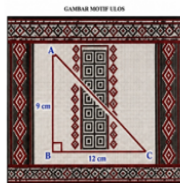
Tahap kedua yaitu pelaksanaan tes yang dilakukan secara daring pada tanggal 24 April 2026 melalui tautan yang telah dibagikan kepada responden. Pada tahap ini, mahasiswa mengerjakan soal secara mandiri sesuai dengan instruksi yang diberikan. Penelitian ini tidak menetapkan batas waktu pengerjaan agar mahasiswa memiliki kesempatan untuk mengeksplorasi penalaran geometris secara lebih mendalam. Untuk menjaga keaslian jawaban, mahasiswa diarahkan untuk mengerjakan soal secara individu tanpa bantuan sumber lain maupun diskusi dengan pihak lain.

Tahap ketiga yaitu setelah selesai mengerjakan soal, mahasiswa mengunggah hasil jawaban dalam bentuk file melalui tautan yang telah disediakan oleh peneliti. Seluruh hasil pekerjaan mahasiswa dikumpulkan dan didokumentasikan sebagai data penelitian yang digunakan untuk menganalisis proses penalaran geometris.

Berikut adalah kelima soal yang digunakan dalam penelitian ini:

Soal 1

- Sebuah motif Ulos membentuk pola segitiga yang terdiri dari tiga garis yang saling berpotongan sehingga membentuk segitiga siku-siku. Diketahui panjang dua sisi yang saling tegak lurus adalah 9 cm dan 12 cm.
 - Gunakan Teorema Pythagoras untuk menentukan panjang sisi miring segitiga tersebut.
 - Jelaskan alasan logis (penalaran geometris) di balik penggunaan Teorema Pythagoras dalam konteks ini.
 - Kaitkan hasil tersebut dengan pola keteraturan dalam motif Ulos.



Soal 2

- Sebuah motif Ulos membentuk segitiga sama sisi dengan panjang sisi 10 cm. Motif tersebut kemudian diperbesar (dilatasi) dengan faktor skala 2.
 - Tentukan panjang sisi segitiga hasil dilatasi.
 - Hitung luas segitiga sebelum dan sesudah dilatasi.
 - Analisis perbandingan luas sebelum dan sesudah dilatasi.
 - Jelaskan bagaimana konsep transformasi geometri ini diterapkan dalam pembuatan motif Ulos.



Soal 3

- Sebuah pola Ulos membentuk segitiga sembarang dengan panjang sisi 7 cm, 8 cm, dan 9 cm.
 - Gunakan rumus Heron untuk menentukan luas segitiga tersebut.
 - Tentukan jenis segitiga berdasarkan panjang sisinya dan jelaskan secara geometris.
 - Analisis apakah segitiga tersebut dapat digunakan sebagai pola pengulangan (tessellation) pada motif Ulos. Berikan alasan logis.



Soal 4

- Sebuah motif Ulos membentuk pola segitiga siku-siku yang berulang. Setiap segitiga memiliki panjang alas x cm dan tinggi $(x+3)$ cm.
 - Tentukan rumus panjang sisi miring segitiga tersebut dalam bentuk x .
 - Jika pola motif terdiri dari 5 segitiga yang disusun berderet, tentukan total panjang sisi miring keseluruhan.
 - Analisis bagaimana perubahan nilai x memengaruhi proporsi motif secara geometris.

Soal 5

- Dalam sebuah kain Ulos, terdapat pola segitiga sama kaki yang disusun membentuk simetri lipat. Diketahui panjang alas segitiga adalah 16 cm dan tinggi segitiga 6 cm.
 - Tentukan panjang kedua sisi miring segitiga tersebut.
 - Hitung luas satu segitiga.
 - Jika dalam satu kain terdapat 10 segitiga identik, tentukan total luas seluruh segitiga.
 - Jelaskan bagaimana konsep simetri lipat pada motif tersebut memperkuat keindahan visual berdasarkan geometri Euclid.



7. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kualitatif dengan mengacu pada model analisis interaktif data kualitatif yang meliputi tiga tahapan utama, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan.

Pada tahap reduksi data, peneliti melakukan seleksi dan penyederhanaan data dari seluruh hasil jawaban mahasiswa. Proses ini meliputi identifikasi langkah penyelesaian, pengelompokan jawaban berdasarkan indikator penalaran geometris, serta penandaan bagian yang menunjukkan kesalahan (human error) dan pola penalaran yang muncul.

Selanjutnya tahap penyajian data, data yang telah direduksi disusun secara sistematis agar mudah dipahami dan dianalisis lebih lanjut. Penyajian data dilakukan dengan pengelompokan jawaban berdasarkan kategori kemampuan (tinggi, sedang, rendah), serta menyajikan contoh jawaban mahasiswa yang mewakili setiap kategori penalaran geometris.

Pada tahap penarikan kesimpulan, peneliti menginterpretasikan data yang telah disajikan untuk mengidentifikasi pola penalaran geometris mahasiswa, hubungan antara pemahaman konsep dan kemampuan dalam menyelesaikan masalah, serta mengkaji bentuk-bentuk kesalahan (*human error*) yang dilakukan mahasiswa dalam konteks motif Ulos Batak.

Jenis-jenis kesalahan (human error) dalam penelitian ini dianalisis dengan mengintegrasikan model Kastolan dan Newman, yang meliputi kesalahan konseptual, yaitu ketidaktepatan dalam memilih atau memahami konsep dan rumus yang digunakan], kesalahan prosedural, yaitu ketidaktepatan dalam menyusun langkah penyelesaian, kesalahan teknis, yaitu kesalahan dalam melakukan operasi aritmetika maupun aljabar dan kesalahan interpretasi, yaitu ketidakmampuan dalam memahami atau menafsirkan permasalahan yang diberikan secara tepat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

1. Tabel Hasil Skor 15 Responden

Berdasarkan analisis jawaban tertulis dari 15 responden, berikut disajikan rekapitulasi skor yang mencakup perolehan skor per soal, skor total, nilai akhir, serta kategori kemampuan penalaran geometris mahasiswa sebagaimana disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Skor Lengkap 15 Responden

No	Nama	S1	S2	S3	S4	S5	Total (80)	(%)	Kategori
1.	Erika	15	15	11	15	0	56	70.0%	Sedang
2.	Alya	15	15	7	15	15	67	83.8%	Tinggi
3.	Putri	15	15	7	15	15	67	83.8%	Tinggi
4.	Nia	15	15	15	15	15	75	93.8%	Tinggi
5.	Martin	15	15	15	15	13	73	91.3%	Tinggi
6.	Lestia	15	15	4	15	15	64	80.0%	Tinggi
7.	Ebi	15	11	10	14	15	65	81.3%	Tinggi
8.	Nadhira	16	16	16	16	16	80	100.0%	Tinggi
9.	Citra	16	16	16	16	15	79	98.8%	Tinggi
10.	Nurul	15	15	14	15	15	74	92.5%	Tinggi
11.	Dosta	15	15	15	15	0	60	75.0%	Sedang
12.	Rommel	16	16	16	16	16	80	100.0%	Tinggi
13.	Rutrosua	13	15	15	15	15	73	91.3%	Tinggi
14.	Annisa	15	15	15	15	15	75	93.8%	Tinggi
15.	Ferdi	13	14	10	13	10	60	75.0%	Sedang

Keterangan: S1=Soal 1 (Pythagoras), S2=Soal 2 (Dilatasi), S3=Soal 3 (Heron), S4=Soal 4 (Aljabar), S5=Soal 5 (Simetri). Warna Hijau $\geq 75\%$, Kuning 50–74%, Merah $< 50\%$

Pada tabel, terlihat bahwa sebagian besar mahasiswa berada pada kategori kemampuan tinggi. Dari 15 responden, sebanyak 12 mahasiswa termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan 3 mahasiswa berada pada kategori sedang, dan tidak terdapat mahasiswa dalam kategori rendah.

Ditinjau dari perolehan skor tiap soal, sebagian besar mahasiswa memperoleh skor tinggi pada soal 1, soal 2, dan soal 4. Sementara itu, pada soal 3 dan soal 5 terdapat variasi skor yang lebih beragam, termasuk adanya mahasiswa yang memperoleh skor rendah atau nol pada kedua soal tersebut.

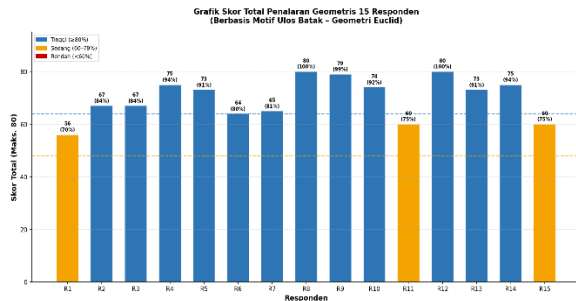
2. Statistik Deskriptif

Berdasarkan data pada Tabel 1, diperoleh rata-rata skor total mahasiswa sebesar 69,9 dari skor maksimum 80 atau setara dengan 87,4%. Capaian ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa telah memiliki kemampuan yang baik dalam menyelesaikan permasalahan geometri, khususnya dalam aspek pemahaman konsep dan penerapan konsep secara tepat dalam konteks penyelesaian masalah.

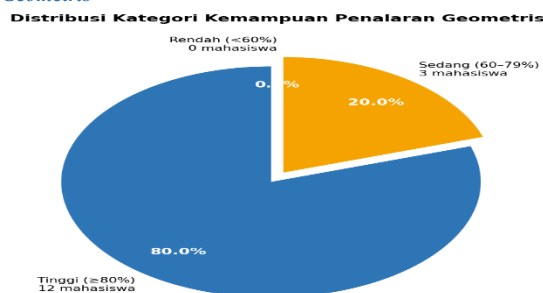
Distribusi kategori kemampuan menunjukkan bahwa sebanyak 12 mahasiswa (80%) termasuk dalam kategori tinggi, sedangkan 3 mahasiswa (20%) berada pada kategori sedang, dan tidak terdapat mahasiswa yang termasuk dalam kategori rendah. Skor tertinggi mencapai 100% yang diperoleh oleh dua responden, sementara skor terendah berada pada angka 70%. Data tersebut juga disajikan dalam bentuk visual melalui grafik skor total penalaran geometris mahasiswa dan distribusi kategori kemampuan

sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Gambar 1. Grafik Skor Total Penalaran Geometris 15 Responden



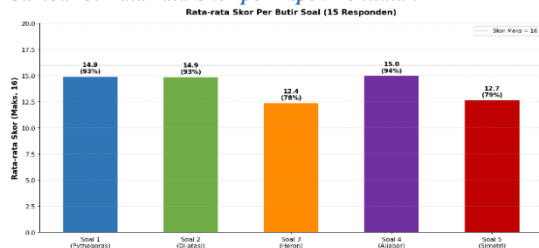
Gambar 2. Distribusi Kategori Kemampuan Penalaran Geometris



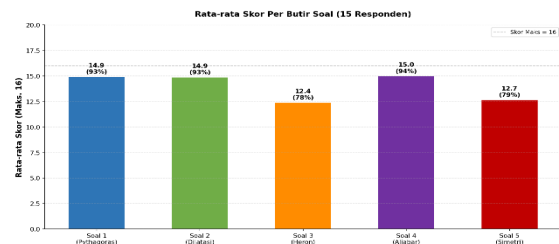
3. Skor per Aspek Penilaian

Analisis skor per aspek penilaian dilakukan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan penalaran geometris mahasiswa berdasarkan empat aspek dalam rubrik penskoran analitik, yaitu (A1) Pemahaman Masalah, (A2) Transformasi Matematis, (A3) Keterampilan Proses, dan (A4) Penalaran & Koneksi. Skor maksimum per aspek adalah 20 ($4 \text{ poin} \times 5 \text{ soal}$). rata-rata skor pada setiap aspek disajikan dalam gambar 3, sedangkan rata-rata skor per butir soal disajikan pada gambar 4.

Gambar 3. Rata-rata Skor per Aspek Penilaian



Gambar 4. Rata-rata Skor per Butir Soal



B. Pembahasan

1. Penalaran Berdasarkan Kemampuan

Geometris Kategori

Dari 15 responden yang diteliti, sebagian besar mahasiswa berada pada kategori kemampuan tinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan penalaran geometris yang baik, ditandai dengan melakukan perhitungan akurat, dan mengaitkan hasil penyelesaian dengan keteraturan visual motif Ulos Batak.

Mahasiswa pada kategori tinggi menunjukkan penguasaan seluruh aspek penalaran geometris secara menyeluruh yaitu memilih teorema yang sesuai, serta melakukan perhitungan secara sistematis dan akurat. Selain itu, mereka juga mampu mengaitkan hasil penyelesaian dengan representasi visual motif Ulos Batak, yang menunjukkan adanya integrasi antara pemahaman konsep dan kemampuan interpretasi visual. Hal ini sejalan dengan indikator penalaran geometris yang mencakup kemampuan analisis, deduksi, dan penarikan kesimpulan secara logis.

Mahasiswa dengan persentase 20.0% berada pada kategori sedang, umumnya mampu melakukan perhitungan matematis dengan baik, namun mengalami kesulitan dalam aspek penalaran dan koneksi, yang mengakibatkan penurunan skor secara signifikan.

Tidak ada mahasiswa yang berada pada kategori Rendah (<60%), ini menunjukkan bahwa secara umum seluruh responden memiliki pemahaman dasar yang cukup dalam untuk menyelesaikan masalah segitiga dalam Geometri Euclid.

2. Analisis Per Aspek Penilaian

Aspek pemahaman masalah (A1) dan transformasi matematis (A2) menunjukkan capaian tertinggi dengan rata-rata masing-masing sebesar 18,7 dari skor maksimum 20 (94%). Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa pada umumnya mampu mengidentifikasi informasi yang diketahui dan ditanyakan dalam soal, serta memilih dan menggunakan konsep yang sesuai dalam penyelesaian masalah.

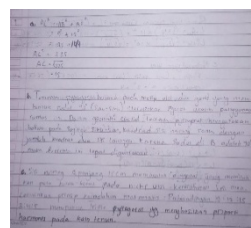
Aspek Keterampilan Proses (A3) memperoleh rata-rata 18.5 (93%), sedikit lebih rendah dibanding dua aspek sebelumnya. Namun masih ditemukan beberapa mahasiswa mengalami kesalahan dalam perhitungan, khususnya pada soal yang menggunakan rumus Heron dan Dilatasi. Kesalahan ini termasuk dalam kategori *Process Skills Error* dalam kerangka *Newman Error Analysis*, yang mencerminkan ketidakakuratan dalam melakukan operasi aritmetika maupun manipulasi aljabar.

Aspek penalaran dan koneksi (A4) merupakan aspek dengan rata-rata terendah yaitu 13.9 (70%). Rendahnya rata-rata aspek ini mengindikasikan mahasiswa mengalami kesulitan dalam menjelaskan alasan logis dan mengaitkan hasil penyelesaian dengan konteks visual motif Ulos Batak. Ini merupakan indikasi adanya kesenjangan antara kemampuan prosedural dan pemahaman konseptual dalam penalaran geometris

3. Analisis Per Butir Soal

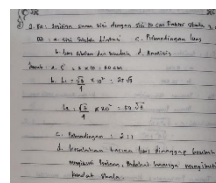
Soal 1 yang berkaitan dengan Teorema Pythagoras pada Motif Ulos memperoleh capaian terbaik dengan rata-rata skor 14,9 (93%). Seluruh responden mampu menyelesaikan perhitungan dengan tepat, yang menunjukkan bahwa konsep Teorema Pythagoras telah dikuasai dengan baik. Namun, pada aspek penalaran dan koneksi, masih ditemukan mahasiswa yang tidak menjelaskan alasan penggunaan teorema atau mengaitkannya dengan konteks motif Ulos Batak.

Gambar 5. Jawaban Responden pada Soal 1 (Teorema Pythagoras)



Soal 2 mengenai dilatasi segitiga sama sisi memperoleh rata-rata 14.9 (93%). Sebagian besar mahasiswa mampu menentukan perubahan Panjang sisi, luas, serta perbandingan luas dengan benar. Namun, ada responden yang melakukan kesalahan proses menghitung, dan juga keliru menyimpulkan perbandingan luas.

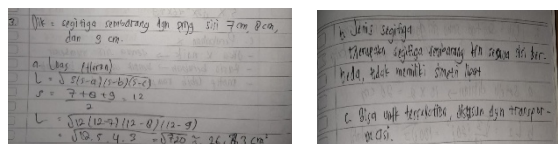
Gambar 6. Jawaban Responden pada Soal 2 (Dilatasi Segitiga)



Soal 3 yang melibatkan rumus Heron & Tessellatio memperoleh rata-rata terendah yaitu 12.4 (78%). Beberapa mahasiswa tidak menjawab soal atau menjawab secara tidak lengkap. Hal ini disebabkan oleh mahasiswa yang belum mampu mengaitkan penggunaan rumus Heron dengan konsep geometri.

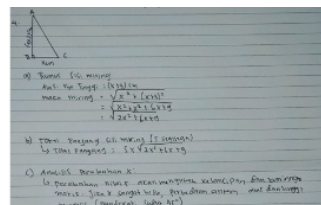
Mahasiswa yang menjawab lengkap pada umumnya berhasil menghitung, mengidentifikasi jenis segitiga sembarang (scalene), dan menjelaskan kemampuan tessellation berdasarkan jumlah sudut dalam segitiga.

Gambar 7. Jawaban Responden pada Soal 3 (Rumus Heron)



Soal 4 berkaitan dengan penerapan Teorema Pythagoras dalam bentuk aljabar memperoleh rata-rata 15.0 (94%). Mahasiswa secara umum mampu melakukan manipulasi aljabar dan menyusun model matematis dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan prosedural mahasiswa dalam bentuk simbolik sudah berkembang dengan baik.

Gambar 8. Jawaban Responden pada Soal 4 (Aljabar Geometri)

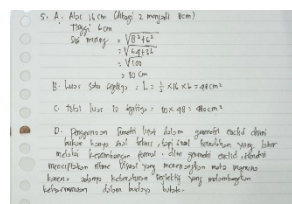


Soal 5 mengenai simetri lipat pada segitiga sama kaki memperoleh rata-rata 12.7 (79%). Terdapat mahasiswa yang tidak menjawab soal ini, akibatnya berdampak signifikan menurunkan rata-rata. Hal ini menunjukkan bahwa Teorema Pythagoras merupakan konsep yang telah terinternalisasi dengan baik oleh mahasiswa, kemungkinan karena sifatnya yang prosedural dan sering digunakan dalam berbagai konteks pembelajaran sebelumnya.

Gambar 9. Jawaban Responden pada Soal 5 (Simetri Segitiga)

4. Identifikasi Human Error Berdasarkan Newman Error Analysis

Berdasarkan analisis jawaban seluruh



responden menggunakan kerangka Newman Error Analysis (NEA) yang dikombinasikan dengan model Kastolan, teridentifikasi beberapa jenis kesalahan sebagai berikut:

Jenis Human Error	Jumlah Mahasiswa	Persentase
Interpretation Error	9	60.0%
Encoding Error	4	26.7%
Process Skills Error	3	20.0%
Comprehension Error	2	13.3%

Berdasarkan analisis menggunakan Newman Error Analysis, teridentifikasi bahwa jenis kesalahan yang paling dominan adalah *interpretation error* dengan persentase 60.0%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengaitkan hasil penyelesaian matematis dengan konteks permasalahan, khususnya dalam menginterpretasikan motif Ulos Batak sebagai representasi geometris.

Selain itu, ditemukan *encoding error* sebesar 26.7%, yang ditunjukkan oleh ketidaklengkapan jawaban atau tidak diselesaikannya beberapa butir soal. Kesalahan ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum mampu mengekspresikan hasil pemikirannya secara utuh dalam bentuk jawaban tertulis meskipun proses berpikir yang dilakukan

mungkin sudah mengarah pada Solusi yang benar.

Jenis kesalahan lainnya adalah *process skills error* sebesar 20.0%, yang berkaitan dengan ketidakakuratan dalam melakukan perhitungan atau manipulasi aljabar. Sementara itu, *comprehension error* sebesar 13.3% menunjukkan bahwa masih terdapat mahasiswa yang belum sepenuhnya memahami maksud soal, terutama pada butir soal yang bersifat non-rutin seperti penggunaan rumus Heron dan analisis *tessellation*.

Secara keseluruhan, pola kesalahan yang muncul menunjukkan bahwa kesulitan mahasiswa tidak hanya terletak pada aspek prosedural, tetapi juga pada aspek konseptual dan kontekstual. Dominannya *interpretation error* dibandingkan jenis kesalahan lainnya mengindikasikan adanya kesenjangan antara kemampuan menyelesaikan perhitungan matematis dan kemampuan memaknai hasil dalam konteks yang lebih luas.

Temuan ini mengindikasikan bahwa kesalahan yang terjadi bukan bersifat prosedural, tetapi juga pada pengembangan kemampuan interpretasi, penalaran, dan koneksi konsep dalam konteks nyata, khususnya melalui pendekatan etnomatematika.

Gambar 10. Contoh Jawaban Responden yang Mengalami Human Error

5. Dik : Alas = 16 cm : Segitiga sama kaki (Ujung-membagi)
Tinggi = 6 cm : alas majari dan sama panjang.)
Dit : 1. Panjang sisi miring
2. luas segitiga
Jawab :
1. $C^2 = A^2 + B^2$ 2. $L = \frac{1}{2} \cdot al$
 $= 6^2 + 6^2$ $= \frac{1}{2} \cdot 16 \cdot 6$
 $= 64 + 36$ $= \frac{1}{2} \cdot 96$
 $= \sqrt{64 + 36}$ $= 48 \text{ cm}^2$
 $= \sqrt{100}$
 $= 10 \text{ cm}$

5. Kaitan dengan Teori Van Hiele dan Etnomatematika

Berdasarkan teori perkembangan berpikir geometri Van Hiele, mahasiswa semester IV pendidikan matematika idealnya berada pada Level 3 (deduksi informal) hingga level 4 (deduksi formal). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden berada pada level deduksi informal, terbukti dari kemampuan mereka dalam menerapkan teorema, mengidentifikasi jenis segitiga, dan melakukan transformasi geometri..

Namun, kemampuan pada level deduksi formal yang ditunjukkan melalui argumentasi logis dan kemampuan memberikan justifikasi matematis secara mendalam masih belum berkembang secara optimal, terutama ketika mahasiswa dihadapkan pada konteks kontekstual berbasis budaya seperti motif Ulos Batak.

Dari perspektif etnomatematika, penggunaan motif Ulos Batak sebagai konteks pembelajaran terbukti mampu memotivasi mahasiswa dalam menyelesaikan soal-soal geometri. Representasi visual motif Ulos membantu mahasiswa dalam mengidentifikasi konsep geometri secara konkret, seperti bentuk segitiga, pola berulang, simetri, dan transformasi geometri. Namun demikian, sebagian mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam merefleksikan makna matematis kembali ke konteks budaya.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa penalaran geometris mahasiswa Pendidikan Matematika Semester IV Universitas

Negeri Medan secara umum berada pada kategori tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh 12 mahasiswa (80.0%) mencapai kategori tinggi, 3 mahasiswa (20.0%) kategori sedang, dan tidak terdapat mahasiswa dalam kategori rendah. Rata-rata skor keseluruhan adalah 69.9 dari 80 (87.4%).

Aspek pemahaman masalah dan transformasi matematis merupakan aspek kekuatan utama mahasiswa, sedangkan aspek penalaran dan koneksi menjadi kelemahan yang perlu mendapat perhatian khususnya dalam mengaitkan hasil penyelesaian matematis dengan konteks visual motif Ulos Batak.

Berdasarkan analisis per butir soal, Soal 3 (Rumus Heron dan *tessellation*) merupakan soal dengan tingkat kesulitan tertinggi, sedangkan Soal 4 (aljabar) merupakan soal yang paling dikuasai mahasiswa. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan tingkat kompleksitas dalam kemampuan penalaran geometris mahasiswa.

Jenis kesalahan yang paling dominan adalah *interpretation error* dan *encoding error*, yang menunjukkan adanya kesenjangan antara kemampuan prosedural dan kemampuan konseptual-kontekstual mahasiswa dalam penalaran geometris. Temuan ini menggarisbawahi pentingnya pembelajaran yang tidak hanya berorientasi pada prosedur, tetapi juga mendorong mahasiswa untuk membangun koneksi antara konsep geometri Euclid dengan representasi visual dan konteks budaya lokal.

2. Saran

Mahasiswa disarankan untuk meningkatkan kemampuan penalaran dan koneksi, khususnya dalam menjelaskan alasan logis serta mengaitkan hasil penyelesaian dengan konteks motif Ulos

Batak. Latihan soal non-rutin seperti Rumus Heron dan *tessellation* perlu ditingkatkan agar pemahaman tidak hanya bersifat prosedural. Selain itu, kelengkapan jawaban dan manajemen waktu juga perlu diperhatikan.

Dosen disarankan perlu menekankan pengembangan komunikasi penalaran matematis melalui pemberian soal berbasis HOTS serta pendekatan etnomatematika. Selain itu, penerapan penilaian berbasis proses dan pemberian *scaffolding* pada konsep yang kompleks dapat membantu meningkatkan pemahaman mahasiswa.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode wawancara mendalam serta memperluas subjek penelitian untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai penalaran geometris mahasiswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Amato, Roberto. (2017). A characterization of pythagorean triples. JP Journal of Algebra, Number
- Ardiawan, Y. (2015). Analisis Kesalahan Mahasiswa dalam Menyelesaikan soal Induksi Matematika di IKIP PGRI Pontianak. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 4(1), 147-163. <https://doi.org/10.31571/sainte.k.v4i1.13>
- Arianto, Fuad & Hernadi (2016). Ruang Dasar dan Model Proyeksi Stereografik pada Geometri Hiperbolik; Jurnal Silogisme: Kajian Ilmu Matematika dan Pembelajarannya Vol. 1, No.2.
- Fitriatunnisa, N., Amrullah, A., & Turmuzi, M. (2025). Analisis kesalahan siswa SMA dalam menyelesaikan soal

- geometri bidang datar berdasarkan prosedur Newman. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(2), 145–162.
- Fouze, A. Q., & Amit, M. (2018). Ethnomathematics: A Bridge Between Cultural Traditions and Modern Society. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 8(4), 53-63.
- Hamdani, D., Kurniati, E., & Rifat, M. (2024). Pemahaman konsep geometri dasar mahasiswa pendidikan matematika: Kajian diagnostik dan implikasinya. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 11(1), 34–49.
- Kodongan, K. J., Palobo, M., & Leton, S. I. (2025). Tingkat pemahaman siswa SMA pada materi segitiga melalui pendekatan kontekstual berbasis kearifan lokal. *Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 10(1), 78–96.
- Lubis, H. F., Manurung, A. S. M., Napitupulu, P. M. T., & Situngkir, F. L. (2026). Analisis etnomatematika pada motif ulos rasi hotang Batak Toba. *Jurnal Multidisiplin Ilmu Akademik (JMIA)*, 3(2), 115-125. <https://doi.org/10.61722/jmia.v3i2.8850>
- Mhlolo, M., & Schafer, M. (2021). Cognitive challenges in geometry problem solving: A Newman error analysis approach. *South African Journal of Education*, 41(2), 203–219.
- Naufal, M., Abdullah, A., Zainal, Z., Ihsan, H., Zaki, A., & Alshaye, I. (2024). The trend of geometric thinking studies: a systematic review. *Itm Web of Conferences*, 58, 03010. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20245803010>
- Naufal, N. & Juandi, D. (2024). Spatial ability in learning mathematics: systematic literature review (SLR). *KNE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i13.15935>
- Punia, I. G. E. A. A. (2026). Teorema Pythagoras dalam fungsi kompleks dengan integer Gaussian. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Seri V Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka*, 3(1), 818.
- Purba, J. T., Sari, N. F., Siagian, D. S., Manalu, B. M., & Pasaribu, C. F. (2022). Inspeksi etnomatematika kain ulos sadum untuk mengungkap nilai filosofi konsep matematika geometri bangun datar. *Intelektiva*, 3(6), 65-72.
- Rosa, Milton & Orey, Daniel Clark. (2011). Ethnomathematics: The Cultural Aspects of Mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*. Vol. 4, No.2, hal. 32-54.
- Saikia, Manjil P. (2013). "The Pythagoras's Theorem". p. 5. arXiv:1310.0986
- Sirate, F. S. (2012). Implementasi etnomatematika dalam pembelajaran matematika pada jenjang pendidikan sekolah dasar.

Lentera Pendidikan: Jurnal Ilmu Tarbiyah Dan Keguruan, 15(1), 41–54.

Sunardiningih, G. W., Hariyani, S., & Fayeldi, T. (2019). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal Matematika Berdasarkan Analisis Newman. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 1(2), 41–45. <https://doi.org/10.21067/jtst.v1i2.3447>

Usiskin, Z. (2018). Electronic vs. paper textbook presentations of the various aspects of mathematics. *ZDM – Mathematics Education*, 50(5), 849–861.

Vera, Nawiroh. 2015. Semiotika dalam Riset Komunikasi. Bogor: Ghalia Indonesia.

Wahyuni, R., Efuansyah, & Fitriyana, N. (2026). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah geometri berdasarkan tahapan Newman. *Jurnal e-DuMath*, 12(1), 90-98. <https://doi.org/10.26638/>

Widana, I Wayan. (2017). Penyusunan Soal Higher Order Thinking Skill (HOTS). Jakarta: Depdikbud.