

## Etnomatematika Kerajinan Batu Nisan di Desa Allakuang Kabupaten Sidenreng Rappang: Eksplorasi Konsep Geometri dan Strategi Optimasi Produksi

Auliyani Sudirman<sup>1\*</sup>, Zulfiqar Busrah<sup>2</sup>, Buhaerah<sup>3</sup>, Andi Aras<sup>4</sup>

<sup>1\*)2)3)4)</sup> Program Studi Tadris Matematika, Institut Agama Islam Negeri Parepare, Indonesia

\* E-mail Corresponding author : [aulyaniuly@gmail.com](mailto:aulyaniuly@gmail.com)

Submitted: 06 Juni 2026, Accepted: 25 Juni 2026, Published: 25 Juni 2026

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi aktivitas etnomatematika pada kerajinan batu nisan di Desa Allakuang, menganalisis bentuk geometris batu nisan, serta menjelaskan strategi optimasi produksi yang diterapkan pengrajin. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain etnografi matematis. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi terhadap tiga pengrajin batu nisan yang dipilih secara purposive. Keabsahan data diperoleh melalui triangulasi sumber dan teknik. Analisis data menggunakan model etnografi Spradley yang didukung pemodelan GeoGebra dan optimasi menggunakan POM-QM for Windows. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas etnomatematika yang ditemukan meliputi *measuring*, *counting*, *locating*, dan *designing*. Batu nisan perempuan mengandung konsep simetri, refleksi, poligon tidak beraturan, dan prisma tegak, sedangkan batu nisan laki-laki mengandung konsep fungsi polinomial, integral tentu, dan volume benda putar. Hasil optimasi menunjukkan kombinasi produksi optimal sebesar 160 Unit batu nisan perempuan dan 76,8 Unit batu nisan laki-laki dengan keuntungan maksimum Rp161.600.000 per bulan. Temuan ini menunjukkan bahwa kerajinan batu nisan Allakuang mengandung konsep matematika formal yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pembelajaran matematika kontekstual berbasis etnomatematika.


**Kata kunci:** *Etnomatematika; Batu Nisan; Geometri; GeoGebra; POM-QM.*

**Abstract:** This study aims to identify ethnomathematical activities in the tombstone craftsmanship of Allakuang Village, analyze the geometric forms of the tombstones, and explain the production optimization strategies employed by the artisans. The study employs a qualitative approach with a mathematical ethnography design. Data were collected through observation, interviews, and documentation involving three purposively selected tombstone artisans. Data validity was ensured through source and technique triangulation. Data analysis utilized Spradley's ethnographic model, supported by GeoGebra modeling and optimization using POM-QM for Windows. The results indicate that the ethnomathematical activities identified include measuring, counting, locating, and designing. Female tombstones incorporate concepts of symmetry, reflection, irregular polygons, and right prisms, whereas male tombstones involve concepts of polynomial functions, definite integrals, and the volume of solids of revolution. Optimization results reveal an optimal production combination of 160 Units of female tombstones and 76.8 Units of male tombstones, yielding a maximum profit of IDR 161,600,000 per month. These findings demonstrate that Allakuang tombstone craftsmanship embodies formal mathematical concepts that have the potential to serve as a resource for contextual mathematics learning based on ethnomathematics.

**Keywords:** *Ethnomathematics; Tombstones; Geometry; GeoGebra; POM-QM.*

### How to Cite:

Sudirman, A., Busrah, Z., Buhaerah, B., & Aras, A. (2026). Etnomatematika Kerajinan Batu Nisan di Desa Allakuang Kabupaten Sidenreng Rappang: Eksplorasi Konsep Geometri Dan Strategi Optimasi Produksi. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 15(1), 01-17. <https://doi.org/10.33387/dpi.v15.i1.12167>

This is an open access  article under the CC-BY license CC BY 4.0



## A. Pendahuluan

Matematika merupakan bagian dari kehidupan manusia yang tidak hanya berkembang dalam lingkungan akademik, tetapi juga hadir dalam berbagai aktivitas budaya masyarakat. Pandangan ini melahirkan konsep etnomatematika yang diperkenalkan oleh D'Ambrosio, yang memandang matematika sebagai pengetahuan yang berkembang dari praktik dan pengalaman budaya masyarakat serta tercermin dalam berbagai aktivitas sosial, ekonomi, dan teknologi yang dilakukan dalam kehidupan sehari-hari (d'Ambrósio, 2006). Dalam konteks pendidikan, etnomatematika berperan penting untuk menjembatani pembelajaran matematika formal dengan pengetahuan lokal agar siswa dapat memahami konsep secara kontekstual dan bermakna (Wardani et al., 2023). Salah satu praktik budaya yang menarik untuk dikaji dalam perspektif etnomatematika adalah kerajinan batu nisan tradisional yang masih berkembang di Desa Allakuang, Kabupaten Sidenreng Rappang.

Dalam perspektif etnomatematika, aktivitas matematis masyarakat dapat dianalisis melalui enam aktivitas universal yang dikemukakan oleh Bishop (1991), yaitu *counting* (menghitung), *locating* (menentukan lokasi), *measuring* (mengukur), *designing* (merancang), *playing* (bermain), dan *explaining* (menjelaskan). Aktivitas-aktivitas tersebut memungkinkan peneliti mengidentifikasi keberadaan konsep matematika yang berkembang secara informal dalam suatu komunitas budaya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa praktik budaya masyarakat sering kali mengandung konsep geometri, pengukuran, pola, simetri, hingga strategi pengambilan keputusan yang berkaitan dengan pemikiran matematis (Milton, 2020).

Dalam kajian etnomatematika, konsep geometri sering menjadi fokus utama karena keterkaitannya yang erat dengan bentuk, pola, dan struktur visual yang terdapat pada berbagai artefak budaya. Geometri merupakan cabang matematika yang mempelajari bentuk, ukuran, posisi, serta hubungan spasial suatu objek. Berbagai konsep geometri seperti bangun datar, bangun ruang, simetri, dan transformasi geometri dapat ditemukan dalam unsur-unsur budaya yang tercermin pada tata ruang, struktur bangunan, maupun ornamen budaya. Temuan tersebut menunjukkan bahwa objek budaya memiliki potensi untuk dieksplorasi sebagai sumber pembelajaran matematika yang kontekstual dan bermakna (Nisa & Rofiki, 2022).

Selain aspek geometri, aspek optimasi juga mulai mendapat perhatian dalam kajian etnomatematika terapan. Optimasi adalah cabang matematika yang berfokus pada pencapaian hasil terbaik, baik maksimal maupun minimal dengan mempertimbangkan berbagai kendala yang ada. Dalam kehidupan nyata, prinsip optimasi sangat penting untuk mendukung

pengambilan keputusan yang efisien terkait penggunaan sumber daya, waktu, dan tenaga. Meskipun masyarakat tradisional jarang menggunakan perhitungan formal, mereka sering menerapkan strategi optimasi secara intuitif untuk menekan biaya produksi dan meminimalkan limbah bahan baku dalam proses pengerjaan karya mereka (Saragih et al., 2022).

Salah satu warisan budaya masyarakat Sulawesi Selatan yang mencerminkan penerapan konsep geometri dan optimasi yang menarik untuk dikaji dalam perspektif etnomatematika dan masih bertahan hingga saat ini adalah kerajinan batu nisan di Desa Allakuang, Kabupaten Sidenreng Rappang. Desa ini dikenal sebagai sentra produksi batu nisan tradisional yang telah diwariskan secara turun-temurun selama beberapa generasi (Sani et al., 2024). Dalam proses pembuatannya, pengrajin melakukan berbagai aktivitas seperti mengukur dimensi batu, menentukan posisi ukiran, merancang bentuk nisan, serta memperkirakan penggunaan bahan dan waktu produksi. Aktivitas tersebut menunjukkan adanya praktik matematis yang berkembang secara alami melalui pengalaman kerja dan tradisi budaya masyarakat.

Penelitian etnomatematika pada berbagai artefak budaya telah banyak dilakukan. (Nisa & Rofiki, 2022) menemukan bahwa Kompleks Makam Bung Karno mengandung berbagai konsep geometri yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pembelajaran matematika kontekstual. (Busrah & Pathuddin, 2021) menunjukkan bahwa aktivitas budaya masyarakat dapat dimodelkan menggunakan konsep matematika formal sehingga memperkuat hubungan antara budaya dan pembelajaran matematika. Selanjutnya, (Busrah & Buhaerah, 2021) mengungkap bahwa pendekatan etnomatematika mampu mengidentifikasi berbagai bentuk kecerdasan kultural yang tercermin dalam praktik budaya masyarakat. Di sisi lain, (Nurachmad et al., 2025) menunjukkan bahwa metode linear programming dapat digunakan untuk menentukan kombinasi keputusan yang optimal dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi.

Berdasarkan telaah penelitian sebelumnya, kajian etnomatematika umumnya berfokus pada eksplorasi konsep matematika dalam objek budaya, sedangkan penelitian optimasi produksi lebih banyak dilakukan pada sektor usaha tanpa mengaitkannya dengan konteks budaya lokal. Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang secara khusus mengkaji kerajinan batu nisan di Desa Allakuang melalui integrasi eksplorasi etnomatematika, pemodelan geometri berbantuan GeoGebra, dan analisis optimasi produksi menggunakan POM-QM. Padahal, aktivitas pengrajin tidak hanya mencerminkan penerapan konsep geometri, tetapi juga melibatkan pertimbangan efisiensi bahan baku, waktu kerja, dan jumlah

produksi. Oleh karena itu, kajian ini dilakukan untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai praktik matematis masyarakat dalam satu konteks budaya yang sama.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi aktivitas etnomatematika yang dilakukan oleh pengrajin batu nisan di Desa Allakuang, mengidentifikasi konsep-konsep geometri yang terkandung pada bentuk batu nisan, serta menganalisis strategi optimasi produksi yang diterapkan dalam proses pembuatannya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian etnomatematika sekaligus menjadi sumber belajar matematika yang kontekstual dan berbasis budaya lokal.

## B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain etnografi matematis untuk mengeksplorasi aktivitas etnomatematika yang terdapat pada kerajinan batu nisan di Desa Allakuang, Kabupaten Sidenreng Rappang. Pendekatan etnografi dipilih karena penelitian ini berfokus pada pemahaman praktik budaya, pengetahuan lokal, serta pengalaman para pengrajin dalam proses pembuatan batu nisan yang diwariskan secara turun-temurun (Creswell & Poth, 2016). Penelitian dilaksanakan pada tanggal 9 Maret hingga 9 April 2025 di Desa Allakuang dengan melibatkan tiga informan yang dipilih secara purposive berdasarkan keterlibatan langsung dan pengalaman mereka dalam produksi batu nisan. Adapun informannya sebagai berikut.

**Tabel 1.** Karakteristik Informan Penelitian

Informan	Usia (Tahun)	Peran	Pengalaman Kerja
I1	33	Pengrajin batu nisan perempuan	Sejak 2011
I2	47	Pengrajin batu nisan laki laki	Sejak 2007
I3	43	Pembuat batu dasar	Sejak 2010

Penelitian ini melibatkan tiga informan yang dipilih secara *purposive* berdasarkan keterlibatan langsung dalam tahapan produksi batu nisan serta penguasaan pengetahuan yang berbeda pada setiap jenis pekerjaan. Informan I1 merupakan pengrajin yang secara khusus membuat batu nisan perempuan, informan I2 berfokus pada pembuatan batu nisan laki-laki, sedangkan informan I3 berperan sebagai pembuat batu dasar yang menjadi komponen utama dalam proses produksi. Perbedaan peran tersebut memungkinkan peneliti memperoleh data yang lebih komprehensif mengenai bentuk, ukuran, teknik pengerjaan, serta pertimbangan produksi pada setiap tahapan pembuatan batu nisan. Data yang diperoleh dari ketiga informan dinilai memadai karena telah mewakili tahapan utama produksi dan menunjukkan informasi yang konsisten terkait praktik matematis yang menjadi fokus penelitian.

Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Kegiatan lapangan dilakukan sebanyak empat kali kunjungan yang terdiri atas dua kali observasi dan dua kali wawancara. Setiap kunjungan berlangsung sekitar 1–1,5 jam. Observasi dilakukan untuk mengamati secara langsung proses pembuatan batu nisan, penggunaan alat, aktivitas pengukuran, serta teknik pembentukan pola yang dilakukan oleh para pengrajin. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur kepada ketiga informan dengan durasi sekitar 20 menit untuk setiap informan guna memperoleh informasi mengenai proses produksi, pengetahuan yang diwariskan secara turun-temurun, serta pertimbangan yang digunakan dalam menentukan bentuk dan ukuran batu nisan. Dokumentasi dilakukan melalui pengambilan foto kegiatan, alat produksi, hasil kerajinan, serta pencatatan ukuran dan data yang mendukung proses analisis.

Analisis data dilakukan menggunakan model etnografi Spradley (2016) yang meliputi analisis domain, analisis taksonomi, analisis komponensial, dan analisis tema budaya. Untuk memperkuat interpretasi terhadap konsep matematika yang ditemukan, hasil observasi lapangan kemudian direpresentasikan dan dimodelkan menggunakan perangkat lunak *GeoGebra* dan *POM-QM for Windows* serta dianalisis melalui pemodelan matematis pada aspek geometri dan optimasi produksi.

### **C. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, proses pembuatan batu nisan di Desa Allakuang dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pemilihan batu, pemotongan batu dasar (*mappue* batu), pembuatan pola (*makkibua*), pembentukan nisan, pengukiran, dan penyelesaian akhir. Pada tahap awal, pengrajin terlebih dahulu menentukan ukuran batu yang akan digunakan sebelum membuat pola pada permukaan batu. Sebagaimana diungkapkan oleh I1, “Pertama tama kita tentukan kode ukuran batu yang ingin dibuat seperti 1 m, 110 cm. Lalu kita gambar dengan cetakan atau menggambar manual dengan bantuan meteran dan spidol untuk menggambar. Setelah itu baru memotong batu yang sudah digambar dengan mengikuti coretan yang telah dibuat.” Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa proses pengukuran dan perancangan dilakukan secara sistematis sebelum proses pembentukan batu nisan. Pengrajin menggunakan alat sederhana seperti meteran, penggaris, dan siku untuk menjaga proporsi bentuk yang dihasilkan.

Keterampilan membuat batu nisan diperoleh melalui proses pewarisan budaya secara turun-temurun. I1 menjelaskan, “Kemampuan membuat batu nisan di dapatkan dari melihat-lihat pembuatan batu nisan sebelumnya (faktor lingkungan) dan dari orang tua yang diwariskan

turun temurun.” Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa praktik pembuatan batu nisan merupakan bagian dari pengetahuan lokal masyarakat Allakuang yang diwariskan dari generasi ke generasi melalui pengalaman langsung.

Selain itu, terdapat perbedaan bentuk antara nisan laki-laki dan perempuan. Menurut I2, “Nisan laki laki biasanya bagian atas (kepala) bulat dengan bentuk segi 8 dan bentuknya lonjong, sedangkan nisan perempuan pipih atau bercabang.” Berdasarkan pernyataan tersebut, nisan laki-laki memiliki bentuk yang lebih besar dan kompleks dibandingkan nisan perempuan sehingga membutuhkan waktu pengerjaan dan penggunaan bahan yang lebih banyak.

Dalam aspek produksi, pengrajin juga memperhatikan efisiensi penggunaan bahan baku. I3 menjelaskan, “*Lalengna siddie batu loppo nulle runtu 25 batu assalenna ko makunrai nappa nisanna orane tennia pole batu loppo tapi yako lepappadai nulle runtu 20.*” Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa satu bongkahan batu besar dapat menghasilkan sekitar 25 batu dasar untuk nisan perempuan dan sekitar 20 batu dasar untuk nisan laki-laki. Praktik ini menunjukkan adanya pertimbangan efisiensi bahan dalam proses produksi. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, aktivitas pengrajin mencerminkan keterpaduan antara nilai budaya, keterampilan tradisional, dan pertimbangan efisiensi produksi yang diwariskan secara turun-temurun.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara tersebut, Analisis domain dilakukan untuk mengidentifikasi kategori umum dari aktivitas budaya yang diamati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas pengrajin batu nisan di Desa Allakuang terdiri atas beberapa domain utama, yaitu aktivitas pengukuran batu, penentuan posisi, perancangan bentuk, pengukiran, serta pengelolaan bahan produksi. Aktivitas tersebut menunjukkan adanya pola kerja yang sistematis dalam proses pembuatan batu nisan. Selanjutnya, analisis taksonomi bertujuan menguraikan setiap domain ke dalam struktur yang lebih rinci. Hasil analisis menunjukkan bahwa setiap domain memiliki aktivitas yang saling berkaitan, seperti menentukan ukuran dasar batu, menentukan titik tengah tulisan, membuat pola dasar, membentuk lengkungan, hingga memanfaatkan sisa potongan batu sebagai bagian dari proses produksi yang teratur.

Analisis komponensial digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan karakteristik antar kategori yang ditemukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nisan laki-laki memiliki bentuk yang lebih lonjong dan besar sehingga membutuhkan bahan dan waktu pengerjaan lebih banyak dibandingkan nisan perempuan yang cenderung pipih atau bercabang. Selanjutnya,

analisis tema budaya bertujuan menemukan makna umum yang mendasari keseluruhan aktivitas budaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa praktik pembuatan batu nisan di Desa Allakuang mencerminkan integrasi antara aspek estetika dan efisiensi, di mana pengrajin tidak hanya mempertimbangkan keindahan bentuk dan ukiran, tetapi juga penggunaan bahan, waktu kerja, serta hasil produksi secara efektif. Temuan ini menunjukkan adanya pengetahuan lokal yang berkembang secara turun-temurun dan mengandung unsur matematis dalam kehidupan masyarakat sehari-hari.

Hasil observasi juga menunjukkan bahwa proses pembuatan batu nisan mengandung berbagai aktivitas etnomatematika yang dilakukan secara alami oleh pengrajin. Aktivitas tersebut meliputi *measuring* (mengukur), *counting* (menghitung), *locating* (menentukan posisi), dan *designing* (merancang). Sementara itu, aktivitas *playing* dan *explaining* tidak teridentifikasi sebagai aktivitas utama yang muncul secara langsung selama observasi proses produksi. Meskipun demikian, unsur *explaining* dalam bentuk penyampaian pengetahuan dan penjelasan teknik kerja ditemukan pada saat wawancara, namun tidak menjadi bagian yang dominan dalam aktivitas produksi yang diamati.

**Tabel 2.** Aktivitas Etnomatematika pada Kerajinan Batu Nisan di Desa Allakuang

Aktivitas Pengrajin	Istilah Lokal	Pengetahuan Lokal	Aktivitas Matematis
Mengukur panjang, lebar, dan tinggi batu sebelum dipotong	<i>Mengukkuru</i>	Menentukan ukuran dasar nisan agar proporsional dan sesuai kebutuhan pelanggan	<i>Measuring</i> (Mengukur)
Menentukan titik tengah tulisan dan posisi ukiran	-	Menjaga keseimbangan dan kesimetrian bentuk nisan	<i>Locating</i> (Menentukan posisi)
Membuat pola dan desain awal pada batu	<i>Makkibua</i>	Membuat rancangan bentuk nisan sebelum dipotong dan diukir	<i>Designing</i> (Merancang)
Memperkirakan jumlah produksi dan waktu pengerjaan	<i>Mappanessa</i>	Menghitung jumlah batu dasar dan memperkirakan waktu kerja berdasarkan pengalaman	<i>Counting</i> (Menghitung)

Temuan ini menunjukkan bahwa pengrajin secara tidak langsung telah menerapkan konsep-konsep matematika dalam aktivitas budaya sehari-hari. Hasil penelitian ini sejalan dengan Busrah (2023) yang menunjukkan bahwa aktivitas budaya masyarakat Sulawesi Selatan mengandung unsur *measuring* dan *designing*. Namun penelitian ini memperluas temuan tersebut dengan menunjukkan adanya aktivitas *counting* yang berkaitan dengan pengambilan keputusan produksi.

Bentuk batu nisan di Desa Allakuang menunjukkan adanya unsur geometri yang dapat dimodelkan secara matematis. Pada penelitian ini, bentuk batu nisan laki laki dan perempuan dimodelkan menggunakan aplikasi *GeoGebra* untuk memvisualisasikan bentuk geometri serta

membentuk representasi benda putar. *GeoGebra* merupakan perangkat lunak matematika dinamis yang mengintegrasikan geometri, aljabar, dan kalkulus dalam satu platform interaktif. *GeoGebra* membantu meningkatkan pemahaman geometris melalui eksplorasi visual dan manipulasi objek secara langsung sehingga konsep yang abstrak lebih mudah dipahami (Egita & Indriani, 2024). Pemodelan dilakukan berdasarkan ukuran dan bentuk asli batu nisan hasil observasi lapangan.

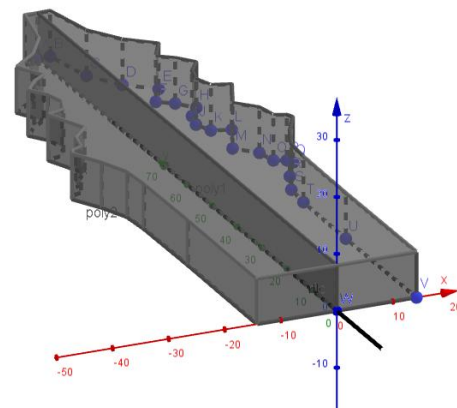
## 1. Analisis Geometri Batu Nisan

### a. Batu Nisan Perempuan

Hasil pemodelan menggunakan *GeoGebra* menunjukkan bahwa batu nisan perempuan dapat direpresentasikan sebagai prisma tegak dengan penampang poligon tidak beraturan. Bentuk nisan memiliki simetri bilateral sehingga proses pemodelan dilakukan dengan membuat setengah profil terlebih dahulu, kemudian direfleksikan terhadap sumbu-y untuk memperoleh bentuk utuh. Adapun bentuk batu nisan perempuan sebagai berikut.



**Gambar 1.** Bentuk Nisan Perempuan



**Gambar 2.** Simulasi *GeoGebra*

Melalui pemodelan digital, ditemukan bahwa proses pembuatan nisan ini menerapkan konsep geometri yang sangat presisi, meskipun awalnya dirancang secara intuitif oleh pengrajin. Adapun konsep geometri yang ditemukan sebagai berikut:

#### 1) Konsep Simetri Lipat (Refleksi)

Untuk memperoleh bentuk nisan yang simetris, terlebih dahulu ditentukan garis simetri menggunakan konsep titik tengah. Pada penelitian ini, lebar nisan sebesar 40 cm direpresentasikan pada sumbu-x dari -20 hingga 20 sehingga titik tengahnya adalah:

$$x = \frac{x_1 + x_2}{2}$$
$$x = \frac{-20 + 20}{2} = 0$$

Dengan demikian, garis  $x = 0$  atau sumbu- $y$  digunakan sebagai garis refleksi. Secara matematis, refleksi terhadap sumbu- $y$  menyebabkan perubahan koordinat seperti pada penelitian Hamidah (2024):

$$(x, y) \rightarrow (-x, y)$$

Melalui proses refleksi tersebut diperoleh bentuk nisan yang simetris antara sisi kiri dan kanan. Temuan ini menunjukkan bahwa bentuk nisan perempuan mengandung konsep transformasi geometri yang diterapkan secara intuitif oleh pengrajin.

## 2) Konsep Bangun Datar Tidak Beraturan (*Polygon*)

Profil nisan perempuan memiliki bentuk yang kompleks sehingga direpresentasikan menggunakan poligon tidak beraturan. Luas penampang dihitung berdasarkan koordinat titik hasil plotting pada *GeoGebra* menggunakan Shoelace Formula Gechlik (2024):

$$A = \frac{1}{2} | (x_1y_2 + x_2y_3 + \dots + x_ny_1) - (y_1x_2 + y_2x_3 + \dots + y_nx_1) |$$

Berdasarkan hasil perhitungan simulasi *GeoGebra* diperoleh luas setengah penampang hasil refleksi sebesar

$$A = 1552,98 \text{ cm}^2$$

## 3) Analisis Volume Dengan Model Lempengan

Karena batu nisan perempuan berbentuk pipih, volume tidak dihitung menggunakan konsep benda putar, melainkan menggunakan model prisma tegak. Volume diperoleh dari hasil perkalian luas penampang dengan ketebalan batu (Leon-Iliguisupa & Guachun-Lucero, 2024).

$$V = L \times t$$

Dengan Luas Setengan penampang:

$$L_{\text{setengah}} = 1552,98 \text{ cm}^2$$

dan ketebalan batu:

$$t = 8 \text{ cm}$$

maka diperoleh:

$$V_{\text{setengah}} = 1552,98 \times 8$$

$$V_{\text{setengah}} = 12423,84 \text{ cm}^3$$

Karena bentuk nisan simetris, volume totalnya adalah:

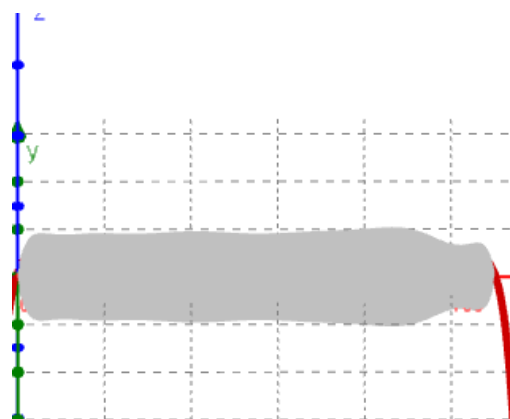
$$V_{\text{total}} = 2 \times 12423,84$$

$$V_{\text{total}} = 24847,68 \text{ cm}^3$$

Hasil ini menunjukkan bahwa bentuk batu nisan perempuan dapat dijelaskan melalui konsep simetri, refleksi, luas poligon, dan volume prisma tegak.

b. Batu Nisan Laki laki

Batu nisan laki-laki memiliki bentuk lonjong dan simetris sehingga dapat dimodelkan menggunakan fungsi polinomial melalui fitur FitPoly pada *GeoGebra*. Titik-titik koordinat hasil pengukuran lapangan digunakan untuk membentuk kurva yang merepresentasikan profil nisan. Adapun bentuk batu nisan laki laki sebagai berikut.



**Gambar 3.** Bentuk Nisan Laki laki      **Gambar 4.** Simulasi Luas Nisan

Melalui pemodelan digital tersebut ditemukan bahwa proses pembuatan batu nisan laki laki mengandung berbagai konsep matematika yang diterapkan secara intuitif oleh para pengrajin. Konsep-konsep tersebut meliputi fungsi polinomial, integral tentu serta volume benda putar. Adapun konsep matematika yang ditemukan sebagai berikut.

1) Konsep Fungsi Polinomial

Kurva profil nisan diperoleh melalui pendekatan fungsi polinomial yang secara umum dinyatakan sebagai (Buwono et al., 2022):

$$f(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + a_{n-2} x^{n-2} + \dots + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$$

Dengan  $a_n, a_{n-1}, \dots, a_0$  merupakan konstanta dan  $n$  menyatakan derajat polinomial. Pada penelitian ini digunakan polinomial derajat 12 karena menghasilkan kurva yang paling sesuai dengan bentuk asli batu nisan.

2) Konsep Integral Tentu

Setelah fungsi polinomial diperoleh, luas daerah di bawah kurva dihitung menggunakan integral tentu (Laisouw, 2024):

$$L = \int_a^b f(x) dx$$

Dengan batas:

$$a = 0, \quad b = 110$$

Hasil perhitungan *GeoGebra* menunjukkan bahwa luas penampang batu nisan laki-laki adalah:

$$L = 1106,54 \text{ cm}^2$$

### 3) Konsep Jumlah Riemann Atas dan Bawah

Untuk memvalidasi hasil integral, dilakukan pendekatan menggunakan jumlah Riemann. Secara umum:

$$\sum_{i=1}^n f(x_i)\Delta x$$

Dengan:  $f(x_i)$  merupakan tinggi persegi panjang dan  $\Delta x$  merupakan lebar interval partisi (Nalley et al., 2023).

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah Riemann bawah sebesar:

$$L_B = 922,67 \text{ cm}^2$$

sedangkan jumlah Riemann atas sebesar:

$$L_A = 1160,06 \text{ cm}^2$$

Nilai integral berada di antara kedua hasil tersebut sehingga menunjukkan konsistensi perhitungan luas.

### 4) Analisis Volume Menggunakan Konsep Benda Putar

Bentuk nisan laki-laki yang lonjong memungkinkan pemodelan menggunakan konsep benda putar. Meskipun bentuk fisik batu nisan hasil kerajinan tidak sepenuhnya simetris terhadap suatu sumbu akibat proses pengerjaan manual oleh pengrajin, profil penampangnya menunjukkan pola yang mendekati simetri sehingga dapat direpresentasikan menggunakan model benda putar. Oleh karena itu, perhitungan volume dalam penelitian ini digunakan sebagai pendekatan matematis untuk menggambarkan bentuk geometris batu nisan, bukan sebagai representasi volume faktual secara penuh. Volume kemudian dihitung menggunakan metode cakram (*disk method*), yaitu dengan menganggap bangun ruang tersusun atas banyak cakram tipis yang berjajar sepanjang sumbu  $-x$  (Sari et al., 2025).

$$V = \pi \int_a^b [f(x)]^2 dx$$

dengan:

$$a = 0, \quad b = 110$$

Hasil perhitungan menggunakan *GeoGebra* menghasilkan volume:

$$V = 35.413,92 \text{ cm}^3$$

Temuan ini menunjukkan bahwa bentuk batu nisan laki-laki dapat direpresentasikan menggunakan konsep fungsi polinomial, integral tentu, dan volume benda putar. Hasil ini sejalan dengan penelitian Busrah (2021) yang memodelkan objek budaya Bugis-Makassar menggunakan konsep benda putar.

## 2. Konsep Optimasi pada Produksi Batu Nisan

Selain mengandung konsep geometri, proses pembuatan batu nisan juga menunjukkan adanya penerapan prinsip optimasi dalam pengelolaan produksi. Berdasarkan hasil wawancara, pengrajin mempertimbangkan waktu kerja, bahan baku, dan jumlah pesanan dalam menentukan jumlah produksi. Menurut Pak II, “Pembelian batu dasar dilakukan setiap hari kerja dengan jumlah 10 biji perhari.” Beliau juga menjelaskan bahwa, “Semakin besar ukuran batu, maka semakin lama juga proses pengerjaannya.” Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pengrajin telah mempertimbangkan efisiensi penggunaan sumber daya dalam proses produksi. Untuk memvalidasi praktik efisiensi yang dilakukan pengrajin secara matematis, dilakukan analisis optimasi menggunakan metode Linear Programming. Adapun tahapan pemodelan optimasi dilakukan sebagai berikut.

### a. Pengolahan Data Optimasi

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan ketiga informan, diperoleh informasi mengenai rata-rata keuntungan per unit, waktu pengerjaan, penggunaan bahan baku, serta jumlah pesanan yang diterima dalam satu periode produksi. Data tersebut kemudian direduksi, dibandingkan antar informan, dan dirata-ratakan untuk membentuk parameter optimasi yang digunakan dalam model linear programming sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Parameter Optimasi Produksi Batu Nisan

Komponen	Nisan Perempuan	Nisan Laki laki	Keterangan
	$x_1$	$x_2$	
Keuntungan per biji	650	750	Dalam ribuan rupiah
Waktu pengerjaan	3 Jam	5 Jam	Berdasarkan tingkat kesulitan produksi
Penggunaan bahan baku	1 batu dasar	1 batu dasar	Setiap nisan menggunakan 1 batu dasar
Jumlah pesanan maksimum	160	95	Data pesanan per bulan

Selanjutnya, ketersediaan sumber daya produksi diperoleh berdasarkan hasil observasi lapangan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Ketersediaan Sumber Daya Produksi

Jenis Sumber Daya	Jumlah
Jumlah tenaga kerja	6 Orang
Jam kerja per hari	6 Jam
Hari kerja per bulan	24 Hari
Total jam kerja	864 Jam
Bahan baku tersedia	240 batu dasar

b. Pembentukan Model Linear Programming

Berdasarkan data tersebut, ditentukan variabel keputusan sebagai berikut:

$x_1$  = jumlah produksi batu nisan perempuan

$x_2$  = jumlah produksi batu nisan laki laki

Fungsi tujuan penelitian ini adalah memaksimalkan keuntungan produksi batu nisan, sehingga diperoleh:

$$\text{Maks } Z = 650x_1 + 750x_2$$

Dengan kendala:

Kendala waktu kerja:

$$3x_1 + 5x_2 \leq 864$$

Kendala bahan baku:

$$x_1 + x_2 \leq 240$$

Kendala jumlah pesanan:

$$x_1 \leq 160$$

$$x_2 \leq 95$$

Kendala non-negatif:

$$sx_1, x_2 \geq 0$$

c. Penyelesaian Menggunakan *POM-QM*

Model optimasi yang telah dibentuk kemudian diselesaikan menggunakan perangkat lunak *POM-QM for Windows* melalui metode Linear Programming. Proses penyelesaian diawali dengan memasukkan fungsi tujuan dan seluruh kendala ke dalam aplikasi, kemudian dilakukan proses solve untuk memperoleh solusi optimum.

**Tabel 5.** Data Input Model Program Linear Pada *POM-QM*

Komponen	Batu Nisan Perempuan ( $x_1$ )	Batu Nisan Laki-laki ( $x_2$ )	RHS
<i>Maximize</i>	650	750	–
Waktu kerja	3	5	864
Bahan baku	1	1	240
Pesanan perempuan	1	0	160
Pesanan laki-laki	0	1	95

Hasil penyelesaian menunjukkan bahwa kombinasi produksi optimal terdiri atas 160 Unit batu nisan perempuan dan 76,8 Unit batu nisan laki-laki. Karena jumlah

produk dalam praktik produksi harus berupa bilangan bulat, maka nilai 76,8 dibulatkan menjadi 77 Unit batu nisan laki-laki. Kondisi ini menunjukkan bahwa model yang digunakan masih berupa linear programming kontinu. Untuk memperoleh solusi yang sepenuhnya berbentuk bilangan bulat, model dapat dikembangkan lebih lanjut menggunakan pendekatan *integer programming* (Wolsey, 2020). Nilai fungsi tujuan yang diperoleh adalah:

$$Z = 161.600$$

Karena keuntungan dinyatakan dalam satuan ribuan rupiah, maka nilai tersebut setara dengan keuntungan maksimum sebesar:

$$Rp161.600.000 \text{ per bulan.}$$

**Tabel 6.** Hasil Optimasi Produksi Batu Nisan Menggunakan *POM-QM For Windows*

	Perempuan	Laki-laki	RHS	Dual
<i>Maximize</i>	650	750		
Waktu kerja	3	5	864	150
Bahan baku	1	1	240	0
Pesanan perempuan	1	0	160	200
Pesanan laki-laki	0	1	95	0
<i>Solution</i>	160	76,8	161.600	

Untuk memperjelas hasil optimasi, nilai variabel keputusan disajikan pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Nilai Variabel Hasil Optimasi

Variabel	Nilai Optimal
Nisan Perempuan ( $x_1$ )	160
Nisan Laki laki ( $x_2$ )	76,8
Keuntungan Maksimum ( $Z$ )	$Rp161.600.000$

Hasil optimasi menunjukkan bahwa kombinasi produksi tersebut mampu memberikan keuntungan maksimum dengan tetap memenuhi seluruh kendala produksi yang tersedia. Analisis hasil *POM-QM* juga menunjukkan bahwa waktu kerja dan jumlah pesanan nisan perempuan menjadi faktor yang paling memengaruhi pencapaian keuntungan maksimum. Ini menunjukkan bahwa praktik produksi yang dilakukan pengrajin telah mencerminkan prinsip efisiensi dalam pengelolaan sumber daya, meskipun diperoleh melalui pengalaman kerja dan pengetahuan lokal yang diwariskan secara turun-temurun. Temuan ini sejalan dengan penelitian Janwarrizkika (2024) yang menunjukkan bahwa metode linear programming dapat digunakan untuk menentukan kombinasi produksi yang optimal melalui pemanfaatan sumber daya secara efisien.

Berdasarkan seluruh hasil analisis, praktik pembuatan batu nisan di Desa Allakuang menunjukkan bahwa aktivitas budaya masyarakat tidak terlepas dari penerapan konsep-konsep matematika. Aktivitas pengukuran, perancangan bentuk, penentuan posisi, hingga pengelolaan produksi memperlihatkan adanya penerapan konsep geometri dan optimasi yang berkembang melalui pengalaman serta diwariskan secara turun-temurun. Pemodelan menggunakan *GeoGebra* dan analisis optimasi dengan *POM-QM* semakin memperkuat bahwa pengetahuan lokal yang dimiliki pengrajin dapat dijelaskan secara matematis dan ilmiah. Temuan ini menunjukkan bahwa kerajinan batu nisan tidak hanya memiliki nilai budaya dan estetika, tetapi juga mengandung potensi sebagai sumber pembelajaran matematika yang kontekstual dalam kajian etnomatematika.

#### **D. Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian, aktivitas etnomatematika yang ditemukan pada kerajinan batu nisan di Desa Allakuang meliputi kegiatan *measuring*, *counting*, *locating*, dan *designing* yang diterapkan secara turun-temurun dalam proses produksi. Pemodelan matematis menunjukkan bahwa batu nisan perempuan dapat direpresentasikan sebagai prisma tegak dengan penampang poligon tidak beraturan yang memuat konsep simetri dan refleksi, sedangkan batu nisan laki-laki dapat dimodelkan menggunakan fungsi polinomial dan dianalisis melalui integral tentu serta volume benda putar. Hasil optimasi menunjukkan bahwa pencapaian keuntungan maksimum terutama dipengaruhi oleh kendala waktu kerja dan jumlah pesanan batu nisan perempuan, sedangkan kendala bahan baku dan jumlah pesanan batu nisan laki-laki tidak menjadi faktor pembatas utama dalam model. Temuan ini menunjukkan bahwa kerajinan batu nisan Allakuang tidak hanya mengandung nilai budaya, tetapi juga memuat konsep geometri dan optimasi yang berpotensi dikembangkan sebagai sumber pembelajaran matematika kontekstual berbasis budaya lokal.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya melibatkan tiga informan yang mewakili tahapan utama produksi batu nisan di Desa Allakuang. Selain itu, model optimasi yang digunakan masih berupa *linear programming* kontinu sehingga menghasilkan solusi desimal yang memerlukan pembulatan dalam penerapannya. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat melibatkan lebih banyak informan, mengkaji objek budaya yang lebih beragam, serta mengembangkan model *integer programming* untuk memperoleh solusi produksi yang lebih sesuai dengan kondisi nyata.

## Daftar Pustaka

- Bishop, A. J. (1991). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education*. Kluwer Academic Publishers. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-2657-8>
- Busrah, Z., & Buhaerah. (2021). *Geometri analitik bidang (Integrasi teori, komputasi GeoGebra dan budaya lokal)*. IAIN Parepare Nusantara Press.
- Busrah, Z., Buhaerah, & Aras, A. (2023). Eksplorasi Inteligensi Kultural Berbasis Etnomatematika pada Ragam Perlengkapan Tradisi Pernikahan Etnis Konjo Sulawesi Selatan. *Jurnal Tadris Matematika (JTMT)*, 4(1), 76–93. <https://doi.org/10.47435/jtmt.v4i1.1761>
- Busrah, Z., & Pathuddin, H. (2021). Ethnomathematics : Modelling the volume of solid of revolution at Buginese and Makassarrese traditional foods. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*, 6(4), 331–351. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v6i4.15050>
- Buwono, H. K., Setiawan, A., & Damarwulan, O. (2022). Pemodelan polinomial kecepatan kendaraan ringan pada bundaran. *AGREGAT*, 7(1), 642–647.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.
- d’Ambrósio, U. (2006). *Ethnomathematics: Link between traditions and modernity*. Brill.
- Egita, D., & Indriani, R. (2024). Penerapan aplikasi GeoGebra dalam pembelajaran geometri untuk meningkatkan pemahaman konsep pada siswa SMA. *Journal of Human And Education*, 4(5), 485–489.
- Gechlik, J., & Sedraykan, H. (2024). Gauss’s area formula for irregular shapes. *Ohio Journal of School Mathematics*, 97, 12–29.
- Hamidah, I., Zulkardi, Z., Putri, R. I. I., Susanti, E., & Nusantara, D. S. (2024). Hypothetical learning trajectory design in reflection learning using the context of the Cirebon Red Mosque. *Jurnal Pendidikan Matematika (JUPITEK)*, 7(1), 1–10.
- Janwarrizkika, F., Paskaria, E., & Tarigan, L. (2024). Optimasi produksi pada UKM Rumah Dapoerabi. *Surya Teknika*, 11(1), 59–64.
- Laisouw, R. (2024). Keintegralan dalam konsep jumlah bawah dan jumlah atas dengan uji. *Jurnal Sains, Sosial Dan Humaniora (JSSH)*, 4(1), 16–22.
- Leon-Illiguisupa, E., & Guachun-Lucero, P. (2024). Software GeoGebra como herramienta tecnológica en 3D para la enseñanza de Prismas y Pirámides: Una práctica didáctica. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(1), 112–136. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n1/372>
- Nalley, N. G., Grace, A., & Katoda, P. (2023). GeoGebra untuk pengantar pembelajaran integral tentu. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 3(4), 607–619.
- Nisa, A. Z., & Rofiki, I. (2022). Exploration of the ethnomathematics of the Bung Karno Tomb Complex in cultural based mathematics learning. *Journal of Medives : Journal of Mathematics Education IKIP Veteran Semarang*, 6(1), 107–120.
- Nurachmad, E., Tsakila, D. Q., & Cahyadi, S. (2025). Optimasi produksi berbasis web dengan metode linear programming. *Jurnal Aplikasi Bisnis Kesatuan*, 4(3), 549–562. <https://doi.org/10.37641/jabkes.v4i3.1986>
- Rosa Milton, O. D. C. (2020). Discussing culturally relevant education and its connection to cultural aspects of mathematics. *Revemat*, 15, 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.5007/1981-1322.2020.e67502>
- Sani, A., Hafid, M. F., Alam, S., Sartika, S., Aisah, S. N., & Syakilah, S. N. (2024). Edukasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja serta Penggunaan Alat Pelindung Diri pada Pengrajin Batu di Desa Allakuang. *Abdimas Galuh*, 6(2), 2092. <https://doi.org/10.25157/ag.v6i2.15915>
- Saragih, O. S., Simbolon, L. D., & Sirait, D. E. (2022). Optimasi Biaya Distribusi Beras Di Perum Bulog Kantor Cabang Pematangsiantar Menggunakan Metode Transportasi. *Jurnal Pembelajaran Dan Matematika Sigma (JPMS)*, 8(1), 81–91.
- Sari, L. D. K., Munawwir, Z., & Idayani, D. (2025). Eksplorasi kalkulus integral dalam mengukur volume benda hasil rotasi kurva sederhana berbantu GeoGebra. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 15(4), 1543–1550.
- Spradley, J. P. (2016). *Participant observation*. Waveland Press.

- Wardani, I. U., Suarni, N. K., & Margunayasa, I. G. (2023). Systematic literature review etnomatematika: Pendidikan matematika pada kearifan lokal Sasak. *EDUKASIA: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(2), 2845–2858. <https://doi.org/10.62775/edukasia.v4i2.688>
- Wolsey, L. A. (2020). *Integer programming*. John Wiley & Sons.