

ETNOMATEMATIKA KULCAPI DAN PENENTUAN NADA DASAR DALAM MUSIK TRADISIONAL KARO

Gresia Haganta Br Gurusinga¹, Desy Anggelia Veronika Sihotang², Mei Yanti Purba³, Ananda Margaret Br Pasaribu⁴, Friska Ledina Situngkir⁵
gresiahaganta703@gmail.com¹, desysihotang70@gmail.com², meiyanti1901@gmail.com³,
anacakep140804@gmail.com⁴, friskaledina12321@gmail.com⁵

Universitas Katolik Santo Thomas Medan

ABSTRAK

Etnomatematika mengkaji keterkaitan antara konsep matematika dan praktik budaya dalam kehidupan masyarakat. Salah satu warisan budaya masyarakat Karo yang mengandung nilai matematis adalah alat musik tradisional kulcapi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola matematika dalam penentuan jarak antar fret pada kulcapi Karo serta menemukan konstanta matematis yang digunakan pengrajin secara turun-temurun tanpa perhitungan formal. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan subjek seorang pengrajin kulcapi dan objek penelitian berupa empat kulcapi dengan variasi panjang yang berbeda. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, pengukuran langsung, wawancara, dan dokumentasi. Data dianalisis menggunakan pendekatan etnomatematika dengan menelaah rasio dan pola numerik pada letak fret. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fret keempat yang berfungsi sebagai nada dasar selalu terletak pada sekitar seperempat panjang total kulcapi, meskipun panjang instrumen bervariasi antara 78–82 cm. Temuan ini menunjukkan adanya rasio matematis konstan sebesar 1 : 4 yang secara implisit diterapkan oleh pengrajin. Jarak antar fret tidak bersifat linear, penelitian ini menyimpulkan bahwa pembuatan kulcapi Karo mengandung struktur matematis yang jelas dan dapat diformulasikan

Kata Kunci: Etnomatematika, Kulcapi Karo, Rasio, Fret, Budaya Lokal.

ABSTRACT

Ethnomathematics examines the relationship between mathematical concepts and cultural practices in society. One of the cultural heritages of the Karo community that contains mathematical values is the traditional musical instrument called kulcapi. This study aims to identify mathematical patterns in determining the distances between frets on the Karo kulcapi and to reveal the mathematical constants implicitly applied by craftsmen through generational practice without formal calculations. This research employed a descriptive qualitative approach involving one kulcapi craftsman and four kulcapi instruments with varying lengths as the research objects. Data were collected through direct observation, measurement, interviews, and documentation. The data were analyzed using an ethnomathematical approach by examining ratios and numerical patterns in fret placement. The results indicate that the fourth fret, which functions as the fundamental tone, is consistently located at approximately one-quarter of the total length of the kulcapi, despite variations in instrument length ranging from 78 to 82 cm. This finding demonstrates the existence of a constant mathematical ratio of 1:4 implicitly applied by the craftsmen. The distances between frets are not linear, this study concludes that the construction of the Karo kulcapi embodies a clear and formulable mathematical structure

Keywords: Ethnomathematics, Karo Kulcapi, Ratio, Frets, Local Culture.

PENDAHULUAN

Matematika pada hakikatnya tidak hanya berkembang sebagai ilmu formal yang diajarkan di sekolah, tetapi juga tumbuh dan digunakan dalam berbagai aktivitas budaya masyarakat. Setiap kelompok budaya memiliki cara tersendiri dalam mengukur, menghitung, mengklasifikasikan, dan memecahkan masalah yang secara implisit memuat konsep-konsep matematis. Pandangan ini melahirkan kajian etnomatematika sebagai

bidang ilmu yang mengkaji keterkaitan antara matematika dan budaya dalam kehidupan masyarakat.

Etnomatematika pertama kali diperkenalkan oleh D'Ambrosio sebagai kajian tentang praktik matematika yang dilakukan oleh kelompok budaya tertentu. Etnomatematika memandang bahwa aktivitas budaya seperti seni, kerajinan, arsitektur tradisional, permainan rakyat, dan sistem penanggalan mengandung struktur dan pola matematis yang dapat dianalisis secara ilmiah. Dengan demikian, matematika dipahami sebagai produk sosial-budaya yang berkembang seiring dengan kebutuhan dan konteks kehidupan manusia (D'Ambrosio, 2001).

Dalam konteks pendidikan, etnomatematika memiliki peran penting sebagai pendekatan pembelajaran yang mengaitkan konsep matematika formal dengan pengalaman budaya peserta didik. Rosa dan Orey menegaskan bahwa etnomatematika bukan hanya kajian teoretis, tetapi juga memiliki dimensi pedagogis (*pedagogical action*) yang memungkinkan guru mengintegrasikan pengetahuan lokal ke dalam pembelajaran matematika di kelas. Pendekatan ini dapat membantu peserta didik memahami konsep matematika secara lebih bermakna karena dikaitkan dengan realitas sosial dan budaya yang dekat dengan kehidupan mereka (Rosa & Orey, 2016).

Pandangan tersebut diperkuat oleh hasil penelitian Pathuddin, Kamariah, dan Nawawi yang menunjukkan bahwa eksplorasi objek budaya lokal dalam penelitian mereka berupa makanan tradisional Barongko mengandung konsep matematika seperti perbandingan, pengukuran, dan geometri yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar matematika. Penelitian ini membuktikan bahwa konteks budaya tidak hanya relevan secara konseptual, tetapi juga efektif digunakan sebagai sumber pembelajaran matematika di kelas (Pathuddin et al., 2021).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan etnomatematika dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan keterlibatan siswa, pemahaman konsep, serta literasi matematis. Studi-studi empiris dan tinjauan sistematis dalam rentang tahun 2017–2025 melaporkan bahwa bahan ajar dan strategi pembelajaran berbasis etnomatematika efektif dalam mengaitkan matematika abstrak dengan konteks nyata, khususnya pada lingkungan belajar yang multikultural. Selain itu, etnomatematika juga berkontribusi dalam pelestarian budaya lokal melalui integrasi nilai-nilai budaya ke dalam pendidikan formal (Hidayati & Prahmana, 2022; Sunzuma, 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, etnomatematika dapat dipandang sebagai pendekatan yang relevan dan strategis dalam pengembangan pembelajaran matematika kontekstual. Kajian etnomatematika tidak hanya memperkaya wawasan keilmuan matematika, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas pembelajaran serta menjaga keberlanjutan nilai-nilai budaya lokal di tengah perkembangan pendidikan modern.

Salah satu warisan budaya yang kaya akan nilai matematis adalah kulcapi, alat musik tradisional masyarakat Karo. Kulcapi memiliki bentuk, ukuran, dan struktur yang khas, serta menghasilkan nada-nada tertentu berdasarkan panjang badan dan senarnya. Sebagai alat musik petik, panjang kulcapi dan senarnya sangat menentukan tinggi rendahnya nada dasar yang dihasilkan. Namun hingga kini, tidak terdapat standar baku yang mengatur panjang kulcapi maupun sistem nada yang digunakan. Setiap pengrajin memiliki cara dan pengalaman tersendiri dalam menentukan proporsi alat musik, sehingga variasi ukuran kerap ditemukan pada kulcapi yang berbeda.

Dalam praktiknya, para pengrajin dan pemain kulcapi menentukan nada dasar secara intuitif berdasarkan pengalaman musikal serta pemahaman tradisional tentang harmoni dan resonansi. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat konsep-konsep matematika yang

diterapkan secara alami, seperti rasio panjang senar terhadap frekuensi bunyi, meskipun tidak dinyatakan dalam bentuk rumus atau teori formal. Pengetahuan tradisional ini merupakan wujud penerapan matematika yang hidup dalam budaya masyarakat Karo. Sayangnya, aspek matematis dalam budaya Karo, khususnya dalam pembuatan kulcapi, masih jarang dikaji secara ilmiah. Padahal, kajian semacam ini penting untuk menunjukkan bahwa matematika tidak terpisah dari kehidupan budaya, sekaligus memperkenalkan alternatif sumber belajar yang kontekstual bagi siswa. Mengangkat kulcapi sebagai objek kajian etnomatematika dapat membantu siswa melihat keterkaitan antara konsep matematika dan kehidupan mereka, sehingga matematika menjadi lebih bermakna dan mudah dipahami.

Selain relevansi akademik, penelitian ini juga memiliki nilai penting dalam pelestarian budaya lokal. Dokumentasi mengenai hubungan panjang kulcapi dan penentuan nada dasar dapat memperkuat pemahaman terhadap warisan musikal masyarakat Karo, sekaligus melestarikan pengetahuan pengrajin yang berisiko hilang di tengah modernisasi. Melalui penelitian ini, peneliti berupaya mengungkap bagaimana konsep matematika bekerja dalam pembuatan kulcapi serta bagaimana masyarakat Karo memaknai alat musik tersebut tidak hanya sebagai instrumen seni, tetapi juga sebagai bagian dari identitas budaya mereka.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki dua kontribusi utama. Pertama, memperkaya kajian etnomatematika melalui analisis hubungan panjang kulcapi dengan nada dasar yang dihasilkan. Kedua, mendukung pelestarian budaya Karo dengan mendokumentasikan pengetahuan tradisional yang terkait dengan pembuatan dan penggunaan kulcapi. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan gambaran bahwa matematika hidup dalam praktik budaya dan dapat ditemukan bahkan pada setiap getaran nada yang dipetik dari kulcapi sederhana namun sarat makna.

Berdasarkan penuturan dari Pauzi Ginting (seorang pembuat kulcapi) bahwa alat musik ini konon katanya diciptakan karena kisah pengereng biang sipitu (aungan anjing yang ketujuh). Dikisahkan pada zaman dahulu, ada seorang pemburu yang hidup di sebuah desa dan bekerja sebagai pemburu. Pemburu ini memiliki tujuh anjing yang membantunya dalam proses perburuan, dari salah satu anjing tersebut ada yang pincang (cempang). Walaupun secara fisik anjing ini tidak sempurna, pemburu tersebut sangat sayang kepada anjing tersebut dikarenakan anjing tersebut yang paling mahir membawa si pemburu ke dalam hutan.

Satu kali waktu, ketika si pemburu dan anjing cempang kesayangannya pergi ke hutan, anjing ini bertemu dengan tringgiling. Sehingga terjadi perkelahian, tringgiling menarik anjing tersebut masuk ke sebuah pohon yang bernama kembawang. Si pemburu pun berusaha mencari anjing tersebut tetapi tidak ditemukan. Dengan putus asa, si pemburu pulang ke rumah, dan menceritakan kejadian tersebut kepada istrinya. Bersama dengan istrinya, si pemburu kembali ke hutan dan berusaha menemukan anjing kesayangannya. Setelah bersusah payah, mereka juga tidak menemukan anjing tersebut. Si pemburu dan istrinya sepakat untuk menebang pohon besar, yang sebelumnya si pemburu melihat anjingnya masuk ke pohon besar tersebut. Pohon tersebut direncanakan digunakan untuk kayu bakar. Setelah menebang pohon tersebut, si pemburu mulai mengikat ranting-ranting tersebut dengan seutas batang pola (enau) untuk mengikat ranting tersebut. Pada saat mengikat tersebut, terdengar bunyi “teng”. Setelah di bawa ke rumah, timbullah di pikiran si pemburu untuk membuat alat musik dari batang pola tersebut untuk menuangkan kesedihannya ditinggalkan oleh anjing kesayangannya.

Kulcapi merupakan alat musik petik tradisional masyarakat Karo yang berfungsi sebagai pengiring utama dalam pertunjukan gendang Karo, khususnya pada konteks

upacara adat dan hiburan, serta memiliki peranan penting dalam menyampaikan ekspresi budaya dan identitas masyarakat Karo (Bangun, 1989; Tarigan, 2014).

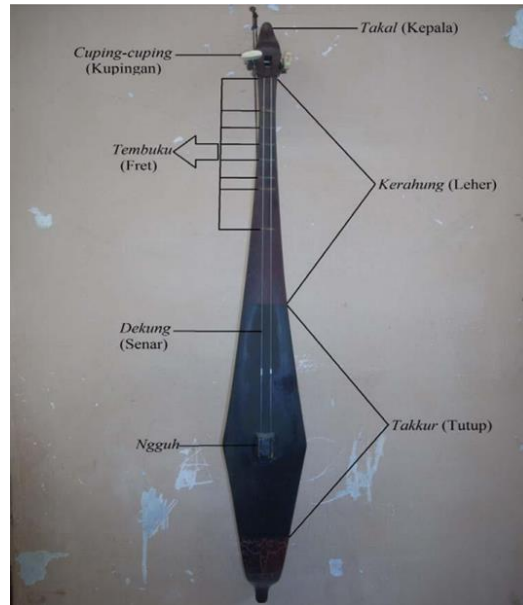
Kulcapi merupakan alat musik petik berbentuk lute yang berfungsi sebagai melodi, terdiri dari dua buah senar. Dahulu kala senarnya terbuat dari akar pohon aren (enau) namun sekarang telah diganti senar gitar dan juga tuning peg-nya juga telah diganti menjadi tuning peg gitar modern yang dahulunya menggunakan pohon bambu/kayu sehingga cara menyetemnya harus dengan cara menarik dahulu sumbatan setem tersebut lalu disetem. Langkup Kulcapi (bagian depan resonator Kulcapi) tidak terdapat lobang resonator, justru lobang resonator (disebut babah) terdapat pada bagian belakang Kulcapi. Bentuknya dibuat dari satu batang kayu utuh, kuat dan tahan lama biasanya menggunakan kayu juhar; kayu tualang; kayu kembawang; kayu nangka yang dipahat sehingga membentuk badan resonator dan leher panjang sebagai tempat senar dan fret.

Panjang kulcapi biasanya sekitar ± 80 cm. Dalam penamaan sebuah kulcapi dapat dibagi tiga yaitu “takal kayat” (bagian kepala atau bagian paling atas dari sebuah kulcapi biasanya berupa ukiran), “kerahung” (bagian leher atau tempat senar dan fret) , dan “badan” (bagian badan yang biasanya menghasilkan bunyi, dan tempat senar). Pada bagian “takal” atau kepala biasanya diukir dengan ukiran ukiran karo dan juga mengandung kupingan yang disebut “cuping cuping” yang dulunya berasal dari bambu atau pohon enau, tetapi sekarang sudah dimotifikasi menjadi kupingan yang umumnya digunakan pada alat musik gitar. Pada bagian “kerahung” atau leher merupakan tempat dimana letak fret yang terbuat dari kuningan, fret juga biasa disebut dengan “tembuku”.

Fret awalnya berjumlah 5, tetapi seiring berjalannya waktu sekarang fret berjumlah 7 yang dimodifikasi untuk memperkaya nada. Pada bagian “badan” terdapat takkur, dekung, dan ngguh. Dimana “takkur” adalah tutup dari badan kulcapi yang ditempel untuk memperindah suara dari kulcapi, takkur terbuat dari pohon kayu lanceng yang di kikis dengan ketebalan ± 2 mm. “Dekung” atau yang disebut senar dulunya berasal dari akar pohon enau, tetapi sekarang dimodifikasi menjadi senar gitar yang terdiri dari dua senar yang menghasilkan bunyi senar atas “do” dan senar bawah “sol” sebagai nada dasar. “Ngguh” yaitu tempat sandaran tali senar yang menonjol keatas sekitar ± 2 cm (biasanya tergantung pada kelengkungan leher kulcapi, semakin lengkung leher kulcapi maka semakin tinggi ngguh yang akan diciptakan. Bagian belakang dari bagian badan atau pada sisi belakang badan terdapat kotak resonator berupa lubang yang berfungsi mengeluarkan suara disebut “tonggum” lubang yang berbentuk menyerupai layang layang, dengan ketebalan $\pm 0,5$ cm.



Gambar 1. Alat Musik Kulcapi Karo



Gambar 2 Struktur Kulcapi Karo (diambil oleh R. Sembiring, 2016)



Gambar 3 Lubang Tonggum

Kulcapi tidak hanya berfungsi sebagai alat hiburan, tetapi juga memiliki nilai sosial dan spiritual dalam kehidupan masyarakat Karo. Alat musik ini sering dimainkan dalam upacara adat, pertunjukan seni, serta digunakan untuk mengiringi lagu-lagu tradisional (ndikkar) yang sarat makna budaya.

Menariknya, dalam proses pembuatan kulcapi, para pengrajin menempatkan fret pada posisi tertentu di sepanjang leher alat musik. Fret ini berfungsi sebagai penentu tinggi rendah nada yang dihasilkan ketika senar dipetik. Meskipun pembuat kulcapi tidak menggunakan rumus matematis secara formal, mereka memiliki cara tersendiri yang diwariskan secara turun-temurun untuk menentukan jarak antar fret agar menghasilkan bunyi yang harmonis. Proses ini sesungguhnya mengandung konsep matematis yang sangat menarik untuk dikaji, terutama dalam hal rasio panjang senar dan frekuensi nada.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menggambarkan hubungan antara panjang kulcapi dan penentuan nada dasar dalam musik tradisional Karo.

Penelitian dilaksanakan di Desa Puangaja, Kecamatan Sibolangit, yang merupakan salah satu daerah tempat berkembangnya praktik pembuatan dan penggunaan alat musik tradisional Karo. Subjek penelitian adalah Bapak Pauzi Ginting, seorang pengrajin kulcapi setempat yang memiliki pengalaman panjang dalam membuat dan memainkan instrumen tersebut. Selain itu, penelitian juga melibatkan pemain kulcapi sebagai informan tambahan untuk memahami praktik penentuan nada dasar dalam konteks musikal Karo. Objek penelitian mencakup empat kulcapi dengan ukuran panjang yang berbeda, yang kemudian dianalisis untuk melihat keterkaitannya dengan nada dasar yang dihasilkan.

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi langsung, wawancara mendalam, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati proses pembuatan kulcapi oleh pengrajin serta mengamati perbedaan nada dasar yang muncul dari empat kulcapi dengan variasi panjang tersebut. Wawancara semi-terstruktur dilakukan dengan Bapak Pauzi Ginting untuk memperoleh informasi rinci mengenai teknik pembuatan, alasan menentukan panjang tertentu, serta pandangan tradisional tentang nada kulcapi. Dokumentasi dilakukan dengan mencatat ukuran fisik tiap kulcapi, merekam nada yang dihasilkan, serta mengumpulkan foto dan literatur pendukung. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan etnomatematika, yaitu menghubungkan praktik budaya dengan konsep matematika seperti perbandingan, proporsi, dan barisan untuk mengidentifikasi pola matematis dalam hubungan antara panjang kulcapi dan nada dasar yang dihasilkan. Analisis dilakukan melalui proses reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan sehingga diperoleh gambaran komprehensif mengenai integrasi antara aspek budaya dan matematika dalam pembuatan dan penggunaan kulcapi tradisional Karo.

HASIL DAN PEMBAHASAN

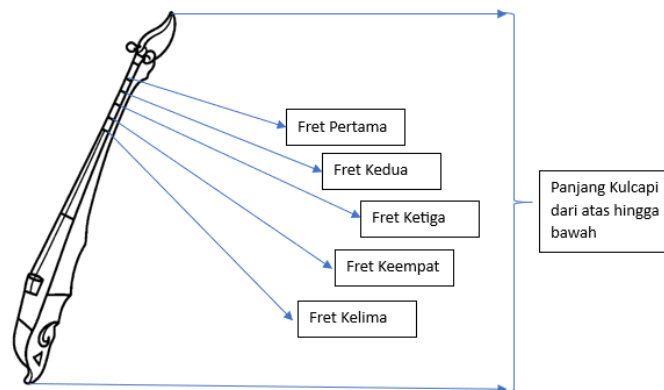
Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk menemukan pola matematika pada penentuan jarak antar fret alat musik kulcapi Karo, serta mengidentifikasi konstanta matematika yang digunakan pengrajin secara turun-temurun tanpa perhitungan formal. Fokus utama penelitian adalah letak fret keempat, yang oleh para pengrajin dianggap sebagai nada dasar, dan diyakini menjadi acuan untuk menentukan posisi fret lainnya.

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi dan pengukuran langsung pada empat buah kulcapi yang dibuat oleh pengrajin berbeda dan memiliki variasi panjang tubuh instrumen. Pengukuran dilakukan dari ujung atas (kepala kulcapi) menuju ke bawah (pangkal).

Tabel 1. Hasil Pengukuran Empat Kulcapi

Kulcapi ke-	Panjang Kulcapi (cm)	Fret 1 (cm)	Fret 2 (cm)	Fret 3 (cm)	Fret 4 / Nada Dasar (cm)	Fret 5 (cm)	Fret 6 (cm)	Fret 7 (cm)
1	78	11,5	14,1	16,7	19,5	21,3	-	-
2	80	12,3	14,8	17,3	20,0	21,8	-	-
3	81	11,65	14,65	17,45	20,25	22,95	24,95	30,95
4	82	11,7	14,7	17,7	20,5	23,5	25,5	-

Gambar 4. Ilustrasi Kulcapi



Gambar 5. Gambar Nyata Fret yang Terbuat dari Kuningan



Berdasarkan data pada Tabel 1, diperoleh temuan penting mengenai letak fret keempat, yaitu: Fret 4 Selalu Terletak pada Sekitar $\frac{1}{4}$ Panjang Kulcapi. Untuk melihat pola tersebut, dihitung perbandingan posisi fret keempat terhadap panjang total setiap kulcapi.

Tabel 2. Rasio Letak Fret 4 terhadap Panjang Kulcapi

Kulcapi ke-	Panjang Kulcapi (cm)	Letak Fret 4 (cm)	Rasio Fret 4 / Panjang	Mendekati...
1	78	19,5	$19,5 / 78 = 0,25$	$\frac{1}{4}$
2	80	20,0	$20 / 80 = 0,25$	$\frac{1}{4}$
3	81	20,25	$20,25 / 81 \approx 0,25$	$\frac{1}{4}$
4	82	20,5	$20,5 / 82 = 0,25$	$\frac{1}{4}$

Walaupun keempat kulcapi memiliki panjang berbeda (78–82 cm), posisi fret ke-4 selalu berada pada $\frac{1}{4}$ panjang total atau sangat mendekati nilai tersebut.

Tabel3. Konsistensi Letak Nada Dasar (Fret ke-4)

Panjang Kulcapi (cm)	Letak Fret 4 (cm)	Perhitungan Rasio	Hasil
78	19,5	$19,5 \div 78$	0,25
80	20,0	$20 \div 80$	0,25
81	20,25	$20,25 \div 81$	0,25
82	20,5	$20,5 \div 82$	0,25

Pembahasan

Berdasarkan wawancara ringan dengan pengrajin serta hasil observasi, tidak ada ukuran matematis tertulis yang digunakan dalam menentukan posisi fret. Pengrajin hanya menggunakan: pendengaran (insting nada), pengalaman turun-temurun, kepercayaan bahwa “nada dasar kulcapi berada pada fret keempat”. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa secara tidak sadar para pengrajin telah menggunakan rasio matematis konstan, yaitu:

Letak fret ke-4 $\approx 1 : 4$ dari panjang total kulcapi

Artinya fret keempat selalu berada seperempat panjang instrumen dari bagian atas. Hal ini membuktikan bahwa meskipun tidak ada rumus formal, terdapat struktur matematika yang konsisten di balik pembuatan kulcapi. Jika jarak antar fret dibandingkan antar kulcapi, terlihat bahwa meskipun panjang total dan jarak fret berbeda, kenaikan panjang antar fret relatif stabil.

Contoh pada kulcapi 80 cm:

Fret 1 $\rightarrow$ Fret 2 : selisih 2,5 cm

Fret 2 $\rightarrow$ Fret 3 : selisih 2,5 cm

Fret 3 $\rightarrow$ Fret 4 : selisih 2,7 cm

Fret 4 $\rightarrow$ Fret 5 : selisih 1,8 cm

Pola ini menunjukkan bahwa:

Jarak antar fret tidak bersifat linear,

Tetapi masih menunjukkan konsistensi struktur pola naik perlahan (menyerupai deret naik moderat),

Dan menjadi acuan terbentuknya nada.

Dalam etnomatematika, pola seperti ini dikenal sebagai pola pertumbuhan tidak seragam yang didapat dari praktik budaya, bukan dari perhitungan formal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penentuan letak fret pada alat musik tradisional kulcapi Karo mengandung pola matematika yang konsisten meskipun tidak didasarkan pada perhitungan formal. Fokus penelitian pada fret keempat menunjukkan bahwa fret tersebut selalu terletak pada sekitar seperempat panjang total kulcapi. Temuan ini berlaku pada seluruh sampel kulcapi yang diteliti, meskipun masing-masing memiliki variasi panjang instrumen.

Konsistensi letak fret keempat sebagai nada dasar membuktikan bahwa para pengrajin kulcapi secara tidak sadar telah menerapkan rasio matematis konstan, yaitu $1 : 4$ dari panjang total instrumen. Rasio ini digunakan sebagai acuan utama dalam menentukan posisi fret lainnya, sehingga membentuk struktur nada yang stabil dan diwariskan secara turun-temurun melalui praktik budaya.

Selain itu, analisis jarak antar fret menunjukkan bahwa perubahan jarak antar fret tidak bersifat linear, namun tetap memperlihatkan pola pertumbuhan yang terkontrol dan konsisten. Pola ini mencerminkan adanya struktur matematis berupa rasio dan pola numerik yang muncul dari pengalaman empiris pengrajin, bukan dari rumus matematika tertulis.

Dengan demikian, pembuatan kulcapi Karo dapat dipahami sebagai praktik budaya yang secara implisit memuat konsep-konsep matematika, khususnya rasio dan pola tidak seragam. Temuan ini menegaskan bahwa etnomatematika berperan penting dalam mengungkap struktur matematis dalam budaya lokal serta berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pembelajaran matematika kontekstual dan pelestarian budaya tradisional.

Sehingga diperoleh rumus universal:

$$F_4 = 1/4 L$$

Secara keseluruhan, penelitian ini menyimpulkan bahwa pembuatan kulcapi Karo mengandung struktur matematis yang jelas dan dapat diformulasikan, sekaligus menunjukkan bahwa pengetahuan tradisional memiliki dasar ilmiah yang kuat. Hasil penelitian ini tidak hanya menambah dokumentasi ilmiah mengenai alat musik tradisional, tetapi juga menyediakan rumus standar yang dapat diterapkan oleh pengrajin, pelaku seni, maupun masyarakat luas untuk membuat kulcapi dengan akurasi nada yang lebih stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bangun, P. (1989). *Kebudayaan Karo*. Medan: Universitas Sumatera Utara Press.
- D'Ambrosio, U. (2001). *Ethnomathematics: Link between traditions and modernity*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Hidayati, F. N., & Prahmana, R. C. I. (2022). Ethnomathematics research in Indonesia during 2015–2020: A systematic literature review. *Indonesian Journal of Ethnomathematics*, 1(1), 29–42. <https://doi.org/10.48135/ije.v1i1.29-42>
- Pathuddin, H., Kamariah, & Nawawi, M. I. (2021). Buginese ethnomathematics: Barongko cake explorations as mathematics learning resources. *Journal of Mathematics Education*, 12(2), 295–312. <https://doi.org/10.22342/jme.12.2.12695.295-312>
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2016). State of the art in ethnomathematics. In M. Rosa, U. D'Ambrosio, & D. C. Orey (Eds.), *Ethnomathematics and its diverse approaches for mathematics education* (pp. 11–37). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30120-4_2
- Sunzuma, G. (2025). Ethnomathematics-based technology in Indonesia: A systematic review. *Journal of Education and Learning*, 14(1), 1–15. <https://doi.org/10.1177/27527263241305812>
- Tarigan, S. (2014). *Musik Tradisional Karo: Fungsi dan Perkembangannya dalam Masyarakat*. Medan: Balai Pelestarian Nilai Budaya Sumatera Utara.