

Eksplorasi Konsep Matematika dan Kestabilan Bade Meru Tumpang 11 Dalam Upacara Ngaben: Studi Etnomatematika di Bali

Susilo Adi Prayoga¹, Hidayatul Fajriyah², Destiyana³, Heni Lilia Dewi⁴, Ni Made Tarisa Dian Aritisna⁵

^{1,2,3,4}UIN KH Abdurrahman Wahid Pekalongan, ⁵Universitas Pendidikan Ganesha Bali
e-mail: susilo.adi.prayoga@mhs.uingusdur.ac.id¹, hidayatul.fajriyah@mhs.uingusdur.ac.id²,
destiyana@mhs.uingusdur.ac.id³, heni.lilia.dewi@uingusdur.ac.id⁴

Abstract

This research examines the relationship between mathematics and culture in making Bade Meru Tumpang 11 which is used in the Ngaben ceremony in Bali, through an ethnomathematics approach. Bade Meru Tumpang 11 is a complex ritual structure that symbolizes the spiritual levels in Balinese Hindu society and requires careful mathematical calculations to ensure its stability and balance. This research uses a qualitative descriptive method with an ethnographic approach, involving observation, documentation and literature study. The research results show that Bade Meru Tumpang 11 utilizes mathematical concepts such as geometry, ratio, symmetry and number patterns, as well as ethnomathematics principles to achieve structural and functional balance. The structure of Bade Meru Tumpang 11, which consists of several levels and functions as a body container, reflects the application of mathematical principles in its design and construction. These results reveal that mathematical concepts are not only applied in academic contexts but are also integrated in cultural practices that have spiritual and social values. This research enriches understanding of how mathematics and culture are interrelated, as well as the importance of preserving local wisdom through traditional practices

Keywords: Ethnomathematics, Bade Meru Tumpang 11, Structural Stability

Abstrak

Penelitian ini mengkaji hubungan antara matematika dan budaya dalam pembuatan Bade Meru Tumpang 11 yang digunakan dalam upacara Ngaben di Bali, melalui pendekatan etnomatematika. Bade Meru Tumpang 11 adalah struktur ritual kompleks yang melambangkan tingkatan spiritual dalam masyarakat Hindu Bali dan memerlukan perhitungan matematis yang cermat untuk memastikan kestabilan dan keseimbangannya. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan etnografi, melibatkan observasi, dokumentasi, dan studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bade Meru Tumpang 11 memanfaatkan konsep matematika seperti geometri, rasio, simetri, dan pola bilangan, serta prinsip etnomatematika untuk mencapai keseimbangan struktural dan fungsionalnya. Struktur Bade Meru Tumpang 11, yang terdiri dari beberapa tingkat dan berfungsi sebagai wadah jenazah, mencerminkan penerapan prinsip-prinsip matematika dalam desain dan pembuatannya. Hasil ini mengungkapkan bahwa konsep matematika tidak hanya diterapkan dalam konteks akademis tetapi juga terintegrasi dalam praktik budaya yang memiliki nilai-nilai spiritual dan sosial. Penelitian ini memperkaya pemahaman tentang bagaimana matematika dan budaya saling terkait, serta pentingnya melestarikan kearifan lokal melalui praktik tradisional

Kata kunci: Etnomatematika, Bade Meru Tumpang 11, Stabilitas Struktural

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal dengan sebutan Nusantara. Maksudnya, Indonesia adalah sebuah negara kepulauan dengan jumlah pulau yang sangat banyak. Karena itu, Indonesia memiliki keanekaragaman seni yang merupakan budaya yang terbesar dibandingkan dengan budaya manapun. Karena Indonesia memiliki banyak provinsi yang di dalamnya terdapat suku-suku dan budaya yang beragam, salah satunya adalah provinsi Bali (Aprianti et al., 2023). Pulau Bali merupakan suatu paduan antara Agama dan kebudayaan yang berorientasi pada pembangunan dan kesenian. Hal ini tidak lepas dari kuatnya tradisi yang masih dipertahankan dalam kehidupan sehari-hari. Secara fisik, bangunan rumah Bali memiliki karakter yang sangat kuat, mulai dari bentuk, material, ornament hingga tata masa. Selain itu, rumah Bali juga memiliki beberapa konsep arsitektur berbasis kepercayaan lokal yang harus diikuti. Masyarakat tradisional Bali mengenal konsep yang dinamakan Tri Hita Karana yang artinya tiga keharmonisan. Konsep ini mengungkapkan pentingnya menjaga keharmonisan hubungan antara manusia dengan Tuhan, manusia dengan sesama manusia dan manusia dengan lingkungan (Darmayasa, 2016).

Salah satu manifestasi budaya Bali yang tetap terjaga hingga kini adalah upacara Ngaben, ritual kematian yang melibatkan penggunaan Bade sebagai wadah jenazah. Bade, dengan berbagai tingkatannya mencerminkan stratifikasi sosial dan tingkat upacara dalam masyarakat Hindu Bali. Dalam pembuatan dan penggunaan Bade, terdapat aspek-aspek matematika yang sering kali tidak disadari oleh masyarakat umum. Hal ini sejalan dengan konsep etnomatematika, yang menggali keterkaitan antara matematika dan budaya.

Etnomatematika adalah kajian yang mengaitkan hubungan antara matematika dan budaya. Konsep ini melihat bagaimana matematika dipengaruhi oleh nilai dan keyakinan yang berlaku pada suatu kelompok budaya, serta bagaimana matematika itu sendiri dihasilkan, ditransfer, dan disebarkan dalam berbagai sistem budaya. Etnomatematika merupakan prosedur operasional yang digunakan dalam penyelesaian masalah mengenai bilangan yang diterapkan pada kebudayaan dalam skala individu, masyarakat, nasional maupun internasional. Etnomatematika menunjukkan bahwa matematika bukan hanya subjek yang diajarkan di sekolah, tetapi juga terintegrasi dalam berbagai aspek kehidupan dan budaya (Nabila Pramesti et al., 2024).

Bade Meru Tumpang 11 merupakan salah satu bentuk Bade yang paling kompleks dan dianggap paling sakral dalam upacara Ngaben. Struktur ini terdiri dari 11 tingkatan yang melambangkan lapisan-lapisan alam semesta menurut kepercayaan Hindu Bali. Setiap

tingkatan memiliki makna filosofis dan spiritual tersendiri, serta mencerminkan status sosial mendiang. Dalam pembuatan Bade Meru Tumpang 11, terdapat perhitungan dan pengukuran yang rumit untuk memastikan kestabilan strukturnya. Proporsi dan skala setiap tingkatan harus diperhitungkan dengan cermat untuk menciptakan keseimbangan visual dan struktural. Proses ini melibatkan penerapan konsep-konsep geometri, rasio, dan simetri yang kompleks.

Eksplorasi etnomatematika pada kestabilan Bade Meru Tumpang 11 tidak hanya memberikan wawasan tentang kearifan lokal dalam penerapan matematika praktis, tetapi juga menunjukkan bagaimana matematika terintegrasi dalam praktek budaya dan spiritual. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap konsep-konsep matematika yang terkandung dalam pembuatan dan penggunaan Bade Meru Tumpang 11, serta bagaimana konsep-konsep tersebut berkontribusi terhadap kestabilan strukturnya. Dengan memahami aspek etnomatematika dalam Bade Meru Tumpang 11, kita dapat menjembatani kesenjangan antara matematika akademis dan penerapannya dalam konteks budaya. Hal ini tidak hanya memperkaya pemahaman kita tentang matematika, tetapi juga membantu melestarikan dan menghargai kearifan lokal yang terkandung dalam tradisi budaya Bali.

METODE

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan etnografi. Menurut Sugiyono (2021) Penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat postpositivisme, metode penelitian kualitatif sering disebut metode penelitian naturalistik karena penelitiannya dilakukan secara alamiah (natural setting). Filsafat positivisme sering juga disebut sebagai paradigma interpretif dan konstruktif, yang memandang realitas sosial dengan suatu yang holistik/utuh, kompleks, dinamis, penuh makna, dan hubungan gejala bersifat interaktif (reciprocal). Menurut Setyowati (2006) Pendekatan etnografi adalah suatu metode penelitian kualitatif yang berfokus pada pengamatan dan interpretasi pola nilai, perilaku, keyakinan, dan bahasa dari suatu kelompok budaya. Etnografi melibatkan pengamatan langsung, observasi partisipan, wawancara, dan analisis budaya untuk memahami jalan hidup dan pandangan hidup orang lain. Metode ini sangat cocok untuk meneliti masalah budaya dan sosial, serta dapat digunakan dalam berbagai bidang seperti antropologi, sosiologi, dan ilmu sosial lainnya. Studi dilakukan pada upaya memahami suatu rumpun budaya masyarakat tertentu.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan melakukan observasi, dokumentasi dan studi literature. Observasi digunakan untuk memperoleh informasi terkait sejarah dan mengamati objek-objek matematika yang terdapat pada upacara ngaben di Bali. Dokumentasi digunakan untuk mengidentifikasi dan mengeksplere unsur-unsur etnomatematika pada bade meru tumpang 11, dan studi literature digunakan untuk mengetahui lebih dalam nilai-nilai budaya yang terdapat pada upacara ngaben dengan menggunakan bade meru tumpang 11. Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah mengelompokkan data hasil penelitian pada saat observasi, dokumentasi dan studi literature sesuai dengan kajian masalah dan tujuan penelitian yaitu untuk mengeksplere unsur-unsur matematika (etnomatematika) dari bade meru tumpang 11.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini menunjukkan masyarakat Hindu di Bali khususnya telah menerapkan konsep-konsep matematika dalam uacara adat ngaben atau upacara kematian. Hal ini tercermin dari adanya Bade (tempat mengusung jenazah) yang di buat oleh masyarakat hindu di Bali sesuai dengan aturan-aturan yang telah di tetapkan dalam agama Hindu. Dalam konteks eksplorasi konsep matematika pada kestabilan bade meru tumpang *solas* (11) dalam upacara ngaben menunjukkan bahwa nilai budaya yang terkandung dalam Bede telah menekankan konsep konsep matematika dalam penerepan pembuatannya. Unsur-unsur pembuatan bade itu sendiri juga berdasarkan pada perpaduan konsep matematika seperti rasio dan skala dan budaya masyarakat Hindu dibali yaitu *kosala-kosali* sebagai acuan pembuatan Bade sehingga proporsi antar tumpang meru membetikan kestabilan yang cukup. Proses pembuatan bade melibatkan perhitungan cermat terkait panjang, lebar, dan tinggi bahan, serta distribusi berat yang harus diatur sedemikian rupa agar bade tetap stabil dan mudah diusung dalam prosesi. Ini menunjukkan bahwa konsep-konsep matematika seperti geometri, simetri, dan proporsi telah lama menjadi bagian integral dari praktik tradisional Bali, sekaligus memperlihatkan bagaimana nilai-nilai budaya dan spiritual juga mempengaruhi penerapan matematika dalam konteks etnografi. Dengan demikian, pembuatan bade di Bali tidak hanya berfungsi sebagai karya seni arsitektural tetapi juga sebagai contoh nyata dari penerapan etnomatematika.

Pembahasan

1. *Filosofi Bade Meru Tumpang 11 dalam Upacara Ngaben bali*

Upacara ngaben merupakan suatu upacara yang harus dilakukan setelah seseorang yang sudah meninggal dalam agama Hindu di Bali. Ngaben sebagai tradisi pembakaran jenazah bagi masyarakat Hindu di Bali yang juga di sebut sebagai pelebon Iskandar et al., (2022), Ngaben termasuk salah satu upacara dalam panca yadnya khususnya upacara pitra yadnya yang merupakan salah satu korban suci yang tulus ikhlas yang ditujukan kepa leluhur. Dalam pelaksanaan ngaben ini memerlukan beberapa sarana prasarana yang dimana salah satunya yaitu Bade sebagai tempat untuk mengusung jenazah. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2017 Tentang Pemajuan Kebudayaan menjelaskan bahwa upaya peningkatan ketahanan budaya dan kontribusi budaya Indonesia didapatkan melalui perlindungan, pengembangan, pemanfaatan dan juga pembinaan kebudayaan.

Asal-usul pembuatan bade dalam masyarakat Hindu Bali memiliki sejarah panjang yang terkait erat dengan tradisi dan pemerintahan masa lalu. Seorang undagi dari Desa Adat Padangtegal, Kabupaten Gianyar, Bali, menuturkan bahwa tradisi pembuatan bade dimulai pada masa pemerintahan Raja Dalem Watuenggong di Bali. Pada masa itu, penggunaan bade tumpang sembilan dan sebelas diperuntukkan bagi keluarga Dalem, sementara bade tumpang tujuh digunakan oleh keluarga Pasek. Untuk bade tumpang tiga dan lima, belum ada sumber yang pasti menjelaskannya, sementara masyarakat umum biasanya menggunakan wadah sederhana untuk upacara pengabenan. Sejarah ini menunjukkan bahwa pada masa awal, pembuatan bade hanya dilakukan dalam konteks khusus, terutama saat upacara **Pitra Yadnya** (pengabenan) yang dilakukan oleh keluarga puri dan tokoh-tokoh masyarakat penting seperti sulinggih (orang-orang yang telah disucikan). Tradisi pembuatan bade ini juga telah dimuat dalam berbagai lontar (manuskrip kuno) yang memberikan panduan bagi para pembuat bade agar tidak menyalahi aturan yang ada.

Bade sebagaimana diartikan oleh Putra & Santosa (2020), adalah tempat besar dan tinggi yang digunakan untuk mengusung jenazah yang akan dibakar. Bade dengan struktur yang di rancang untuk tujuan tersebut memiliki bentuk yang mencerminkan arsitektur tradisional Bali. Yang biasayanya berbentuk beraturan dan pepalihan, dengan bangunan bertumpang diatasnya yaitu meru. Menurut pengrajin bade dari Desa Kapal Badung, A.A. Sudarma, konsep pembuatan bade di Bali mengikuti konsep kosala-kosali. Setiap bahan kayu atau bambu yang digunakan oleh tukang bade, ada ukuran-ukurannya. Panjang pendek potongan kayu diatur sedemikian rupa. Sebab ukuran kayu yang digunakan berfungsi untuk mempercantik dan anggunnya bentuk bade. Sama halnya dengan orang membuat bangunan

Bali. Apakah bangunan rumah, bale-bale, atau membuat bangunan rong tiga, padmasana yang bertempat di sanggah atau merajan pasti menggunakan konsep kosala-kosali. Begitu pula halnya dulu membuat bade menurutnya, bentuk dan ukuran bade yang diperlukan pun berbeda-beda dan bermacam-macam, tergantung kepada pemesan, akan tetapi tetap mengacu kepada konsep orang yang meninggal dan filosofi bade tersebut. Lalu apa fungsi bade itu? Menurutnya bade nama lainnya wadah. Wadah berarti tempat sesuatu. Bade/wadah berfungsi untuk mengusung jenazah ke kuburan terkait dengan upacara ngaben. Sedangkan bentuk dan ukuran bade tersebut, lanjutnya disesuaikan dengan pesanan. Bade, atau wadah, berfungsi sebagai tempat untuk mengusung jenazah ke kuburan dalam upacara Ngaben. Meskipun bentuk dan ukuran bade bisa bervariasi tergantung pesanan, semua tetap mengacu pada konsep yang mempertimbangkan orang yang meninggal serta filosofi di balik bade tersebut. Ukuran dan bentuk bade ini tidak hanya mencerminkan estetika tetapi juga nilai-nilai spiritual dan simbolis dalam budaya Bali. Bade tumpang sebelas yang akan digunakan pada Pelebohan Pratiwa Nyawa Ngasti Wedana Ida Tjokorda Pemecutan XI, merupakan salah satu contoh paling prestisius dari penerapan konsep ini. Dirancang khusus untuk upacara Ngaben pada 21 Januari 2022, bade ini tidak hanya mencerminkan keindahan dan kerumitan desain tradisional Bali, tetapi juga simbolisme yang mendalam terkait status sosial dan spiritual almarhum.

Dalam konteks ini, bade tumpang sebelas memiliki makna yang sangat signifikan. Tumpang atau tingkatan dalam bade melambangkan derajat spiritual, dengan jumlah sebelas tumpang menunjukkan kedudukan tinggi dan penghormatan besar yang diberikan kepada Raja Denpasar tersebut Murtini & Puronomo (2022), setiap elemen dari bade, mulai dari dasar hingga puncak, dirancang dengan cermat untuk memastikan keseimbangan struktural sekaligus menghormati nilai-nilai spiritual yang dianut .

Melalui proses pembuatan yang dipandu oleh konsep kosala-kosali dan filosofi Tri Angga, bade ini menjadi lebih dari sekadar wadah fisik; ia menjadi simbol perjalanan spiritual, menghubungkan dunia fisik dengan alam baka dalam tradisi Ngaben yang sakral. Bade tumpang sebelas ini menjadi manifestasi nyata dari bagaimana estetika, matematika, dan spiritualitas bersatu dalam budaya Bali, menciptakan sebuah karya yang tidak hanya indah dipandang tetapi juga kaya akan makna dan nilai-nilai budaya yang mendalam.

2. Struktur bade meru tumpang 11



Gambar.1

- a. **Bagian Dasar (Kaki)**, bagian ini merupakan pondasi dari bade dan terdiri dari beberapa elemen penting yang masing-masing memiliki makna dan fungsi tersendiri antara lain:
- 1) **Pepalihan Bacem**, Ini adalah pembagian tempat untuk ragam hias yang terdiri dari tujuh bagian. Setiap bagian terdiri dari dua pepalihan wayah yang masing-masing memiliki tiga bagian. Ada satu ruang yang lebar dan memanjang di tengah sebagai pembatas, yang disebut pelok. Desain ini melambangkan keutuhan dan keseimbangan (Jayanti, 2023).
 - 2) **Pepalihan Bedawang**, berbentuk empat panjang dengan bagian pinggirnya berbentuk segitiga, sehingga menyerupai badan kura-kura. Dalam mitologi Bali, kura-kura atau Bedawang Nala sering dikaitkan dengan fondasi dunia, dan struktur ini melambangkan kestabilan dan dukungan terhadap keseluruhan bangunan bade.
 - 3) **Pepalihan Gunung Tajak dan Gunung Gelut**, Bagian ini melambangkan puncak gunung yang terkait dengan konsep gunung sebagai pusat spiritual. Gunung Tajak dan Gunung Gelut memberikan simbolisme kekuatan dan ketahanan pada dasar bade.

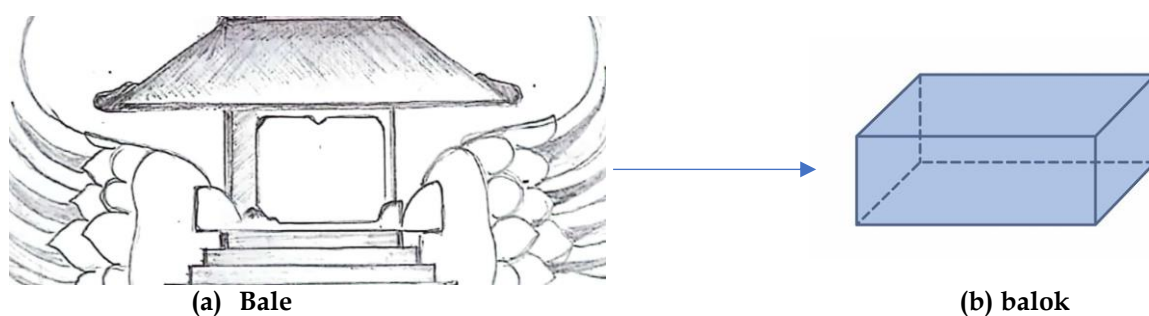
- b. **Bagian Bale (Badan)**, Ini adalah bagian tengah dari bade, di mana jenazah ditempatkan saat upacara. Bagian ini sering dihiasi dengan motif-motif yang rumit dan memiliki desain yang menunjukkan status sosial serta spiritual orang yang meninggal. Bale ini melambangkan badan manusia, tempat roh bersemayam selama hidup.
- c. **Bagian Atap (Kepala)**, Bagian ini adalah puncak dari bade, yang biasanya berbentuk meru bertingkat-tingkat, sesuai dengan tumpang yang diminta (dalam hal ini, 11 tumpang). Meru melambangkan gunung suci dan tingkatan spiritual yang tinggi. Semakin tinggi tumpang, semakin tinggi pula status spiritual yang dilambangkan.

3. Konsep Etnomatematika Pada Struktur Bade Meru Tumpang 11

Etnomatematika merupakan studi tentang penerapan dan pengkaitan konsep matematika dalam berbagai budaya. Dalam konteks budaya Bali, etnomatematika dapat dilihat dalam berbagai aspek, termasuk arsitektur tradisional dan praktik keagamaan seperti upacara Ngaben. Salah satu contoh yang populer adalah Bade Meru Tumpang 11. Berdasarkan hasil observasi dan dokumentasi, bangunan bade meru tumpang 11 memiliki beberapa bentuk bangun geometri serta terdapat konsep matematika yaitu pola bilangan.

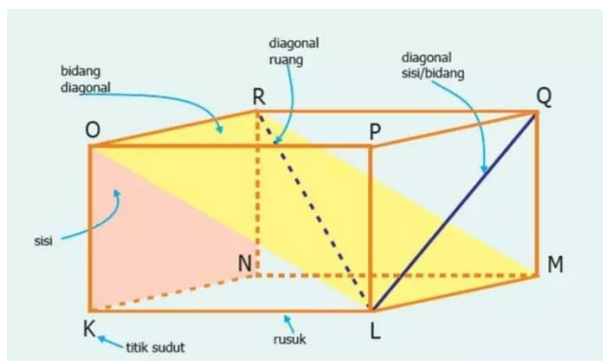
Dalam pembahasan ini disajikan bentuk bangun geometri dan konsep matematika yang menjelaskan bentuk-bentuk tersebut.

Konsep Balok



Gambar.2 Pemodelan geometri pada bagian bale bade meru tumpang 11

Bentuk Bale pada Gambar 2a dapat dimodelkan secara geometri seperti pada Gambar 2b. Dari gambar tersebut, dapat diketahui bahwa pemodelan tersebut berbentuk bangun ruang yang memiliki enam bidang sisi yang kongruen berbentuk bujur sangkar. Berdasarkan hal tersebut, peneliti selanjutnya menganalisis konsep bangun ruang pada bagian bale gambar 3

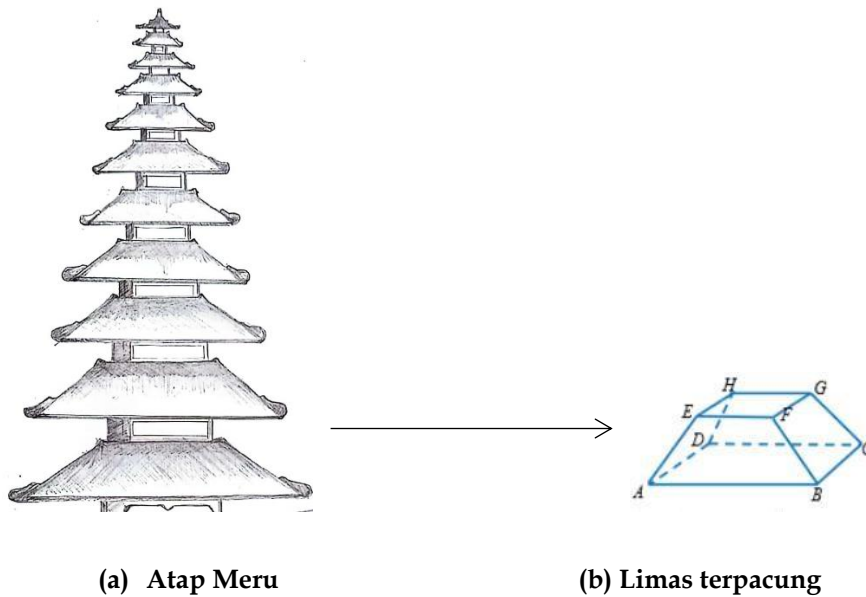


Gambar.3

Berdasarkan analisis pada Gambar 3, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat konsep kubus pada padmasana. Adapun sifat-sifat kubus yang dapat ditemukan pada pemodelan padmasana sesuai pada Gambar 8 yaitu sebagai berikut:

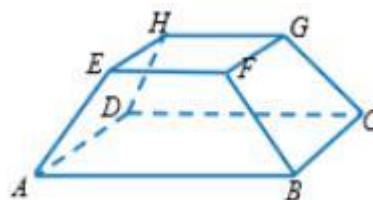
- 1) Titik sudut: terdapat 8 titik sudut: $\angle K, \angle L, \angle M, \angle N, \angle O, \angle P, \angle Q, \angle R$
- 2) Rusuk: terdapat 12 rusuk:
 - Rusuk Alas: KL, LM, MN, NK
 - Rusuk Tegak: KO, LP, MQ, NR
 - Rusuk Atas: OP, PQ, QR, RO
- 3) Bidang/sisi: terdapat 6 sisi pada balok:
 - Alas: KLMN
 - Atas: OPQR
 - Sisi Vertikal: KLOP, LMQR, MNRO, NKPO
- 4) Diagonal sisi: terdapat 12 diagonal sisi yang berukuran sama panjang: KM, LN, OQ, PR, KO, LP, MQ, NR, KR, LQ, MP, NO
- 5) Diagonal ruang: terdapat 4 diagonal ruang yang berukuran sama panjang: KR, LQ, MP, NO
- 6) Bidang diagonal: terdapat 6 bidang diagonal ruang yang berukuran sama panjang: KLMP, LMNQ, MNOR, NOPK, OPQR, PQRL

Konsep Limas Terpacung



Gambar.4 Pemodelan geometri pada atap bangunan meru tumpang 11

Atap meru pada Gambar 1(a) dapat dimodelkan secara geometris seperti pada Gambar 1(b). terlihat dari gambar bahwa pemodelan tersebut berbentuk bangun ruang yang mempunyai empat bidang sisi datar berbentuk trapesium, sebuah bidang alas berbentuk persegi dan satu buah bidang yang sejajar dengan bidang alasnya. Berdasarkan hal tersebut, peneliti selanjutnya menganalisis konsep bangun ruang pada atap meru (Gambar 2).



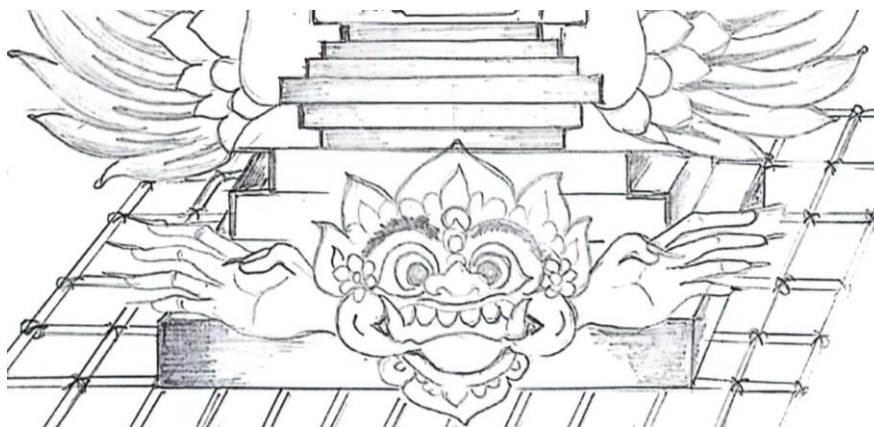
Gambar.5 Konsep limas terpacung

Berdasarkan analisa pada Gambar 5, dapat disimpulkan bahwa pada atap meru terdapat konsep limas. Adapun sifat-sifat limas segi empat yang dapat dilihat pada model atap meru sesuai pada Gambar 2 yaitu sebagai berikut:

- 1) Rusuk-rusuk bidang atas sejajar dengan rusuk bidang alas : $ABCD \parallel EFGH$
- 2) Sudut-sudut bidang atas sama dengan sudut-sudut bidang alas : $\angle A = \angle E$; $\angle B = \angle F$; $\angle C = \angle G$; $\angle D = \angle H$
- 3) Bidang atas dan bidang alas sebangun : $ABCD \approx EFGH$
- 4) Sisi-sisi tegak limas terpacung berbentuk trapesium : $ABFE, BCGF, DCGH$, dan $ADHE$

Konsep Barisan dan Deret Aritmatika

Pada bangunan bade bagian suku dan pepalihan menerapkan barisan dan deret aritmatika



Gambar.6

- a. Barisan aritmatika adalah pola bilangan dengan urutan bilangan sebelum dan sesudahnya memiliki selisih yang sama.

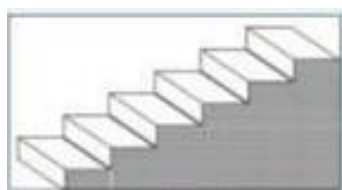
Rumus:

$$U_n = a + (n - 1)b$$

a = suku pertama

b = beda

$$= U_2 - U_1$$



Gambar.7

Adapun Permisalan dari pepalihan tersebut adalah misalnya tangga pertama tersebut memiliki tinggi 5 cm, tangga kedua memiliki tinggi 10cm, dan tangga ketiga memiliki tinggi 15 cm, dan seterusnya. Sehingga membentuk pola bilangan dengan urutan bilangan sebelum dan sesudahnya memiliki selisih yang sama. Maka pepalihan tersebut menerapkan prinsip barisan aritmetika.

- b. Deret aritmatika

Barisan yang nilai seluruh sukunya diperoleh dari penjumlahan atau pengurangan suku sebelumnya dengan suatu bilangan. Deret aritmatika merupakan jumlah dari seluruh

suku-suku yang ada di barisan aritmatika. Merujuk pada contoh sebelumnya misal pepalihan tersebut memiliki 5 tangga maka deret aritmatikanya adalah

Rumus:

$$S_n = \frac{n}{2}(2a + (n - 1)b)$$

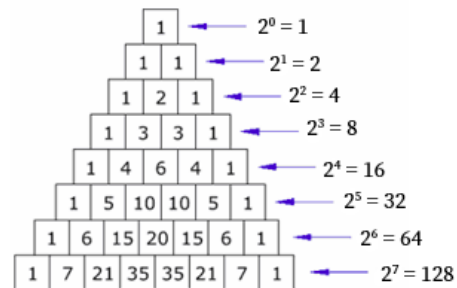
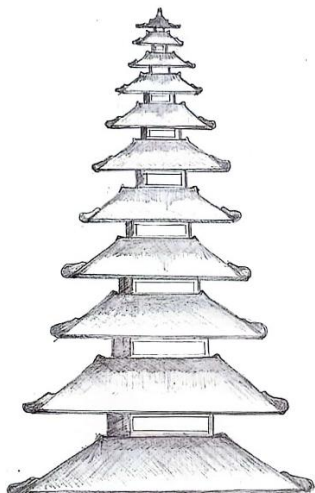
$$S_5 = \frac{5}{2}(2.5 + (5 - 1)5)$$

$$S_5 = 75$$

Sehingga dapat diketahui deret aritmetikanya yaitu 75.

Konsep Pola Bilangan

Pola bilangan yang digunakan dalam atap meru merupakan konsep pola bilangan segitiga pascal yang terdiri dari susunan angka yang berbentuk segitiga yang mana setiap angka adalah jumlah dari dua angka tepat di atasnya.



(a) Atap meru tumpang 11

(b) Pola Bilangan Segitiga Pascal

Gambar.8 Pemodelan pola bilangan pada atap bangunan meru tumpang 11

Atap meru pada gambar (a) dimodelkan dengan pola bilangan pascal seperti gambar (b) yang semakin kebawah semakin besar dan semain keatas semakin kecil. Berikut rumus segitiga pascal:

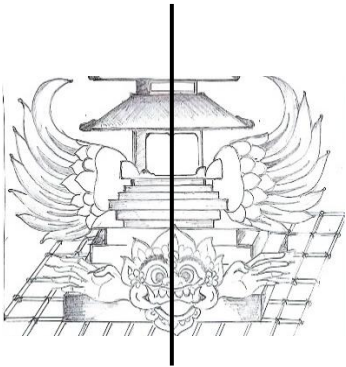
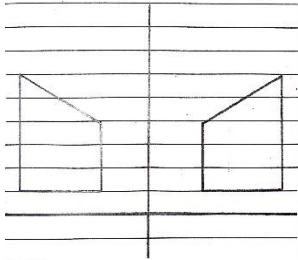
- Baris paling atas atau baris pertama terdiri dari 1 kotak saja
- Segitiga pascal setiap barisnya diawali dan diakhiri angka 1
- Jumlah kotak selanjutnya dalam segitiga pascal ditulis di baris ke-2 sampai ke-n yang merupakan hasil penjumlahan dua bilangan di atasnya.
- Setiap baris akan membentuk simetris
- Banyak bilangan di setiap barisnya memiliki kelipatan dua dari jumlah angka baris sebelumnya.

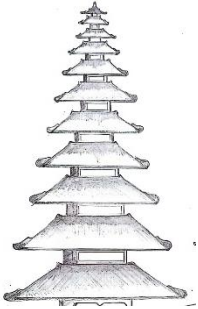
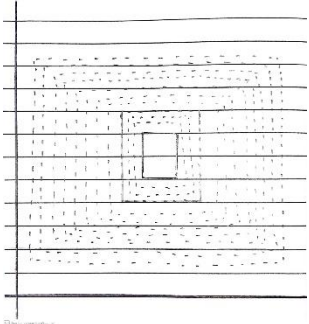
Jadi, pada atap meru terdapat konsep pola bilangan segitiga pascal yang berpola semakin kebawah semakin besar dan sebaliknya semakin ke atas semakin kecil. Pola segitiga pascal memiliki rumus: $U_n = 2^{n-1}$

Transformasi Geometri

Transformasi geometri yang ditemukan pada penelitian ini adalah refleksi dan dilatasi yang disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil penelitian (Tabel 1. No. 1) ditemukan konsep refleksi yang terdapat pada bade meru tumpang 11. Posisi bagian kiri bade meru tumpang 11 merupakan hasil refleksi dari bagian kanan bangunan tersebut. Serta ditemukan konsep dilatasi diaplikasikan pada peletakkan atap dimana yang awalnya berukuran besar kemudian diperkecil dengan ukuran tertentu. Pola dilatasi tersebut juga mengakibatkan setiap atap meru sebangun dimana selisihnya selalu sebanding. Sehingga materi transformasi geometri yang diperoleh pada penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan ajar materi transformasi geometri di SMP dan SMA

Tabel 1. Konsep Transformasi yang Terdapat Pada Bade Meru Tumpang 11

No	Nama objek/ gambar	Konsep	Ilustrasi
1.		Refleksi Terhadap Sumbu y	

	Ornamen Karang Boma Pada Bade		
2.	 <p>Atap meru tumpang 11</p>	Dilatasi	

4. Stabilitas Bade Meru Tumpang 11

Konsep keseimbangan stabil pada Bade Meru mirip dengan konsep keseimbangan pada benda tegar dalam fisika. Ketika sebuah benda tegar dalam keadaan seimbang, maka gaya total yang bekerja pada benda tersebut adalah nol dan momen gaya total terhadap titik tumpu juga nol. Bangunan Bade Meru Tumpang 11 dikatakan stabil apabila memenuhi beberapa faktor dari stabilitas benda yaitu ukuran bidang tumpuan dan pusat gravitasi pada bidang tumpuan (titik berat).

Bade memiliki struktur yang terdiri dari bagian bawah berupa suku dan sanan, bagian tengah berupa pepalihan dan bale-balean dan bagian atasnya terdapat tumpang (atap). Bagian paling berat dari bangunan bade ada di bagian bawah, tepatnya pada bagian yang disebut suku. Bagian suku ini menjadi penopang utama struktur bade, baik saat bade dalam keadaan diam maupun saat bade sedang dibangun. Banyak ahli pembuat bade juga berpendapat bahwa bagian bale-balean adalah bagian yang paling berat untuk ditopang oleh struktur bade. Hal ini karena, baik pada bambu maupun kayu, bagian tengah biasanya lebih kuat untuk menahan beban. Maka dari itu, bale balean yang merupakan tempat peti mati diletakkan di bagian tengah antara bagian pepalihan dan sanan pada struktur bade.

Namun, Saat bade Meru sudah siap dibawa menuju pemakaman, titik beratnya akan berubah. Jika sebelumnya beban paling berat ada pada bagian bawah (suku) dan tengah

(bale-balean), maka saat diarak beban paling berat akan berpindah ke bagian sanan. Hal ini terjadi karena sanan menjadi tumpuan utama saat bade diangkat dan dipikul. Selain itu, di atas sanan juga terdapat beban tambahan seperti gamelan, orang yang membawa tirta dan anggota keluarga yang mengiringi (Jayanti, 2023).

Bale- balean menjadi pembatas antara pepalihan dan tumpang. Sehingga, semakin ke bawah semakin besar ukuran pepalihannya. Hal yang sama juga diberlakukan dalam pembuatan tumpang (atap) yang semakin ke atas semakin kecil. Hal ini sesuai dengan pola yang digunakan dalam struktur bade meru yang semakin keatas ssemakin mengecil.

Bade Meru Tumpang 11 akan seimbang jika memenuhi konsep keseimbangan berikut:

a. Ukuran bidang tumpuan

Ukuran bidang tumpuan menjadi faktor utama dari stabilitas suatu benda. Dalam ilmu teknik sanan yang terdapat pada suku dalam struktur bangunan Bade Meru menjadi sebuah pondasi dari Bade Meru. Sanan menjadi bidang tumpuan saat Bade Meru diarak menuju tempat pemakaman, namun saat Bade dalam keadaan diam atau dalam proses pembuatan bagian terberat terletak pada suku di mana suku adalah bagian bawah yang akan digunakan sebagai pembuatan sanan untuk bade. Ukuran dan bentuk sanan yang dibuat sangat bergantung pada kondisi jalan yang akan dilalui saat arak-arakan. Jika jalan sempit, sanan dibuat lebih panjang ke depan dan belakang, namun tetap menyesuaikan lebar jalan. Sebaliknya, jika jalan lebar, sanan dibuat dengan perbandingan 1:3 yang artinya panjang dan lebar sanan tiga kali lipat ukuran bade. Hal ini dianggap dapat membuat bade menjadi ringan saat dibawa dan membuat bade di atasnya menjadi seimbang dan tidak goyah. Artinya semakin lebar bidang tumpuannya semakin besar tingkat kestabilan suatu benda (Putri, 2019).

b. Letak pusat Gravitasi terhadap bidang tumpuan

Pusat gravitasi adalah titik imajiner dimana seluruh massa suatu benda dianggap terkonsentrasi . Setiap obyek memiliki pusat gravitasi yang biasanya terletak di tengah- tengah benda tersebut. Letak pusat gravitasi yang tepat sangat penting untuk menjaga kestabilan bangunan bade meru. Jika pusat gravitasi terlalu jauh dari bidang tumpuan, bangunan akan mudah roboh.

Letak pusat gravitasi pada bangunan bade meru tumpang 11 terletak pada bale-balean. Bale-balean terletak pada bagian tengah antara pepalihan dan tumpang. Pada bade meru tumpang 11 beban tersebar di pepalihan dan jumlah pepalihan untuk

tumpang 11 misal harus 5 pepalihan yang mana semakin kebawah semakin kecil. Membuat pepalihan diukur dari ujung bale - balean, setiap kali turun ke tingkat pepalihan berikutnya, tambahkan panjang 10 cm pada pengukuran sebelumnya sampai pepalihan paling bawah. Sedangkan untuk tumpang (atap) dimulai dari ujung bagian bale - balean ditambah 10 cm dan untuk setiap tingkat tumpang diatasnya kurangkan panjang 10 cm ddari pengukuran tingkat sebelumnya. Bentuk Bade Meru Tumpang 11 yang bertumpuk semakin mengecil ke atas membuat pusat gravitasi cenderung lebih dekat ke dasar bangunan.

Untuk membuat tempat jenazah atau bale-balean, ukurannya dibuat dengan perbandingan lebar dan panjang yaitu 2:3. Maka pada bagian yang bertumpuk bagian atas berbanding dengan tumpukan bagian bawah yaitu 1:4 dan untuk sanan menggunakan perbandingan 1:3 yang artinya panjang dan lebar sanan 3 kali dari ukuran bade yang dibuat. Perbandingan ukuran yang tepat dari bagian bawah sampai atas akan membuat bade meru tumpang 11 akan seimbang baik saat diarak maupun belum diarak. Saat bade diarak, beban terletak pada badan bade yaitu bale-balean dan pepalihan bagian bawah. hal ini dikarenakan bentuk bade meru tumpang 11 yang semakin ke atas semakin mengecil dan semakin tinggi semakin berat sehingga titik beratnya menyebar dibagian bawah yaitu sanan untuk menopang beban di atasnya.

PENUTUP

Simpulan

Penelitian tentang Bade Meru Tumpang 11 dalam upacara Ngaben di Bali mengungkapkan hubungan erat antara matematika dan budaya dalam praktik ritual. Bade Meru Tumpang 11, yang memiliki 11 tingkatan, mencerminkan perpaduan antara nilai spiritual dan prinsip-prinsip matematika seperti geometri, simetri, dan proporsi. Struktur ini tidak hanya penting dalam konteks kepercayaan Hindu Bali, tetapi juga merupakan contoh konkret dari penerapan matematika dalam desain artistik. Konsep-konsep seperti Tri Hita Karana dan Kosala-Kosali memandu perancangan Bade, memastikan bahwa setiap elemen terintegrasi dengan baik dan stabil secara struktural. Penelitian ini menyoroti bagaimana elemen budaya, seperti meru dan suku, dirancang dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip matematika, menunjukkan aplikasi praktis matematika dalam tradisi lokal. Dengan demikian, studi ini tidak hanya melestarikan kearifan budaya Bali tetapi juga menegaskan pentingnya

dokumentasi dan analisis etnografi dalam memahami hubungan antara seni dan matematika dalam konteks budaya.

Saran

Untuk memperkaya artikel mengenai Bade Meru Tumpang 11 dalam upacara Ngaben di Bali, beberapa saran dapat dipertimbangkan. Pertama, memperluas konteks budaya dan sejarah dengan meneliti evolusi desain Bade Meru dari waktu ke waktu dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai perubahan praktik ritual ini. Selanjutnya, analisis matematis yang lebih rinci tentang proporsi dan simetri desain Bade Meru akan membantu menjelaskan bagaimana prinsip matematika diterapkan. Menyertakan studi kasus dari berbagai wilayah Bali atau komunitas Bali di luar negeri juga dapat menunjukkan perbedaan dan kesamaan dalam desain Bade Meru, menawarkan wawasan tentang variasi regional. Keterlibatan langsung dengan komunitas lokal melalui wawancara dengan ahli budaya, pendeta, dan pembuat Bade Meru akan memastikan akurasi dan relevansi informasi. Selain itu, penerapan teknologi modern seperti pemodelan 3D atau pemindaian digital dapat memberikan data yang lebih akurat dan visualisasi menarik. Akhirnya, menyoroti aplikasi pengetahuan tentang Bade Meru dalam pendidikan matematika dan upaya konservasi budaya akan mendukung pelestarian praktik ini untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianti, S. N., Rusmana, I. M., & Setiadi, A. (2023). Eksplorasi Etnomatematika Bale Bengong pada Rumah Tradisional Bali. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, 455–464.
- Darmayasa, J. B. (2016). Eksplorasi Ethnomathematics Dalam Ajaran Asta Kosala-Kosali Untuk Memperkaya Khasanah Pendidikan Matematika. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*, 1–7.
- Iskandar, A. M., Amir, A., Alam, S., & Herlina, A. (2022). Sustainability Of Ngaben Culture In Balinese Transmigration. *International Journal Of Educational Research & Social Sciences*, 3(4), 1335–1340.
- Jayanti, N. P. S. (2023). *Kajian Etnomatematika Pada Struktur Bade*. Universitas Pendidikan Ganesha Bali.
- Murtini, N. W., & Purnomo, I. M. B. A. (2022). Upacara Ngaben: Kontestasi Masyarakat dan Daya Tarik Wisata . *Jurnal Penerangan Agama, Pariwisata Budaya, Dan Ilmu Komunikasi* , 1(1), 70–74.

Nabila Pramesti, S., Krisnina Maharani, K., Kadek Sintya Dewi, N., Made Ariyani Kumala Sari, N., Eka Audria Maharani, P., & Putu Pasek Suryawan, I. (2024). Kajian Etnomatematika Bangunan Adat Di Desa Penglipuran Dan Upaya Memperoleh Pengetahuan Sebagai Sumber Belajar Matematika Bermakna. *Prosiding MAHASENDIKA III*, 446-456.

Putra, I. K. S., & Santosa, D. B. (2020). *Bade dalam Prosesi Ngaben Masyarakat Bali*. Kepel Press.

Putri, P. E. W. (2019). *Etnomatematika Pada Kestabilan Suatu Meru Bali*.

Setyowati. (2006). Etnografi Sebagai Metode Pilihan Dalam Penelitian Kualitatif Di Keperawatan. *Jurnal Keperawatan Indonesia*, 10, 35-40.

Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, R&D*. Alfabeta.