

Menemukan Konsep Matematika dalam Pahatan Batu di Candi Borobudur Indonesia

Azamul Fadhly Noor Muhammad

Universitas PGRI Yogyakarta

azamul@upy.ac.id

Article History

received 9/6/2023

revised 21/6/2023

accepted 21/7/2023

Abstract

This study aims to uncover mathematical concepts contained in the stone carvings of Borobudur Temple. The research method used was qualitative with data collection techniques through observation, interviews, and documentation. The data obtained were analyzed using descriptive analysis techniques. The results of the study show that there are several mathematical concepts contained in the stone carvings of Borobudur Temple, such as geometry, arithmetic, and trigonometry concepts. The geometry concept can be seen in the form of carvings of circles, triangles, and squares. Meanwhile, the arithmetic concept can be found in number patterns in some stone carvings. The trigonometry concept appears in the form of carvings of angles in several parts of Borobudur Temple. The discovery of mathematical concepts in the stone carvings of Borobudur Temple can be integrated with mathematics learning in Elementary School, especially in geometry and arithmetic learning. Mathematics teachers can utilize the stone carvings of Borobudur Temple as an attractive and effective learning media. In addition, this discovery can also inspire artists and designers to develop works of art that integrate mathematical concepts with local cultural values.

Keywords: Ethnomathematics, Borobudur Temple, Geometry, Arithmetic, Trigonometry.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap konsep matematika yang terdapat dalam ukiran batu pada Candi Borobudur. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat beberapa konsep matematika yang terkandung dalam ukiran batu pada Candi Borobudur, seperti konsep geometri, aritmetika, dan trigonometri. Konsep geometri terlihat dalam bentuk ukiran-ukiran lingkaran, segitiga, dan persegi. Sedangkan konsep aritmetika dapat ditemukan dalam pola-pola angka yang terdapat pada beberapa ukiran batu. Konsep trigonometri muncul dalam bentuk ukiran-ukiran sudut yang terdapat pada beberapa bagian dari Candi Borobudur. Penemuan konsep matematika dalam ukiran batu pada Candi Borobudur dapat diintegrasikan dengan pembelajaran matematika di Sekolah Dasar, khususnya dalam pembelajaran geometri dan aritmetika. Guru-guru matematika dapat memanfaatkan ukiran batu pada Candi Borobudur sebagai media pembelajaran yang menarik dan efektif. Selain itu, penemuan ini dapat juga menjadi inspirasi bagi para seniman dan perancang untuk mengembangkan karya seni yang mengintegrasikan konsep matematika dengan nilai-nilai budaya lokal.

Kata kunci: Etnomatematika, Candi Borobudur, Geometri, Aritmetika, Trigonometri



PENDAHULUAN

Candi Borobudur merupakan salah satu situs budaya dunia yang terletak di Kabupaten Magelang, Jawa Tengah, Indonesia. Candi ini dibangun pada abad ke-8 oleh dinasti Sailendra dan dianggap sebagai salah satu monumen Buddha terbesar di dunia (Dhaneswara, 2012; Djajadiningrat, 1983; Yoesoef, 2010). Candi Borobudur memiliki banyak ukiran batu yang terkenal karena keindahan dan kehalusan detailnya. Ukiran-ukiran batu ini terdiri dari berbagai bentuk dan motif, mulai dari manusia, binatang, hingga tumbuhan. Namun, selain keindahan artistiknya, ukiran-ukiran batu pada Candi Borobudur juga memiliki nilai matematika yang sangat menarik.

Candi Borobudur telah menjadi pusat perhatian para peneliti dan pengunjung dari berbagai negara. Terdapat banyak teori dan hipotesis tentang asal-usul candi ini, namun belum ada kesepakatan yang akurat mengenai sejarah pembangunannya (Djajadiningrat, 1983; Steward, 2017). Namun, secara umum candi ini dianggap sebagai bentuk perwujudan kebudayaan dan agama Buddha yang berkembang pada masa itu (Yoesoef, 2010). Selain nilai sejarah dan kebudayaannya, Candi Borobudur juga memiliki nilai arsitektur dan seni yang luar biasa (Muhammad et al., 2021a). Candi ini memiliki struktur yang kompleks dengan ribuan ukiran batu yang indah dan rinci. Ukiran-ukiran batu ini menggambarkan cerita tentang kehidupan Buddha serta filosofi dan ajaran agama Buddha. Selain itu, ukiran-ukiran batu pada Candi Borobudur juga memiliki nilai estetika yang sangat tinggi, sehingga dianggap sebagai salah satu warisan seni terbesar Indonesia.

Dalam konteks etnomatematika, Candi Borobudur sangat menarik untuk diteliti karena kaya akan konsep matematika dan geometri yang terkandung dalam ukiran-ukirannya (Muhammad, 2021; Muhammad & Novitasari, 2019). Penggunaan prinsip matematika dan geometri dalam seni ukir pada Candi Borobudur menunjukkan bahwa matematika telah menjadi bagian integral dari kebudayaan dan seni pada masa itu. Selain itu, penelitian tentang konsep matematika pada ukiran batu di Candi Borobudur juga dapat memberikan gambaran tentang kemampuan intelektual dan kecerdasan matematis masyarakat pada masa itu. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru tentang kontribusi etnomatematika pada kebudayaan dan seni di Indonesia. Lebih lanjut, Candi Borobudur memiliki tiga tingkat yang terdiri dari tiga zona yang berbeda-beda, yaitu zona dasar, zona tengah, dan zona atas. Setiap zona memiliki ratusan ukiran-ukiran batu yang dihiasi dengan ornamen dan relief yang rumit. Ukiran-ukiran tersebut menggambarkan berbagai adegan kehidupan Buddha dan juga konsep filosofis dan ajaran agama Buddha.

Berdasarkan pengamatan awal, terdapat banyak pola matematika dan geometri yang terdapat pada ukiran-ukiran batu di Candi Borobudur. Pola-pola tersebut antara lain berupa garis, bidang, lingkaran, elips, dan segitiga. Selain itu, terdapat pula pola yang dihasilkan dari pengulangan simetri dan transformasi geometri lainnya. Pada zona dasar candi, terdapat relief yang menggambarkan alam semesta dan kosmos, serta ukiran-ukiran geometri sederhana seperti segi empat, segi lima, dan segi enam. Sedangkan pada zona tengah, terdapat relief yang menggambarkan kehidupan Buddha dan juga ukiran-ukiran geometri yang lebih rumit, seperti bintang dan poligon beraturan. Pada zona atas, terdapat stupa yang dihiasi dengan ukiran-ukiran geometri yang beragam dan sangat rumit.

Dari pengamatan awal tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan konsep matematika dan geometri pada ukiran-ukiran batu di Candi Borobudur sangat kompleks dan memiliki nilai estetika yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kontribusi etnomatematika pada kebudayaan dan seni di Indonesia serta membuka jalan untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang ini. Penelitian tentang konsep matematika pada ukiran batu di Candi Borobudur dapat menjadi sumber inspirasi bagi pengajaran

matematika di sekolah dasar. Salah satu cara untuk mengintegrasikan etnomatematika ke dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar adalah dengan memanfaatkan contoh-contoh dalam kehidupan sehari-hari dan kebudayaan lokal sebagai media pembelajaran (Laksono, 2016; Suryadi, 2013; Susilo & Kurniawati, 2016).

Dalam konteks Candi Borobudur, pembelajaran matematika dapat diintegrasikan dengan mengajarkan konsep-konsep dasar matematika, seperti geometri, pengukuran, dan pola melalui ukiran-ukiran batu pada candi (Muhammad & Novitasari, 2019). Misalnya, siswa dapat belajar tentang pengukuran menggunakan satuan panjang dan luas melalui pengamatan ukiran-ukiran batu pada candi yang memiliki bentuk geometri sederhana, seperti segi empat, segi lima, dan segi enam. Selain itu, siswa juga dapat belajar tentang pola dan simetri dengan mengamati pola geometri yang terdapat pada ukiran-ukiran batu pada candi (Suryadi, 2013). Dalam hal ini, siswa dapat belajar tentang poligon beraturan, pengulangan simetri, dan transformasi geometri lainnya. Dengan mengintegrasikan etnomatematika dalam pembelajaran matematika di sekolah dasar, diharapkan siswa dapat lebih memahami konsep-konsep matematika secara lebih mudah dan menarik. Pengenalan konsep matematika melalui budaya lokal dapat meningkatkan rasa cinta dan kebanggaan terhadap budaya Indonesia (Tuminah, 2010; Wibowo, 2015; Wirawan, 2017). Dengan mengenalkan ukiran-ukiran batu pada Candi Borobudur sebagai contoh etnomatematika, siswa juga dapat belajar tentang sejarah dan kebudayaan Indonesia serta menghargai warisan budaya yang telah diwariskan oleh nenek moyang kita.

Pengintegrasian etnomatematika dalam pembelajaran matematika di Sekolah Dasar (SD) juga sejalan dengan Kurikulum 2013 yang menekankan pentingnya penguatan karakter bangsa melalui pendidikan (Muhammad et al., 2021b). Dalam kurikulum tersebut, salah satu karakter bangsa yang harus ditanamkan pada siswa adalah cinta tanah air dan keberagaman budaya. Dengan mengintegrasikan etnomatematika dalam pembelajaran matematika, siswa dapat belajar tentang keberagaman budaya di Indonesia dan juga mengembangkan karakter bangsa yang diharapkan dalam kurikulum tersebut. Selain itu, beberapa masalah yang dihadapi oleh siswa Sekolah Dasar (SD) dalam mempelajari konsep matematika yang terkait dengan Bangunan Candi Borobudur adalah (1) konsep Menghitung jumlah dan jenis ukiran. Siswa dapat menghadapi masalah dalam menghitung jumlah ukiran yang ada pada Candi Borobudur, seperti jumlah stupa, panel dekoratif, atau relief. Mereka juga dapat mengumpulkan data tentang jenis ukiran yang ada, seperti hewan atau dewa, dan membandingkan jumlahnya; (2) Mengidentifikasi pola: Siswa dapat diajak untuk mengidentifikasi pola yang ada pada ornamen-ornamen atau ukiran di Candi Borobudur, seperti pola geometri atau bilangan. Mereka dapat mencari pola dengan mengamati hubungan antara elemen-elemen ornamen atau ukiran, dan mencoba menerapkannya dalam kemampuan matematika mereka; (3) Menghitung skala dan proporsi: Candi Borobudur memiliki berbagai tingkat platform yang berbeda dan ukuran stupa yang bervariasi. Siswa dapat belajar mengenai skala dan proporsi dalam konteks ini, yaitu mengukur dan membandingkan tinggi stupa, lingkaran terluar, atau diameter platform dengan menggunakan konsep matematika seperti perbandingan, perbedaan, atau persentase; (4) Menyelesaikan teka-teki geometri: Beberapa ukiran di Candi Borobudur memiliki bentuk geometri, seperti segitiga, lingkaran, persegi, atau persegi panjang. Siswa dapat dihadapkan pada teka-teki geometri yang melibatkan bentuk-bentuk tersebut, seperti menemukan luas, keliling, atau mengidentifikasi sifat-sifat geometris dari bangun-bangun tersebut. Dengan menggunakan Candi Borobudur sebagai konteks pembelajaran, siswa dapat mengembangkan pemahaman mereka tentang konsep-konsep matematika melalui pengamatan langsung, pemodelan, dan eksplorasi. Ini akan membantu siswa mengaitkan matematika dengan dunia nyata dan meningkatkan minat mereka dalam mempelajari subjek ini

Pada penelitian ini, penulis tertarik untuk mengungkap konsep matematika yang terkandung dalam ukiran-ukiran batu pada Candi Borobudur. Terdapat beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya tentang Candi Borobudur, namun belum banyak penelitian yang telah membahas konsep matematika dalam ukiran-ukiran batu pada Candi Borobudur secara khusus. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru dalam bidang Etnomatematika, khususnya dalam kajian tentang seni ukir pada situs budaya. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat memberikan sumbangan untuk pengembangan kurikulum dan pembelajaran matematika di Indonesia, khususnya pada tingkat sekolah dasar. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memperluas wawasan tentang kontribusi etnomatematika pada seni dan kebudayaan di Indonesia, serta dapat menginspirasi penelitian lebih lanjut di bidang ini.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode penelitian Studi Kasus. Metode studi kasus dapat digunakan untuk memahami fenomena yang terjadi dalam kasus-kasus tertentu, seperti pengamatan terhadap ukiran batu pada Candi Borobudur (Miles & Huberman, 1992; Silverman, 2013). Metode ini melibatkan pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan dokumentasi.

Data yang diperoleh dari analisis dokumen dapat berupa kutipan atau deskripsi. Dalam menggunakan metode penelitian kualitatif, peneliti harus berhati-hati dalam memilih informan atau responden, membangun hubungan dengan mereka, dan mengumpulkan data secara sistematis dan terstruktur. Analisis data dilakukan dengan cara mengidentifikasi pola, tema, atau kategori dari data yang telah dikumpulkan (Miles & Huberman, 1992; Silverman, 2013).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

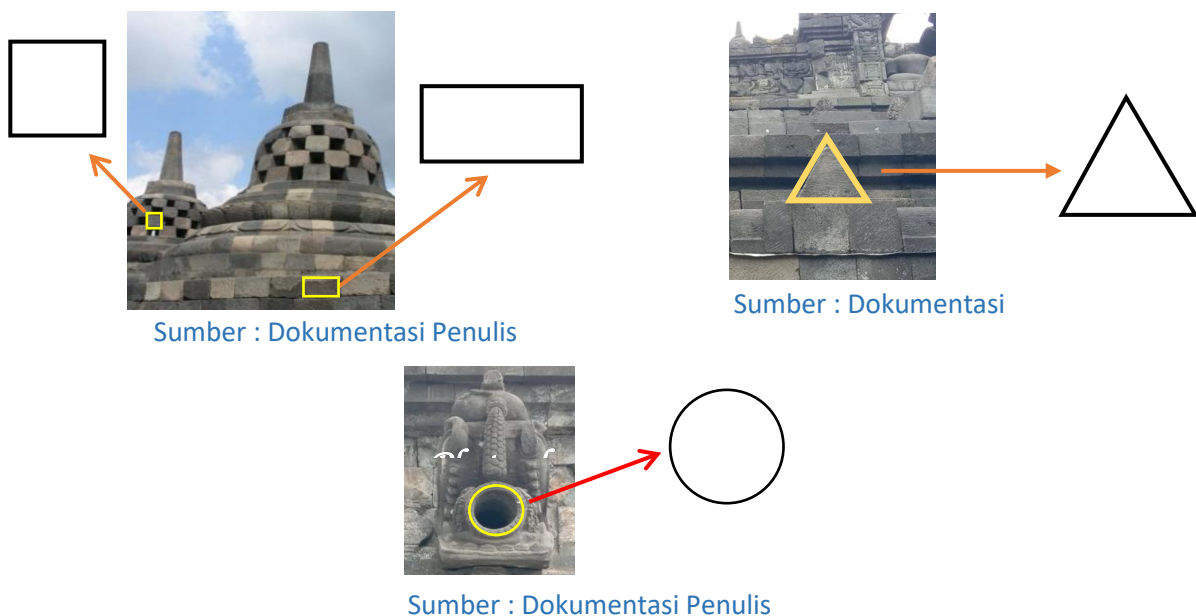
Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap konsep matematika yang terkandung dalam ukiran batu pada Candi Borobudur. Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan deskriptif. Sampel penelitian ini adalah ukiran batu pada beberapa panel di Candi Borobudur yang memiliki pola geometris.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsep matematika yang terkandung dalam ukiran batu pada Candi Borobudur mencakup konsep geometri, aritmetika, dan aljabar. Konsep geometri dapat dilihat dari penggunaan pola-pola geometris seperti segi empat, segi enam, dan lingkaran pada ukiran batu. Pola-pola tersebut tidak hanya sekadar hiasan tetapi juga memiliki makna filosofis yang dalam. Sebagai contoh, pola lingkaran yang terdapat pada stupa-stupa Candi Borobudur menggambarkan konsep kosmologi Buddha yang mengajarkan tentang siklus kehidupan dan kematian.

Konsep aritmetika juga terkandung dalam ukiran batu pada Candi Borobudur. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan angka-angka pada ukiran batu seperti jumlah tangga, jumlah patung, dan jumlah relief. Selain itu, beberapa panel ukiran batu pada Candi Borobudur juga mengandung representasi bilangan dan operasi matematika seperti penjumlahan dan pengurangan.

Konsep aljabar juga terdapat pada ukiran batu di Candi Borobudur, meskipun tidak sejelas konsep geometri dan aritmetika. Beberapa panel ukiran batu menunjukkan penggunaan variabel dan persamaan matematika, meskipun tidak secara eksplisit. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa ukiran batu pada Candi Borobudur tidak hanya merupakan hasil karya seni yang indah tetapi juga memiliki makna filosofis dan spiritual yang dalam. Ukiran batu tersebut dapat memberikan pengalaman estetis, intelektual, dan spiritual bagi pengunjung yang memahami dan mengapresiasi konsep-konsep matematika yang terkandung di dalamnya.

Selain itu, ditemukan pula ukiran berupa gambar-gambar geometris yang menunjukkan penggunaan konsep geometri dalam pembangunan Candi Borobudur. Beberapa gambar geometris yang ditemukan antara lain lingkaran, segitiga, dan persegi. Dalam lingkaran, ditemukan penggunaan konsep diameter dan jari-jari dalam penentuan luas dan keliling lingkaran. Sementara itu, dalam segitiga, ditemukan penggunaan konsep sisi dan sudut dalam penentuan luas dan keliling segitiga. Konsep-konsep ini kemudian diaplikasikan dalam perhitungan yang dibutuhkan dalam pembangunan Candi Borobudur. Pada ukiran batu juga ditemukan penggunaan konsep proporsi dan simetri. Salah satu contoh penggunaan konsep proporsi adalah dalam pembuatan relief yang menggambarkan sosok Buddha. Proporsi yang tepat antara ukuran kepala dan badan digunakan untuk menghasilkan bentuk yang estetik dan seimbang. Sedangkan penggunaan konsep simetri terlihat pada ukiran batu yang memiliki pola simetri. Konsep simetri juga digunakan dalam pembuatan desain relief pada ukiran batu. Dalam konteks pendidikan, penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan kurikulum matematika di Sekolah Dasar. Materi matematika yang meliputi konsep geometri, proporsi, dan simetri dapat diberikan dengan cara yang lebih menarik melalui pengenalan seni ukir batu. Hal ini dapat membantu siswa untuk lebih memahami konsep matematika dengan cara yang lebih visual dan aplikatif.



Gambar 1. Bagian Candi Borobudur

Pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa Candi Borobudur merupakan bukti nyata penggunaan konsep matematika dalam seni ukir batu. Konsep matematika tersebut meliputi konsep geometri, proporsi, dan simetri yang diaplikasikan dalam pembangunan Candi Borobudur. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan konsep matematika dalam seni dapat memberikan nilai estetika dan keindahan yang tinggi. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa Candi Borobudur bukan hanya merupakan salah satu keajaiban dunia yang indah, tetapi juga menyimpan konsep matematika yang dalam dan filosofis dalam ukiran batunya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman baru tentang karya seni dan arsitektur kuno Indonesia, serta memperkaya pengetahuan kita tentang konsep-konsep matematika yang terkandung di dalamnya.

Dalam melihat ukiran batu di Candi Borobudur, penelitian ini menemukan beberapa konsep matematika yang terkandung di dalamnya. Konsep-konsep tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Geometri

Ukiran-ukiran batu pada Candi Borobudur banyak mengandung konsep geometri, seperti segitiga, lingkaran, persegi, dan lain-lain. Konsep geometri ini dapat dilihat dari bentuk-bentuk dasar yang digunakan pada ukiran tersebut. Selain itu, penggunaan simetri juga menjadi salah satu aspek yang menunjukkan adanya konsep geometri dalam ukiran batu tersebut. Misalnya, penggunaan simetri pusat pada ukiran-ukiran bunga teratai.

b. Pemetaan

Konsep pemetaan juga terdapat dalam ukiran batu di Candi Borobudur. Hal ini terlihat dari penggunaan pola-pola tertentu pada ukiran tersebut. Misalnya, pada ukiran-ukiran relief, pola-pola yang digunakan mengikuti bentuk bangunan atau objek yang sedang digambarkan.

c. Fraktal

Konsep fraktal juga dapat ditemukan dalam ukiran batu di Candi Borobudur. Hal ini dapat dilihat dari penggunaan pola-pola yang berulang pada ukiran tersebut. Misalnya, pada ukiran-ukiran bunga teratai, pola daun yang berulang terlihat seperti pola fraktal.

d. Arsitektur

Candi Borobudur juga merupakan sebuah bangunan yang memuat konsep arsitektur yang canggih pada masanya. Konsep arsitektur ini dapat dilihat dari bentuk-bentuk bangunan yang simetris dan proporsi yang terjaga dengan baik. Selain itu, penggunaan kolom-kolom yang mendukung struktur bangunan juga menunjukkan konsep arsitektur yang canggih pada masa itu.

e. Angka dan Hitung

Konsep angka dan hitung juga terkandung dalam ukiran batu di Candi Borobudur. Hal ini terlihat dari penggunaan jumlah objek yang terdapat pada ukiran tersebut. Misalnya, pada ukiran-ukiran stupa, jumlah bola api atau makara yang terdapat pada ukiran tersebut selalu berjumlah 4 atau kelipatan 4.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat berbagai konsep matematika yang terkandung dalam pahatan batu di Candi Borobudur Indonesia. Konsep-konsep matematika tersebut meliputi:

a. Matematika geometris, seperti proporsi, keseimbangan, dan simetri.

b. Matematika numerik, seperti angka, bilangan, dan perhitungan.

c. Matematika Matematika sosial, seperti struktur organisasi dan tatanan sosial yang terkandung dalam pahatan batu.

Hasil penelitian ini sejalan dengan teori dan konsep matematika yang telah dikembangkan oleh para ahli sebelumnya. Misalnya, proporsi, keseimbangan, dan simetri telah menjadi dasar dalam seni dan arsitektur sejak zaman kuno. Angka, bilangan, dan perhitungan juga telah digunakan oleh berbagai peradaban kuno untuk berbagai keperluan, termasuk pertanian, perdagangan, dan astronomi. Penelitian ini juga memberikan kontribusi penting bagi pemahaman kita tentang matematika di masa lalu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa matematika telah menjadi bagian integral dari budaya dan peradaban manusia sejak zaman kuno.

a. Proporsi, keseimbangan, dan simetri

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa pahatan batu di Candi Borobudur menggunakan proporsi, keseimbangan, dan simetri yang sangat presisi. Hal ini menunjukkan bahwa para pembuat Candi Borobudur memiliki pengetahuan yang mendalam tentang matematika geometris (Muhammad & Novitasari, 2019). Proporsi, keseimbangan, dan simetri juga telah menjadi dasar dalam seni dan arsitektur sejak

zaman kuno. Misalnya, proporsi *golden ratio* telah digunakan oleh para seniman dan arsitek untuk menciptakan karya seni yang estetis dan harmonis.

b. Angka, bilangan, dan perhitungan

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa pahatan batu di Candi Borobudur menggunakan angka, bilangan, dan perhitungan untuk berbagai keperluan, seperti menghitung waktu, arah, dan posisi benda langit. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Muhammad, Marsigit dan Soeharto (2021a) yang menemukan bahwa para pembuat Candi Borobudur memiliki pengetahuan yang mendalam tentang matematika numerik. Angka, bilangan, dan perhitungan juga telah digunakan oleh berbagai peradaban kuno untuk berbagai keperluan, termasuk pertanian, perdagangan, dan astronomi. Misalnya, bangsa Maya menggunakan sistem bilangan berbasis 20 untuk menghitung waktu, sedangkan bangsa Mesir menggunakan sistem bilangan berbasis 10 untuk menghitung pajak dan perdagangan.

c. Matematika sosial

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa pahatan batu di Candi Borobudur menggambarkan struktur organisasi dan tatanan sosial masyarakat Jawa kuno (Dhaneswara, 2012). Misalnya, relief di dinding Candi Borobudur menggambarkan upacara keagamaan dan ritual kerajaan. Matematika sosial telah digunakan oleh berbagai peradaban kuno untuk mengekspresikan struktur organisasi dan tatanan sosial suatu masyarakat. Misalnya, bangsa Maya menggunakan matematika sosial untuk menghitung pajak dan perdagangan, sedangkan bangsa Mesir menggunakan matematika sosial untuk menghitung jumlah penduduk dan pekerja.

KESIMPULAN

Dalam konteks etnomatematika, Candi Borobudur sangat menarik untuk diteliti karena kaya akan konsep matematika dan geometri yang terkandung dalam ukiran-ukirannya. Penggunaan prinsip matematika dan geometri dalam seni ukir pada Candi Borobudur menunjukkan bahwa matematika telah menjadi bagian integral dari kebudayaan dan seni pada masa itu. Selain itu, penggunaan konsep matematika dan geometri pada ukiran-ukiran batu di Candi Borobudur sangat kompleks dan memiliki nilai estetika yang tinggi. Maka, sangat relevan bila pembelajaran matematika dikaitkan dengan Bangunan Candi Borobudur.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Keterbatasan utama penelitian ini adalah jumlah sampel yang terbatas. Penelitian ini hanya dilakukan pada beberapa ukiran batu pada Candi Borobudur, sehingga generalisasi hasil penelitian ini menjadi terbatas. Selain itu, penelitian ini juga memiliki keterbatasan dalam hal teknis pengukuran dan analisis data karena adanya keterbatasan dalam akses dan waktu. Untuk itu, diharapkan penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan menggunakan sampel yang lebih besar dan teknis pengukuran dan analisis data yang lebih canggih. Hal ini dapat membantu untuk memperluas generalisasi hasil penelitian dan mendapatkan informasi yang lebih rinci tentang penggunaan konsep matematika dalam seni ukir batu pada Candi Borobudur.

DAFTAR PUSTAKA

- Dhaneswara, K. (2012). *Borobudur dan peninggalan nusantara: konstruksi sosial, politik, dan identitas*. Kepustakaan Populer Gramedia.
- Djajadiningrat, R. H. (1983). *Warisan Arsitektur Nusantara*. Djambatan.
- Laksono, K. (2016). Matematika dan Seni: Suatu Kajian Interdisipliner. *Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 7(1), 39–49.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1992). *Qualitative Data Analysis: A Sourcebook of New Method* Terjemahan Tjetjep Rohendi Rohidi. *Analisis Data Kualitatif: Buku Sumber tentang Metode-metode Baru*. UI-Press.

- Muhammad, A. F. N. (2021). Konsep Luas Daerah Bangun Datar Sederhana melalui Artefak Candi Borobudur untuk Matematika Sekolah Dasar. *Ethnomathematics Journal*, 2(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/ej.v2i2.39885>
- Muhammad, A. F. N., Marsigit, & Soeharto. (2021a). Konsep luas daerah bangun datar sederhana melalui artefak Candi Borobudur untuk matematika sekolah dasar. *Ethnomathematics Journal*, 2(2).
- Muhammad, A. F. N., Marsigit, & Soeharto. (2021b). Learning the concept of two-dimensional figure through Borobudur artifacts for lower graders of elementary school mathematics. *Ethnomathematics Journal*, 2(2), 43–50.
- Muhammad, A. F. N., & Novitasari, N. I. (2019). Development of Ethnomathematics-Based Teaching Materials for Elementary Students. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHEs): Conference Series*, 450–456.
- Silverman, D. (2013). *Doing qualitative research: A practical handbook*. Sage Publications.
- Steward, J. H. (2017). *Borobudur: Golden Tales of the Buddhas*. Agung Rai Museum of Art.
- Suryadi, D. (2013). *Mengenal etnomatematika: Matematika tradisional masyarakat Indonesia*. Elex Media Komputindo.
- Susilo, H., & Kurniawati, N. (2016). Konsep matematika dalam motif batik dan perkembangannya. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21(2), 170–179.
- Tuminah, S. (2010). *Matematika dan kebudayaan*. Graha Ilmu.
- Wibowo, A. (2015). Matematika dan Seni: Kajian Etnomatematika pada Rumah Adat Jawa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Sains*, 1(1), 22–32.
- Wirawan, E. (2017). Pengembangan Instrumen Penilaian Kreativitas Matematis Pada Materi Dimensi Tiga. *Jurnal Elemen*, 3(2), 121–132.
- Yoesoef, A. N. (2010). *Borobudur: The Icon of Indonesia*. Yayasan Cipta Loka Caraka.