Analisis Konsep Geometri Pada Kain Ulos Masyarakat Batak Toba

Elysabeth Natioli Tobing*[1], Prawidi Wisnu Subroto [2], Ahmad Fadillah [3]
[1,2,3] FKIP, Universitas Muhammadiyah Tangerang
e-mail: *[1]elysabeth@umt.ac.id , [2]prawidi.wisnu@gmail.com , [3]fadielalgebra4@gmail.com

Abstract. *This study aims to analyze the geometric concepts embedded in Batak Toba ulos motifs, examine their philosophical meanings, and describe students' mathematical representation abilities through ethnomathematics-based geometry learning. The study employed a descriptive qualitative approach with an educational ethnography design. Participants consisted of 30 tenth-grade students at SMAN 11 Kota Tangerang and one Batak Toba ulos weaver selected purposively. Data were collected through observations, interviews, documentation, and student worksheets and analyzed using the Miles and Huberman model. The findings revealed that the motifs of Ulos Ragi Hotang, Ulos Sadum, and Ulos Bintang Maratur contain geometric concepts, including rectangles, triangles, rhombuses, lines, angles, symmetry, translation, and repetitive patterns associated with the values of order, harmony, continuity of life, and family relationships. Analysis of students' work indicated variations in visual, verbal, and symbolic mathematical representation abilities. These findings suggest that ulos cloth has the potential to serve as a contextual and culturally responsive resource for geometry learning while supporting the integration of ethnomathematics into mathematics education.*

Keyword: *ethnomathematics, ulos cloth, geometry, mathematical representation, Batak Toba.*

Abstrak. *Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsep geometri pada motif kain Ulos Batak Toba, mengkaji makna filosofis yang terkandung di dalamnya, serta mendeskripsikan kemampuan representasi matematis siswa melalui pembelajaran geometri berbasis etnomatematika. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain etnografi pendidikan. Partisipan penelitian terdiri atas 30 siswa kelas X SMAN 11 Kota Tangerang dan satu penenun ulos Batak Toba yang dipilih secara purposive. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan lembar kerja peserta didik, kemudian dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motif Ulos Ragi Hotang, Ulos Sadum, dan Ulos Bintang Maratur memuat konsep persegi panjang, segitiga, belah ketupat, garis, sudut, simetri, translasi, dan pola pengulangan yang berkaitan dengan nilai keteraturan, keharmonisan, kesinambungan hidup, dan kekeluargaan. Analisis hasil kerja siswa menunjukkan variasi kemampuan representasi matematis pada aspek visual, verbal, dan simbolik. Temuan ini menunjukkan bahwa kain ulos berpotensi menjadi sumber belajar geometri yang kontekstual dan berbasis budaya serta mendukung pengintegrasian etnomatematika dalam pembelajaran matematika.*

Kata Kunci: *etnomatematika, kain ulos, geometri, representasi matematis, Batak Toba.*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki keragaman budaya yang sangat kaya dengan ratusan suku bangsa yang tersebar di berbagai daerah. Keberagaman budaya tersebut melahirkan berbagai bentuk kearifan lokal yang diwariskan secara turun-temurun dan masih dipertahankan hingga saat ini. Salah satu bentuk warisan budaya yang memiliki nilai historis, sosial, dan filosofis adalah kain tradisional. Selain berfungsi sebagai identitas budaya, kain tradisional juga mengandung berbagai pola dan bentuk yang mencerminkan aktivitas berpikir matematis masyarakat pendukungnya (Dhiya et al., 2025).

Indonesia memiliki keragaman budaya yang menjadi sumber kearifan lokal, salah satunya kain ulos masyarakat Batak Toba. Selain berfungsi sebagai identitas budaya, ulos mengandung nilai filosofis dan pola visual yang mencerminkan aktivitas berpikir matematis masyarakat. Oleh karena itu, ulos berpotensi dikaji dalam perspektif etnomatematika (Novianti et al., 2022). Kain ulos digunakan dalam berbagai upacara adat Batak Toba dan memiliki makna kasih sayang, keharmonisan, serta hubungan kekeluargaan. Penelitian ini memfokuskan kajian pada Ulos Ragi Hotang, Ulos Sadum, dan Ulos Bintang Maratur karena ketiganya memiliki motif yang kaya akan konsep geometri (Simanjuntak & Saragih, 2023).

Ulos Ragi Hotang adalah jenis ulos yang biasanya dikenakan oleh para pria saat menghadiri acara pernikahan, termasuk oleh ayah dari kedua mempelai. Ulos Sadum merupakan jenis ulos yang diserahkan kepada namboru, oleh pihak hula-hula sebagai bagian dari prosesi adat, (Jawa et al., 2024). Ulos Bintang Maratur adalah jenis kain ulos tradisional yang berasal dari daerah Tapanuli Utara dan digunakan sebagai simbol harapan agar pemakaiannya menjadi pemimpin yang bijaksana (Desiani, 2022). Beragam jenis ulos tersebut tidak hanya mencerminkan fungsi adat dan nilai filosofis masyarakat Batak, tetapi juga menampilkan pola-pola visual yang tersusun secara teratur, seperti pengulangan motif, simetri, dan keteraturan bentuk dalam proses penenunannya. Pola-pola ini menunjukkan adanya aktivitas berpikir matematis yang terintegrasi dalam praktik budaya, meskipun tidak selalu disadari sebagai matematika formal.

Konsep etnomatematika diperkenalkan oleh Ubiratan D'Ambrosio sekitar tahun 1960-an. Kata ethno mengacu pada berbagai unsur yang membentuk identitas suatu budaya, seperti bahasa, kebiasaan, kepercayaan, makanan tradisional, adat istiadat, serta pola perilaku masyarakat. Adapun *mathematics* berkaitan dengan konsep-konsep matematika, antara lain kegiatan menghitung, mengukur, mengelompokkan, mengurutkan, dan menentukan keputusan. Dengan demikian, etnomatematika dapat dipahami sebagai penerapan dan pemanfaatan konsep matematika yang berkembang dalam kehidupan masyarakat dengan latar budaya yang berbeda-beda (Syifa & Heni, 2023).

Etnomatematika bertujuan untuk menghadirkan sudut pandang yang lebih komprehensif terhadap ilmu pengetahuan dan perilaku manusia melalui pemahaman praktik matematika pada berbagai kelompok budaya (Ambrosio, 2016). Dalam pandangan ini, matematika tidak dipahami secara sempit sebagai aktivitas berhitung semata, melainkan mencakup kegiatan mengukur, merancang, bermain, serta menjelaskan fenomena.

Etnomatematika berperan sebagai penghubung antara matematika dan budaya. Bidang ini mengakui bahwa setiap masyarakat memiliki cara tersendiri dalam menerapkan konsep matematika melalui berbagai aktivitas budaya dan kehidupan sehari-hari (Yolanda & Putra, 2022). Studi mengenai etnomatematika yang berkaitan dengan ide-ide geometri dalam berbagai konteks budaya seperti yang telah dilakukan oleh (Ilmiyah et al., 2020). Adapun penelitian etnomatematika yang terkait dengan mengungkapkan nilai filosofi dan konsep matematika, yang dilakukan oleh peneliti Mahuda (2020).

Matematika mempunyai peran penting dalam pembuatan kain ulos, mulai dari proses penenunan sampai menjadi kain dengan berbagai macam motif (Sari et al., 2024). Temuan dari kajian etnomatematika pada berbagai jenis kain ulos maupun karya seni lainnya memperlihatkan bahwa di dalam motif-motif ulos terdapat unsur matematika seperti: konsep geometri datar, transformasi (refleksi, translasi, rotasi, dan dilatasi), serta elemen dasar seperti titik dan garis (Yolanda & Putra, 2022). Meskipun sejumlah penelitian telah mengungkap keberadaan konsep geometri dan nilai filosofis pada berbagai motif kain ulos Batak Toba, penelitian tersebut masih didominasi oleh kajian eksploratif-deskriptif yang berfokus pada identifikasi unsur matematika budaya (Purba et al., 2022). Belum banyak penelitian yang mengintegrasikan hasil eksplorasi tersebut ke dalam pembelajaran geometri di tingkat SMA serta mengevaluasi bagaimana konteks budaya ulos dapat mendukung kemampuan representasi matematis siswa. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya menjembatani kesenjangan tersebut melalui analisis konsep geometri pada motif Ulos Ragi Hotang, Ulos Sadum, dan Ulos Bintang Maratur serta implementasinya dalam pembelajaran matematika di SMAN 11 Kota Tangerang.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan kerangka etnomatematika yang mengintegrasikan tiga dimensi utama, yaitu identifikasi konsep geometri pada motif ulos, interpretasi nilai filosofis budaya Batak Toba, dan analisis kemampuan representasi matematis siswa setelah implementasi pembelajaran berbasis ulos. Penelitian sebelumnya cenderung berhenti pada tahap eksplorasi konsep matematika dalam motif ulos (Aruan et al., 2024). Sedangkan penelitian ini melanjutkan temuan tersebut ke dalam praktik pembelajaran nyata pada tingkat SMA. Selain itu, penelitian ini menghasilkan pemetaan hubungan antara unsur geometri, transformasi

geometri, makna budaya, dan representasi matematis siswa yang dapat digunakan sebagai dasar pengembangan bahan ajar geometri berbasis etnomatematika.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain penelitian etnografi pendidikan yang bertujuan untuk mengidentifikasi konsep geometri pada motif kain ulos Batak Toba, mengkaji makna filosofis yang terkandung di dalamnya, serta menganalisis kemampuan representasi matematis siswa setelah mengikuti pembelajaran geometri berbasis etnomatematika. Penelitian dilaksanakan di SMAN 11 Kota Tangerang pada semester genap tahun ajaran 2024/2025. Partisipan penelitian terdiri atas 30 siswa kelas X yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan keterlibatan aktif dalam kegiatan pembelajaran dan kelengkapan hasil tugas yang diberikan. Berdasarkan hasil analisis representasi matematis, siswa dikelompokkan ke dalam tiga kategori, yaitu kategori tinggi sebanyak 1 siswa, kategori sedang sebanyak 1 siswa, dan kategori rendah sebanyak 1 siswa. Selain siswa, informan penelitian terdiri atas 1 penenun ulos Batak Toba yang memahami fungsi, makna filosofis, dan proses pembuatan kain ulos.

Objek penelitian difokuskan pada tiga jenis kain ulos, yaitu Ulos Ragi Hotang, Ulos Sadum, dan Ulos Bintang Maratur. Ketiga jenis ulos dipilih karena memiliki motif yang kaya akan unsur geometri dan sering digunakan dalam berbagai kegiatan adat masyarakat Batak Toba.

Prosedur penelitian dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah eksplorasi etnomatematika pada motif kain ulos melalui observasi, wawancara, dokumentasi, dan studi literatur. Pada tahap ini peneliti mengidentifikasi konsep-konsep geometri yang terdapat pada motif ulos serta mengkaji makna budaya yang menyertainya. Tahap kedua adalah implementasi pembelajaran geometri berbasis etnomatematika di kelas X SMAN 11 Kota Tangerang. Pembelajaran dilaksanakan selama tiga kali pertemuan dengan materi bangun datar, garis dan sudut, simetri, translasi, dan pola pengulangan.

Pada kegiatan pembelajaran, siswa mengamati gambar motif ulos, mengidentifikasi unsur-unsur geometri yang ditemukan, mendiskusikan keterkaitan antara motif ulos dan konsep geometri formal, serta menyelesaikan tugas representasi matematis yang disusun berdasarkan konteks budaya Batak Toba. Guru berperan sebagai fasilitas yang membimbing proses diskusi, eksplorasi, dan refleksi siswa selama pembelajaran berlangsung.

Instrumen penelitian meliputi lembar observasi, pedoman wawancara semiterstruktur, dokumentasi, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Lembar observasi digunakan untuk mencatat aktivitas siswa selama pembelajaran. Pedoman wawancara digunakan untuk memperoleh informasi mengenai makna filosofis ulos dan proses pembuatannya. LKPD berisi tugas identifikasi bentuk geometri, analisis transformasi geometri, dan penjelasan hubungan antara motif ulos dengan konsep matematika formal.

Penilaian kemampuan representasi matematis mengacu pada indikator representasi visual, verbal, dan simbolik. Kategori tinggi diberikan kepada siswa yang mampu mengidentifikasi unsur geometri secara tepat, menjelaskan hubungan antar konsep secara logis, dan menggunakan representasi visual maupun verbal secara lengkap. Kategori sedang diberikan kepada siswa yang mampu mengenali sebagian besar unsur geometri tetapi belum mampu memberikan penjelasan konseptual secara mendalam. Kategori rendah diberikan kepada siswa yang hanya mampu mengenali bentuk visual tanpa dapat menghubungkannya dengan konsep matematika formal secara tepat.

Analisis data dilakukan menggunakan model interaktif Miles dan Huberman yang meliputi reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Data hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan hasil kerja siswa terlebih dahulu dikodekan berdasarkan tema-tema yang muncul, yaitu konsep geometri, makna budaya, aktivitas pembelajaran, dan kemampuan representasi matematis siswa. Selanjutnya data disajikan dalam bentuk deskripsi, tabel, dan dokumentasi visual untuk memudahkan interpretasi. Penarikan kesimpulan dilakukan secara bertahap dan terus diverifikasi selama proses penelitian berlangsung.

Keabsahan data diperoleh melalui triangulasi teknik. Triangulasi teknik dilakukan dengan membandingkan hasil observasi, wawancara, dokumentasi, dan analisis hasil kerja siswa. Selain itu, hasil interpretasi data diperiksa kembali melalui diskusi dengan dosen pembimbing untuk meningkatkan kredibilitas dan konsistensi temuan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan pada siswa kelas X SMA melalui implementasi pembelajaran matematika berbasis etnomatematika dengan memanfaatkan kain ulos Batak Toba sebagai media kontekstual. Objek kajian difokuskan pada tiga jenis ulos, yaitu Ulos Ragi Hotang, Ulos Sadum, dan Ulos Bintang Maratur, yang dipilih berdasarkan kekayaan motif geometris dan kandungan nilai budaya yang repsentatif.

Hasil

Etnomatematika menghubungkan konsep matematika dengan budaya lokal. Motif kain Ulos sebagai warisan budaya Batak mengandung nilai filosofis dan konsep geometri yang dapat dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran transformasi geometri dan pengukuran sehingga membantu siswa memahami konsep matematika secara lebih bermakna.

1. Kaitan Etnomatematika Motif Ulos dan Konsep Geometri

Secara visual, tenunan Ulos memuat keteraturan geometris yang mencakup konsep simetri, pergeseran (translasi), serta perhitungan luas bidang datar:

1.1 Transformasi Geometri (Translasi dan Simetri Lipat)

Motif garis yang berulang pada Ulos Ragi Hotang merepresentasikan konsep translasi, sedangkan susunan motif Ulos Sadum dan Ulos Bintang Maratur menunjukkan simetri lipat

vertikal. Keteraturan pola ini mencerminkan nilai keseimbangan, keharmonisan, dan kebersamaan dalam budaya Batak.

1.2 Pengukuran dan Luas Bidang Datar

Pengulangan bangun datar seperti persegi panjang, segitiga, dan belah ketupat pada motif Ulos dapat dimodelkan dengan rumus $L_{\text{total}} = n \times L_1$, yang menunjukkan bahwa luas total diperoleh dari jumlah pengulangan motif dikalikan luas satu motif. Hal ini memperlihatkan penerapan konsep pengukuran dalam tradisi menenun.

2. Distribusi Kemampuan Representasi Matematis

2.1 Siswa

Berdasarkan hasil tes/LKPD etnomatematika pada 30 siswa kelas X SMAN 11 Kota Tangerang, siswa dikelompokkan ke dalam tiga kategori kemampuan representasi matematis (visual, verbal, dan simbolik). Distribusi kategorisasi tersebut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Distribusi Kategorisasi kemampuan representasi matematis siswa

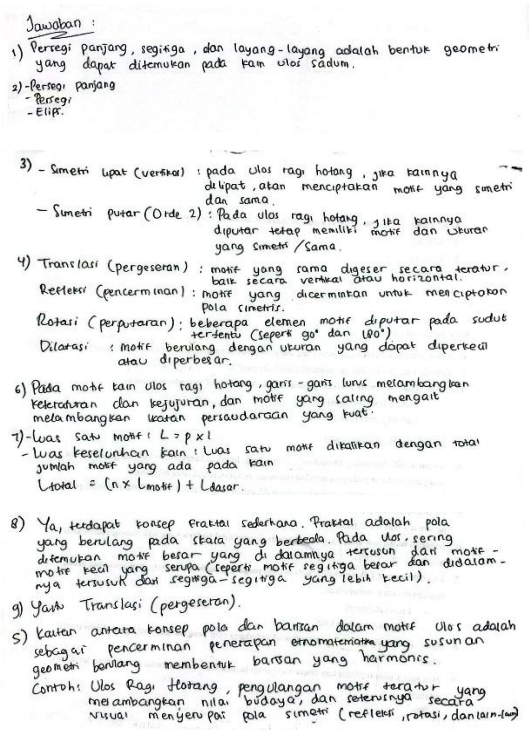
Kategori Kemampuan	Rentang Skor	Jumlah Siswa	Persentase (%)	Sampel Representatif
Tinggi	Skor ≥ 80	5	16,7%	S-01
Sedang	60 ≤ skor < 80	18	60,0%	S-02
Rendah	Skor < 60	7	23,3 %	S03
Total		**30**	**100 %**	

3. Analisis Artefak Representatif: Representasi, Kaitan Hasil Kerja Siswa, dan Makna Budaya

Untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai pola penalaran matematis siswa, dilakukan analisis terhadap tiga artefak representatif yang dipilih secara purposive sampling. Ketiga artefak tersebut mencerminkan tingkatan kemampuan yang berbeda dalam menghubungkan struktur visual Ulos, konsep geometri, dan simbolisasi matematika.

3.1 Kategori Tinggi (Subjek S-01)

Abstraksi Utuh dan Pemaknaan Sistematis. Siswa pada kategori ini (16,7% populasi) menunjukkan kemampuan representasi yang matang dan terintegrasi di ketiga indikator:


Jawaban :
1) Persegi panjang, segitiga, dan layang-layang adalah bentuk geometri yang dapat ditemukan pada kain ulos sadum.
2) -Persegi panjang
- Persegi
- Elips.
3) - Simetri lipat (vertikal) : pada ulos ragi hotang, jika kainnya dilipat, akan menciptakan motif yang simetri dan sama.
- Simetri putar (Orde 2) : Pada ulos ragi hotang, jika kainnya diputar tetap memiliki motif dan ukuran yang simetri / sama.
4) Translasi (pergeseran) : motif yang sama digeser secara teratur, baik secara vertikal atau horizontal.
Refleksi (pencerminan) : motif yang dicerminkan untuk menciptakan pola simetris.
Rotasi (perputaran) : beberapa elemen motif diputar pada sudut tertentu (seperti 90° dan 180°)
Dilatasi : motif berulang dengan ukuran yang dapat diperkecil atau diperbesar.
6) Pada motif kain ulos ragi hotang, garis-garis lurus melambangkan keteraturan dan kejujuran, dan motif yang saling mengait melambangkan ikatan persaudaraan yang kuat.
7) -Luas satu motif : $L = p \times l$
- Luas keseluruhan kain : Luas satu motif ditambahkan dengan total jumlah motif yang ada pada kain.
$L_{total} = (n \times L_{motif}) + L_{dasar}$.
8) Ya, terdapat konsep fraktal sederhana. Fraktal adalah pola yang berulang pada skala yang berbeda. Pada ulos, sering ditemukan motif besar yang di dalamnya tersusun dari motif-motif kecil yang serupa (seperti motif segitiga besar dan didalamnya tersusun dari segitiga-segitiga yang lebih kecil).
9) Yaitu Translasi (pergeseran).
5) Kaitan antara konsep pola dan bangun dalam motif Ulos adalah sebagai pencerminan penerapan etnomatematika yang susunan geometri berulang membentuk bangun yang harmonis.
Contoh: Ulos Ragi Hotang, pengulangan motif teratur yang melambangkan nilai budaya, dan seterusnya secara visual menyerupai pola simetri (refleksi, rotasi, dan lain-lain)

Gambar 1 Representasi Visual Kategori Tinggi pada Bebagai Konsep Matematika

Representasi Visual: S-01 tidak hanya menggambar ulang motif Ulos Ragi Hotang dan Sadum, tetapi melengkapinya dengan garis bantu formal seperti sumbu simetri putus-putus dan panah penunjuk arah pergeseran (vektor translasi).

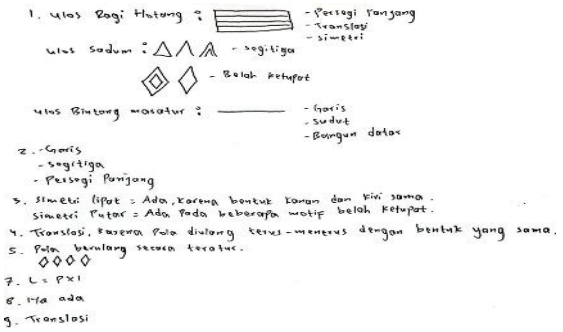
1. Representasi Verbal: "Pada motif Ulos Ragi Hotang terdapat konsep translasi (pergeseran) karena motif strip/garis mendatar yang sama diulang dan bergeser

secara horizontal dengan jarak yang konstan. Selain itu, terdapat simetri lipat vertikal karena jika kain dilipat tepat di tengah sumbu vertikal, bagian kiri dan kanan saling menutupi secara sempurna." Penjelasan verbal ini mencerminkan penalaran logis-sebab-akibat yang menghubungkan simetri pada kain dengan nilai keseimbangan hidup dalam budaya Batak.

2. Representasi Simbolik: S-01 berhasil melakukan generalisasi formula matematis: "Luas satu motif $L_1 = p \times l$. Jika terdapat n motif berulang yang sama, maka luas total motif pada kain adalah $L_{total} = n \times L_1$." Integrasi ini menunjukkan bahwa S-01 mampu membaca keteraturan pola budaya dan mentransformasikannya menjadi model matematika formal.

3.2 Kategori Sedang (Subjek S-02): Pengenalan Bentuk dan Batasan Konseptual

Representasi kelompok mayoritas (60,0% populasi) memperlihatkan penguasaan teknis dasar, namun masih memiliki hambatan dalam eksplikasi konseptual:



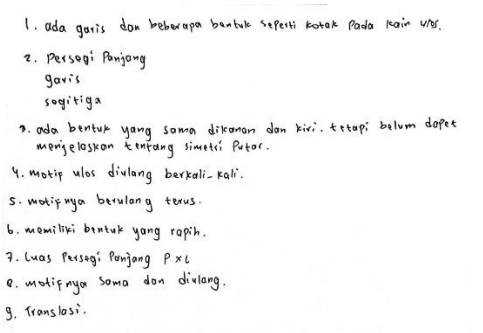
Gambar 2 Representasi Visual Kategori Sedang pada Bebagai Konsep Matematika

1. Representasi Visual: S-02 mampu mengidentifikasi dan menyalin bentuk-bentuk tunggal geometris (segitiga, belah ketupat) secara terpisah, namun belum menyajikannya dalam skema ruang/koordinat yang utuh.
2. Representasi Verbal: "Bentuk pada Ulos Sadum ada segitiga dan belah ketupat. Ada simetri lipat karena bentuk kanan dan kiri sama. Ada translasi karena motifnya diulang-ulang." Penjelasan verbal ini bersifat deskriptif permukaan; siswa mengenali keteraturan dan istilah matematika formal, tetapi belum menjelaskan parameter matematisnya secara detail.
3. Representasi Simbolik: S-02 menuliskan rumus baku tunggal $L_1 = p \times l$ tanpa menghubungkannya dengan konteks pengulangan motif (n). Hal ini menandakan bahwa pemahaman simbolik siswa masih terbatas pada prosedur standar tanpa generalisasi konteks budaya.

3.3 Kategori Rendah (Subjek S-03): Orientasi Konkret dan Pemahaman Informal

Kelompok siswa pada kategori ini

(23,3% populasi) mengalami hambatan belajar (*learning obstacle*) mendasar dalam mentransformasikan objek konkret budaya ke dalam simbol matematika:



Gambar 3 Representasi Visual Kategori Rendah pada Bebagai Konsep Matematika

1. Representasi Visual: S-03 hanya mampu menyalin tampilan fisik objek kain tanpa menghasilkan representasi geometris formal atau skema matematis.
2. Representasi Verbal: "Ada garis-garis dan kotak-kotak pada kain. Motifnya diulang terus sampai rapi." Siswa menggunakan bahasa sehari-hari/informal dan menangkap keteraturan motif semata-mata sebagai aspek krapian (estetika), bukan sebagai konsep translasi atau simetri.
3. Representasi Simbolik: S-03 menuliskan rumus $L = p \times l$ secara mekanis (hafalan) tanpa memahami makna variabel atau relevansinya terhadap gambar motif kain yang diamati.

1. Keterkaitan Matematika dan Nilai Budaya

Hasil observasi dan analisis visual menunjukkan bahwa pada motif Ulos Ragi Hotang, Ulos Sadum, dan Ulos Bintang Maratur mengandung beberapa konsep etnomatemaika utama sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsep Matematika pada kain Ulos Masyarakat Batak Toba

Jenis Motif Ulos	Gambar	Konsep Matematika
Ulos Ragi Hotang		Memiliki bentuk geometri Persegi Panjang, Pola Berulang, Simetri Lipat, Translasi.
Ulos Sadum		Memiliki bentuk geometri Persegi Panjang, Segitiga, Belah ketupat
Ulos Bintang Maratur		Memiliki bentuk geometri Bangun Datar, Garis dan Sudut, Simetri Lipat.

Hasil identifikasi geometri pada ketiga jenis ulos menunjukkan bahwa pola-pola geometris yang dikenali siswa berkaitan dengan makna budaya yang dijelaskan oleh narasumber. Pada Ulos Ragi Hotang siswa mengidentifikasi pola translasi dan simetri sebagai bentuk keteraturan yang melambangkan kesinambungan hidup dan hubungan kekeluargaan. Pada Ulos Sadum siswa menemukan segitiga dan belah ketupat yang dipahami sebagai simbol keharmonisan dan kebersamaan. Sementara itu, pada Ulos Bintang Maratur siswa mengaitkan susunan garis sejajar dan simetri dengan nilai keteraturan serta harapan terhadap kehidupan yang baik.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa siswa tidak hanya mengenali bentuk geometri, tetapi juga mampu menghubungkan konsep matematika dengan makna budaya yang terkandung pada motif ulos.

2. Hasil Wawancara

Selain itu, berdasarkan wawancara dengan penenun ulos, motif kain ulos dibuat melalui susunan benang yang dihitung dan diulang secara teratur agar menghasilkan pola yang simetris dan seimbang. Hal tersebut memperkuat bahwa konsep geometri pada kain ulos tidak hanya terlihat secara visual, tetapi juga diterapkan langsung dalam proses pembuatan motif oleh masyarakat Batak Toba. Hasil wawancara dengan penenun menghasilkan tiga temuan utama.

1. Makna Filosofis

Motif kain Ulos merupakan manifestasi visual dari pandangan hidup masyarakat Batak yang melambangkan keharmonisan sosial dan keseimbangan hidup.

"Dalam budaya Batak, motif kain Ulos memiliki makna filosofis mendalam yang melambangkan keseimbangan hidup dan keharmonisan sosial."

2. Keteraturan Proses Menenun

Proses menenun kain Ulos mengikuti ketertiban struktur yang ketat di mana setiap helai benang ditenun secara sistematis untuk menjaga keseimbangan dan doa keselamatan. "Secara simbolis, keteraturan ini merepresentasikan nilai kekeluargaan, ketertiban sosial, serta doa bagi keselamatan yang menjadi fondasi kehidupan masyarakat Batak."

3. Pengulangan Pola

Pola geometris yang diulang dengan jarak yang konstan melambangkan rasa syukur serta keberlanjutan tradisi leluhur.

"Pola yang berulang dengan jarak konstan dalam tenun Ulos juga dipandang sebagai wujud syukur dan penghormatan terhadap keseimbangan alam serta kebudayaan leluhur yang estetis."

Pembahasan

1. Makna Temuan: Ulos sebagai Contextual Benchmark dalam Pembelajaran Geometri

Hasil penelitian menunjukkan bahwa motif kain Ulos tidak hanya berfungsi sebagai hiasan estetis, tetapi juga sebagai konteks bermakna yang memuat struktur matematis. Proses menenun memperlihatkan penerapan pola yang teratur dan seimbang, yang dapat dikonstruksi menjadi konsep geometri formal. Temuan ini mendukung prinsip *Realistic Mathematics Education* (RME) bahwa konteks nyata memfasilitasi proses matematisasi dan membantu siswa memahami konsep geometri secara bermakna.

2. Analisis Kausal Perbedaan Kemampuan Representasi Matematis Siswa

Divergensialitas kemampuan representasi matematis siswa (tinggi, sedang, dan rendah) menganalisis adanya perbedaan kedalaman proses *horizontal* dan *vertical mathematization* serta variasi *learning obstacles* yang dialami siswa:

2.1 Kelompok Kemampuan Tinggi: Tuntasnya Matematisasi Vertikal dan *Proceptual Thinking*

Siswa pada kelompok ini berhasil melakukan translasi representasi secara mulus

di ketiga indikator (visual, verbal, dan simbolik).

1. Bukti Artefak Pekerjaan (S-01): Pada lembar jawaban, S-01 melengkapi skema visual motif Ulos Ragi Hotang dengan sumbu simetri vertikal dan panah penunjuk vektor translasi, serta menggeneralisasi formula luas berulang Ltotal = n × (p × l).
2. Bukti Wawancara (S-01): "Karena pola stripnya bergeser sejajar dengan jarak tetap, berarti ini translasi. Jadi kalau ada n pola yang sama, luas totalnya tinggal dikalikan n dari luas satu motif."
3. Analisis Kognitif: Subjek S-01 telah mencapai tahap *proceptual thinking*, di mana proses pergeseran fisik yang diamati mampu disintesis secara fleksibel menjadi objek simbolik aljabar yang abstrak.

2.2 Kelompok Kemampuan Sedang: Hambatan Abstraksi Simbolik (*Ontogenic Obstacle*)

Siswa kategori sedang mampu mengenali keteraturan visual dan mengabaikan hambatan pada matematisasi horizontal, namun tertahan saat harus mentransformasikannya ke dalam model simbolik formal.

1. Bukti Artefak Pekerjaan (S-02): Subjek S-02 menggambar bentuk geometris tunggal (segitiga dan belah ketupat) secara terpisah, namun hanya menuliskan formula luas baku L = p × l tanpa melibatkannya dengan variabel pengulangan pola (n).
2. Bukti Wawancara (S-02): "Saya tahu gambarnya berulang dan simetris, tapi waktu bikin rumusnya saya bingung bagaimana memasukkan jumlah pengulangannya, jadi saya tulis rumus luas yang umum saja."
3. Analisis Kognitif: Terjadi *ontogenic obstacle* mengacu pada teori sistem representasi (Syamsudin & Agustin, 2025), di mana siswa memiliki keterbatasan kognitif untuk menghubungkan persepsi spasial yang ditangkap dengan manipulasi struktur simbolik aljabar.

2.3 Kelompok Kemampuan Rendah: Hambatan Epistemologis dan Pembelajaran Mekanis

Siswa pada kategori rendah gagal mentranslasikan objek budaya menjadi bentuk matematis formal.

1. Bukti Artefak Pekerjaan (S-03): Subjek S-03 hanya menyalin ilustrasi fisik kain tanpa skema bantu dan menuliskan rumus $L = p \times l$ secara terpisah tanpa penjelasan variabel.
2. Bukti Wawancara (S-03): "Saya cuma menggambar kainnya yang rapi dan memasukkan rumus yang biasa dihafalkan, saya tidak tahu hubungannya dengan garis di kain itu."
3. Analisis Kognitif: Siswa mengalami *epistemological obstacle* akibat dominasi pembelajaran prosedural-mekanis di masa lalu. Mengacu pada teori sistem representasi (Net et al., 2023), sistem representasi internal siswa belum terkonfigurasi untuk memproses struktur spasial eksternal yang disajikan.

SIMPULAN (PENUTUP)

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa motif kain Ulos Batak

Toba, khususnya Ulos Ragi Hotang, Ulos Sadum, dan Ulos Bintang Maratur, memuat berbagai konsep geometri, meliputi bangun datar, garis dan sudut, simetri, translasi, serta pola pengulangan yang terintegrasi dengan nilai-nilai filosofis masyarakat Batak Toba, seperti keteraturan, keharmonisan, kesinambungan hidup, dan kekeluargaan. Implementasi pembelajaran geometri berbasis etnomatematika menunjukkan bahwa motif ulos dapat digunakan sebagai konteks pembelajaran yang bermakna untuk membantu siswa menghubungkan konsep geometri formal dengan budaya lokal. Analisis representasi matematis memperlihatkan adanya variasi kemampuan siswa dalam merepresentasikan konsep geometri secara visual, verbal, dan simbolik, yang menunjukkan bahwa konteks budaya memberikan peluang untuk mengeksplorasi proses berpikir matematis siswa. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan pembelajaran matematika berbasis etnomatematika melalui pemanfaatan warisan budaya lokal sebagai sumber belajar yang kontekstual sekaligus mendukung pelestarian nilai-nilai budaya dalam pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

Ambrosio, U. D. (2016). *Current and Future Perspectives of Ethnomathematics as a Program.*

Aruan, A. D. K., Tambunan, H., & Simanjuntak, R. M. (2024). *Etnomatematika : Eksplorasi Motif Ulos Batak Toba Dalam Pembelajaran Bangun Datar*. *05*(02), 57–65.

Desiani, I. F. (2022). Simbol Dalam Kain Ulos Pada Suku Batak Toba. *Jurnal Ilmu Budaya*, *18*(2), 127–137. https://doi.org/10.31849/jib.v18i2.9466

Dhiya, R., Iffah, L., Subanti, S., Usodo, B., & Nurhasanah, F. (2025). *Systematic literature review : Ethnomathematics research in Indonesia*. *10*(1), 28–40. https://doi.org/10.23917/jramathedu.v10i1.5621

Ilmiyah, N. F., Annisa, A., Fitriyah, A., & Vebyanti, B. S. (2020). Analisis Motif Anyaman Dan Aktivitas Fundamental Matematis Dalam Seni Menganyam Di Desa Plaosan Kabupaten Kediri. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, *2*(1), 92–104. https://doi.org/10.35316/alifmatika.2020.v2i1.92-104

Jawa, P. I. J., Sidabalok, A., & Rudhito, M. A. (2024). Etnomatematika pada Pakaian Adat Ulos Batak Toba dan Implementasi dalam Rancangan Pembelajaran Matematika. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, *7*(1), 180–189. https://doi.org/10.30605/proximal.v7i1.3204

Mahuda, I. (2020). *Eksplorasi Etnomatematika pada Motif Batik Lebak*. *1*(1), 29–38. https://doi.org/10.46306/lb.v1i1

Net, W. W. W. P., Kusumah, Y. S., & Martadiputra, B. A. P. (2023). *Epistemological Obstacle in 3D*

Geometry Thinking : Representation , Spatial Structuring , and Measurement. *1*(4). https://doi.org/10.47750/pegegog.1

Novianti, D., Agus Haryano, N., & Restyandito. (2022). Perancangan Website Informasi Kain Ulos Batak Toba Sebagai Upaya Pelestarian. *Jurnal Terapan Teknologi Informasi*, *6*(1), 27–37. https://doi.org/10.21460/jutei.2022.61.204

Purba, J. T., Sari, N. F., Siagian, D. S., & ... (2022). Inspeksi Etnomatematika Kain Ulos Sadum Untuk Mengungkap Nilai Filosofi Konsep Matematika Geometri Bangun Datar. *Jurnal Ekonomi …*, *3*(6), 65–72. https://jurnalintelektiva.com/index.php/jurnal/article/view/703%0Ahttps://jurnalintelektiva.com/index.php/jurnal/article/download/703/535

Sari, A., Ilma, R., Putri, I., & Zulkardi, Z. (2024). *Ethnomathematics in Indonesian Woven Fabric : The Promising Context in Learning Geometry*. *November*.

Simanjuntak, V. S., & Saragih, G. A. P. (2023). Makna Filosofis dan Teologis Ulos dalam Budaya Batak. *Vox Divina: Jurnal Teologi Dan Pendidikan Kristen*, *1*(1), 46–62.

Syamsudin, A. F., & Agustin, M. (2025). *Exploring psychological , conceptual , and instrumental ontogenetic learning obstacles in elementary geometry : E vidence from students ' solutions to composite plane figure area tasks*. *6*(3), 47–68. https://doi.org/10.58524/jasme.v6i3.1414

Syifa, & Heni, S. (2023). *Eksplorasi Etnomatematika Pada Motif Batik Cilegon*. *5*(1), 671–682.

Yolanda, F. O., & Putra, A. (2022). Eksplorasi Etnomatematika Pada Motif Batik. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, *3*(2), 188–195.