

Eksplorasi Etnomatematika Pada Alat Musik Gamelan Jawa (Kempul, Suwukan, dan Gong)

Yosafat Gilar Prastowo*, Henrikus Yoga Yunianto, Eduard Gregorius Blida
Tapoona, dan Adhi Surya Nugraha

Program Studi Sarjana Pendidikan Matematika, Universitas Sanata Dharma Jalan
Paingan, Krodan, Maguwoharjo, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

*yosafatandreas93@gmail.com

Abstract. Culture is one of the interesting and important exploratory studies to study. One of the cultural elements that can be studied through a mathematical approach is the Kempul, Suwukan, and Gong musical instruments in Javanese gamelan. The purpose of this research is to find out: (1) the history and philosophy of Kempul, Suwukan, and Gong and (2) the fundamental activities according to Bishop in Kempul, Suwukan and Gong. This study uses a qualitative approach with an ethnographic approach, which describes the musical instruments Kempul, Suwukan, and Gong as a medium for learning mathematics. The resource persons in this study were the supervisors and administrators of the Karawitan UKM at Sanata Dharma University. Data collection techniques used are observation, interviews, and documentation. The instrument of this research is the human instrument. The results of this study found mathematical concepts in Kempul, Suwukan, and Gong musical instruments based on the study of fundamental activities according to Bishop. Mathematical concepts in Kempul, Suwukan, and Gong include relations, equations of circles, three-dimensional geometry in the form of tubes and half spheres, and integral calculus especially on the volume of rotating objects using the disc method.

Keywords: gamelan Jawa, kempul, suwukan, dan gong, fundamental activity

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan ragam suku, ras, agama, dan wilayah. Keberagaman ini yang mengakibatkan Indonesia menjadi negara yang unik. Salah satu bahasan yang menjadi topik menarik adalah kebudayaan Indonesia. Koentjaraningrat (1974: 19) menerangkan kebudayaan sebagai seluruh sistem gagasan serta rasa, kegiatan, dan karya yang dihasilkan manusia dalam kehidupan bermasyarakat, yang dijadikan miliknya dengan belajar. Hal inilah yang mendasari akan pentingnya budaya sebagai bagian dari kehidupan bermasyarakat. Bahkan warisan kebudayaan diakui oleh UNESCO sebagai sesuatu yang harus dilestarikan.

Dalam upaya mengatasi krisis pemahaman budaya, pemerintah Indonesia telah berupaya membudayakan pendidikan budaya melalui pendidikan formal. Pendidikan matematika adalah pendidikan formal yang membantu melestarikan dan memelihara budaya Indonesia. Hal ini juga ditegaskan oleh (Bishop, 1994) kenyataan bahwa kebudayaan merupakan suatu bentuk dan telah menyatu dengan aspek kehidupan manusia. Matematika mendasari banyak bidang yang berbeda, sehingga sains dan teknologi tidak dapat memisahkan peran dari matematika (Komarudin & Thahir, 2019; Rodiawati & Komarudin, 2018). Oleh karena itu, tidak dapat dipungkiri bahwa matematika

merupakan pengetahuan yang penting dan dapat menjadi dasar untuk mempelajari dan mengatasi masalah-masalah yang dapat diteliti secara matematis. Hal yang sama tersirat dalam UU Sisdiknas No. 20 Tahun 2003 Pasal 37 menyatakan bahwa matematika merupakan salah satu mata pelajaran wajib bagi siswa sekolah dasar dan menengah pertama. Dalam kajian secara matematika, budaya merupakan salah satu studi eksplorasi yang menarik dan penting untuk dipelajari oleh siswa. Salah satu yang dapat menjembatani hubungan antara matematika dan budaya adalah etnomatematika. Zhang & Zhang (2010) menganggap etnomatematika sebagai studi tentang hubungan antara matematika dan konteks sosiokultural, menunjukkan bagaimana matematika diproduksi, ditransmisikan, disebarluaskan, dan dispesialisasikan dalam sistem budaya yang berbeda. D'Ambrosio tujuan etnomatematika adalah untuk mengenali bahwa ada cara-cara melakukan matematika, dengan mempertimbangkan pengetahuan matematika akademik yang dikembangkan oleh berbagai sektor masyarakat, mode yang berbeda di mana budaya yang berbeda berlatih metode klasifikasi, perhitungan, pengukuran, merancang bangunan, peralatan dan permainan (Fajriyah, 2018). Instrumen gamelan merupakan salah satu unsur budaya yang dapat dipelajari melalui pendekatan matematis. Salah satu unsur budaya yang dapat dipelajari secara matematis adalah alat musik gamelan.

Gamelan adalah kumpulan alat musik seperti Kenong, Gambang, Gendang, Kempul, Suwukan dan Gong. Gamelan berasal dari kata “gamel” yang dalam bahasa Jawa berarti atau menabuh, sedangkan akhiran “an” mengacu pada kata benda. Dengan demikian, gamelan dapat diartikan sebagai seperangkat alat musik yang dimainkan dengan cara mengetuk atau menabuh. Di Indonesia, alat musik gamelan banyak dijumpai di berbagai atau daerah. Namun, instrumen gamelan merujuk ke instrumen gamelan Jawa Tengah pada umumnya. Gamelan Jawa yang umumnya digunakan untuk mengiringi pertunjukan wayang dan tari. Perkembangan gamelan Jawa selanjutnya berdiri sendiri sebagai pertunjukan musik, dengan penyanyi sinden.

Salah satu alat musik yang berpengaruh dalam melodi seni pertunjukan musik adalah Kempul, Suwukan, dan Gong. Dilihat dari bentuknya, Kempul, Suwukan, dan Gong memiliki keunikan. Namun, Kempul dan Suwukan memiliki ukuran yang lebih kecil yang sering disebut gong kecil. Gong dalam gamelan berfungsi sebagai penanda akhir bagian lirik lagu yang panjang. Sedangkan Kempul berfungsi sebagai pengisi akord dalam setiap gamelan. Kempul juga berfungsi sebagai pendukung ritme yang menonjolkan ritme melodi. Kempul adalah bagian dari kelompok instrumen keras gamelan. Kempul biasanya digantung pada seperangkat gong. Kempul dimainkan dengan cara dipukul dengan pemukul yang ukurannya lebih kecil dari pemukul gong.

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk mengeksplorasi lebih dalam tentang karakteristik dan konsep matematika apa saja yang terdapat pada alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong. Dengan demikian, alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong yang menjadi media pembelajaran matematika yang akan dikaji dapat menjadi kajian yang menarik untuk di eksplorasi lebih mendalam.

2. Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dengan pendekatan etnografi yang menggambarkan instrumen musik Kempul, Suwukan, dan Gong sebagai sarana pembelajaran matematika. Pendekatan etnografi atau etnometodologi adalah pendekatan penelitian yang bertujuan untuk mendeskripsikan ciri-ciri budaya yang terdapat pada individu atau kelompok masyarakat yang tergabung dalam komunitas budaya (Hanurawan, 2016). Lokasi penelitian ini, yaitu, Ruang UKM Karawitan, Kampus II, Mrican, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta. Sumber data yang diperoleh dari Dr. Gregorius Budi Subanar, SJ. Teknik pengumpulan data melalui studi literatur, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Instrumen penelitian ini adalah *human instrument*, yaitu peneliti berperan sebagai instrumen.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sejarah dan Filosofi Alat Musik Tradisional Gamelan Jawa

Gamelan berasal dari bahasa Jawa “gamel” yang artinya memukul, sedangkan akhiran “an” merujuk pada kata benda. Secara umum dapat dipahami sebagai seperangkat musik yang dimainkan dengan cara dipukul. Bahkan, alat musik mirip gamelan juga ditemukan di berbagai wilayah Indonesia, tetapi istilah

Jawa mengacu pada gamelan Jawa Tengah pada umumnya. Instrumen musik gamelan dikenal di Jawa 326 Saka (404 M), dan deskripsi bagaimana gamelan dimainkan pada waktu itu dapat ditemukan di relief candi Borobudur dan Prambanan. Gamelan Jawa berirama lembut sering digunakan untuk mengiringi pertunjukan wayang kulit dan tarian. Dalam perkembangannya, gamelan Jawa pada waktu itu hanya berupa pertunjukan musik, dengan penyanyi yang dikenal dengan dengan sinden. Gamelan Jawa juga dimainkan sebagai musik kehormatan di keraton Jawa, dan hingga saat ini orang Jawa masih menggunakan gamelan sebagai pengiring pernikahan.

Secara tradisional, orang Jawa percaya bahwa instrumen gamelan diciptakan oleh Sang Hyang Guru Masa Saka. Dia diyakini sebagai dewa yang mengatur segalanya. Istananya terletak di Gunung Mahendra yang saat ini menjadi Gunung Lawu, di wilayah Medang. Saat itu yang pertama kali menciptakan alat musik Sang Hyang Guru Masa Saka adalah Gong. Gong digunakan untuk memanggil para dewa. Setelah itu, alat musik pengiring lainnya juga berfungsi untuk menyampaikan pesan khusus. Hingga kemudian terbentuklah kumpulan alat musik yang disebut instrumen. Alat musik gamelan sangat populer di Majapahit. Bahkan menyebar ke berbagai daerah seperti Bali Sunda. Dalam perkembangannya, alat musik berkembang seperti gamelan Jawa Tengah, gamelan Bali dan gamelan Sunda. Masing-masing gamelan tersebut memiliki perbedaan misalnya gamelan Jawa yang mempunyai nada yang lebih lembut. Sedangkan Gamelan Bali cenderung rancak serta gamelan Sunda terdengar mendayu dengan dominasi seruling.

3.2 *Aktivitas Fundamental Menurut Bishop Pada Alat Musik Tradisional Kempul, Suwukan, dan Gong*
 Berdasarkan 6 aktivitas fundamental yang dikemukakan oleh Bishop (1994), alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong memiliki aktivitas fundamental yang terkandung di dalamnya, yaitu:

3.2.1 *Counting (Menghitung)*

Dalam gamelan Jawa terdapat dua laras utama, yaitu slendro (bernada lima) dan pelog (bernada tujuh). Berdasarkan analisis Bishop, terdapat aktivitas fundamental menghitung di dalam Kempul, Suwukan, dan Gong, yaitu:

a. Kempul

Ada dua kelompok nada pada Kempul, yaitu slendro dan pelog. Nada-nada tersebut dapat diidentifikasi dengan nama masing-masing. Kemudian setiap jenis Kempul mewakili masing-masing nada. Misalnya Kempul 1 bernada siji, seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Penamaan Titi Laras dalam Kempul

Nomor	Angka Jawa		Nama Tradisional
	Nama Penuh	Nama Pendek	
1	Siji	Ji	Barang
2	Loro	Ro	Gulu
3	Telu	Lu	Dada
5	Lima	Ma	Lima
6	Enam	Nem	Nem

b. Suwukan

Gamelan Jawa umumnya memiliki Suwukan laras slendro (2,1,6) dan laras pelog (2,1,7). Sama halnya dengan kempul nada-nada tersebut dapat disebut dengan nama masing-masing yang dapat membedakan alat musik yang satu dengan lainnya.

c. Gong

Tuning umum gong sama dengan laras Suwukan yang membedakan tentang proses tuning adalah durasi gelombang suara, yang bervariasi dari delapan kali. Sama seperti tuning Suwukan, gelombang suara dihasilkan dari perbedaan frekuensi antara *rai* dan *recep*. Menurut pernyataan beberapa narasumber, terdapat dua cara membuat ombak pada Gong. yakni dengan merendahkan

recep dan meninggikan *rai*. Dua cara tersebut bisa digunakan salah satu. Akan tetapi, merendahkan frekuensi *recep* kurang menguntungkan karena suara dapat menjadi *nggembor* (cacat). Membuat ombak lebih menguntungkan dengan meninggikan frekuensi *rai*, dengan pertimbangan permukaan *rai* semakin tegang suara menjadi jernih dan panjang. Gong biasanya bernada tiga atau lima.

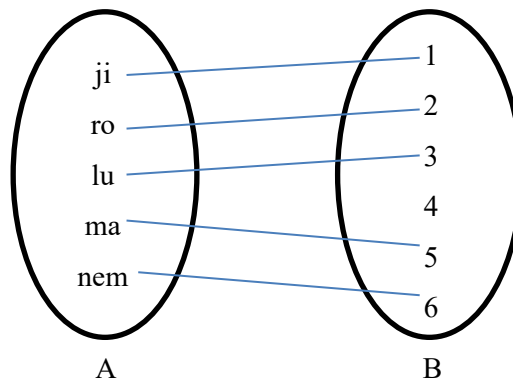
Berdasarkan kajian di atas, terdapat konsep matematikanya, jika ditinjau berdasarkan aktivitas fundamental menurut Bishop (1994), yaitu mengenai *counting* (menghitung). Konsep matematika yang akan dibahas adalah mengenai relasi berdasarkan penamaan titi laras pada Kempul, Suwukan, dan Gong.

Suatu relasi dapat diartikan sebagai disposisi yang suatu himpunan dengan himpunan lainnya. Himpunan A dan himpunan B dikatakan mempunyai relasi bila terdapat anggota himpunan yang saling berpasangan. Hubungan antara dua himpunan dapat dinyatakan dengan cara, yaitu dengan diagram panah, diagram dan himpunan pasangan terurut. Konsep relasi yang terdapat pada titi laras Kempul, Suwukan, dan Gong adalah sebagai berikut.

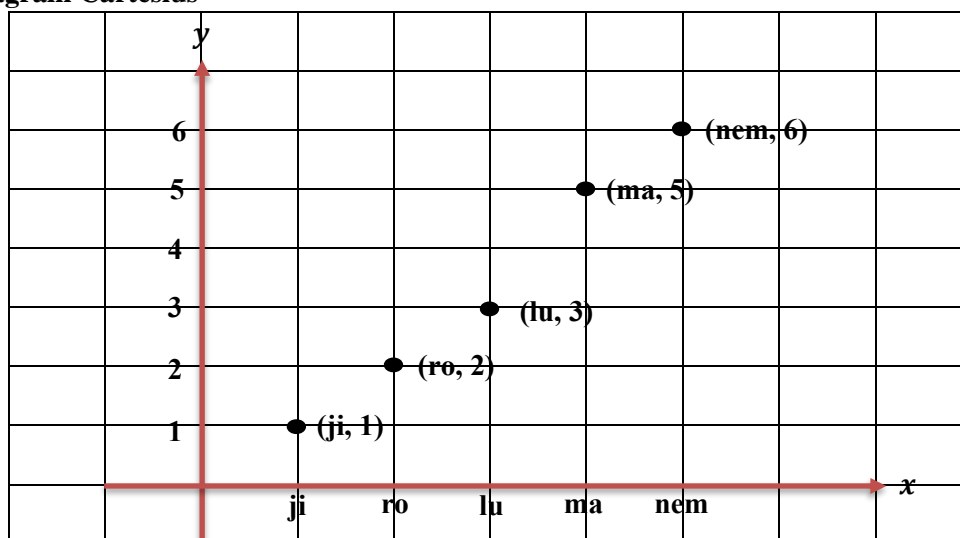
a. Kempul

Diketahui $A = \{ji, ro, lu, ma, nem\}$ dan $B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$. Relasi “representasi bilangan” dari himpunan A ke himpunan B dapat dinyatakan dengan diagram panah, diagram Cartesius dan himpunan pasangan berurutan sebagai berikut.

- **Diagram Panah**



- **Diagram Cartesius**



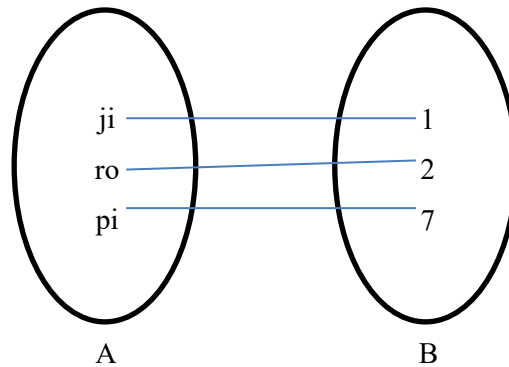
- **Himpunan Pasangan Berurutan**

$$R = \{(ji, 1), (ro, 2), (lu, 3), (ma, 5), (nem, 6)\}$$

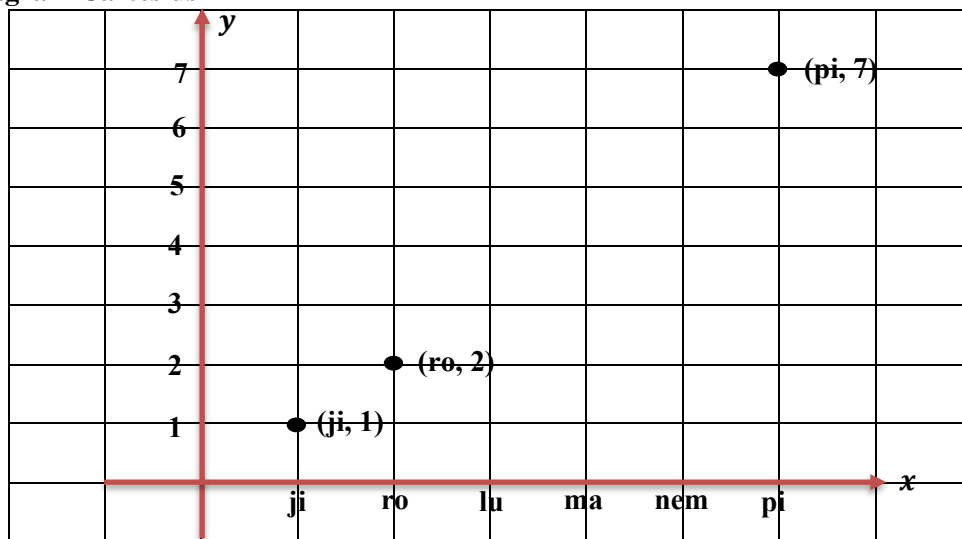
b. Suwukan

Diketahui $A = \{ji, ro, pi\}$ dan $B = \{1, 2, 7\}$. Relasi “representasi bilangan” dari himpunan A ke himpunan B dapat dinyatakan dengan diagram panah, diagram Cartesius dan himpunan pasangan berurutan sebagai berikut.

- **Diagram Panah**



- **Diagram Cartesius**



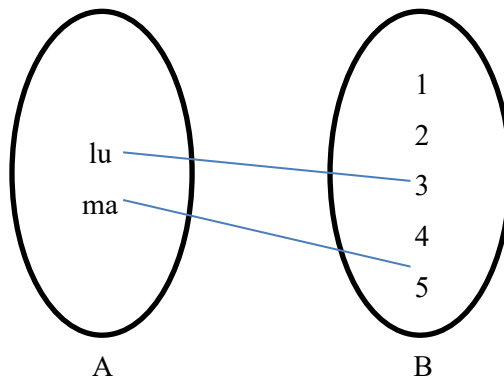
- **Himpunan Pasangan Berurutan**

$$R = \{(ji, 1), (ro, 2), (pi, 7)\}$$

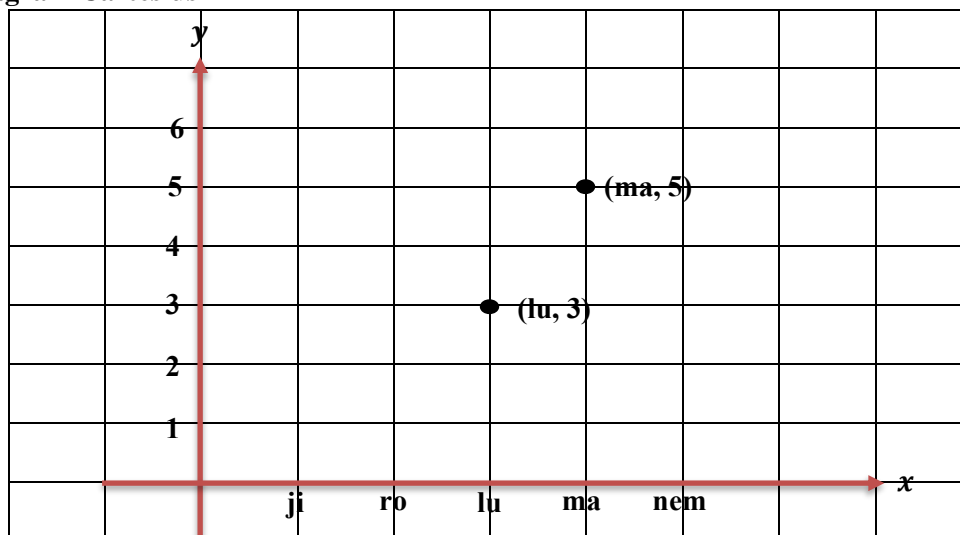
c. Gong

Diketahui $A = \{lu, ma\}$ dan $B = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Relasi “representasi bilangan” dari himpunan A ke himpunan B dapat dinyatakan dengan diagram panah, diagram Cartesius dan himpunan pasangan berurutan sebagai berikut.

• Diagram Panah



• Diagram Cartesius



• Himpunan Pasangan Berurutan

$$R = \{(lu, 3), (ma, 5)\}$$

3.2.2 Measuring (Mengukur)

Gong sendiri dikelompokkan menjadi tiga yakni: Kempul, Suwukan, dan Gong. Dalam aktivitas fundamental menurut Bishop (1994), terdapat unsur *measuring* (mengukur) dalam melaras Gong. Secara organologis gong memiliki bagian-bagian yang memiliki fungsi berbeda-beda. Adapun bagian-bagian Gong dapat digambarkan sebagai berikut.

- _____ Bahu
- _____ Rai bagian luar
- _____ Pasu
- _____ Wideng
- _____ Pencu
- _____ Rai bagian dalam



Gambar 1 Bagian-bagian Gong

Pencu adalah sumber getaran dan pukulan ketika gong berbunyi. Rai adalah tempat untuk mengatur frekuensi gong. Pasu adalah penghalang antara rai dan yang berfungsi sebagai pembagi tegangan. Bahu berfungsi sebagai resonator.

Dalam proses pembuatan alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong, sistem pengukuran antara setiap bagian-bagian sangat penting. Hal ini akan mempengaruhi suara atau nada yang dihasilkan. Bentuk dan jarak masing-masing bagian yang berbeda-beda akan berpengaruh terhadap sistem getar dalam memproduksi suara.

a. Kempul

Saat menyelaraskan kempul, proses awal yang dilakukan adalah meratakan jari-jari, menyesuaikan jari-jari dan juga menekan permukaan resep agar lebih rendah dari jari-jari. Kemudian untuk mendapatkan suara dasar, prosedur mengatur tegangan rai dan penerimaan. Rangkaian proses kerja dimulai dengan menempelkan bola tanah liat pada pencu (mengukur). Kemudian sesuaikan suara tinggi dan rendah, *smoothing*, dan *tuning*. Di dalam proses pembuatan ini terdapat aktivitas mengukur.

b. Suwukan

Suwukan pada umumnya memiliki suwukan laras slendro (2,1,6) dan laras pelog (2,1,7). Secara umum teknik pelarasannya sama dengan Kempul. Hal yang berbeda adalah pengaturan frekuensi *rai* dan *recep* guna mendapatkan ombak suara. Proses menghitung yang terdapat di dalamnya adalah menentukan jarak masing-masing bagian pada Suwukan.

c. Gong

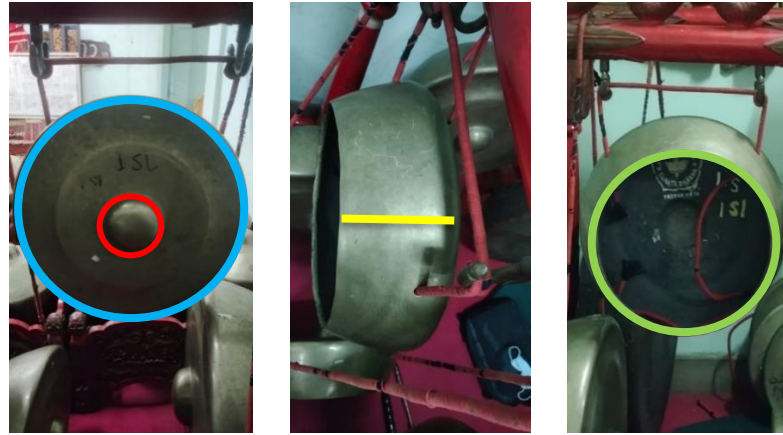
Pelarasan Suwukan dan Gong secara umum sama. Hal yang berbeda adalah proses melaras Gong. Hal yang diperhatikan dalam proses melaras Gong adalah durasi ombak suara yang berjumlah antara enam sampai dengan delapan kali (Risnandar, 2017).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilakukan oleh peneliti, berikut adalah ukuran keliling dan tinggi yang dimiliki oleh Kempul, Suwukan, dan Gong.

a) Kempul

Tabel 2. Ukuran Keliling dan Tinggi Kempul

No.	Keterangan	
	Bentuk	Ukuran Keliling dan Tinggi
a	Lingkar biru	46 cm
a	Lingkar merah	33 cm
b	Garis kuning	15 cm
c	Lingkar hijau	36 cm

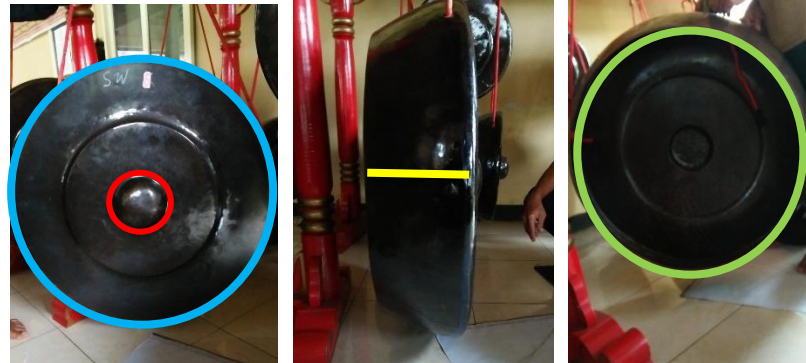


(a) (b) (c)

b) Suwukan

Tabel 2. Ukuran Keliling dan Tinggi Suwukan

No.	Keterangan	
	Bentuk	Ukuran Keliling dan Tinggi
a	Lingkaran biru	80 cm
a	Lingkaran merah	46 cm
b	Garis kuning	20 cm
c	Lingkaran hijau	68 cm



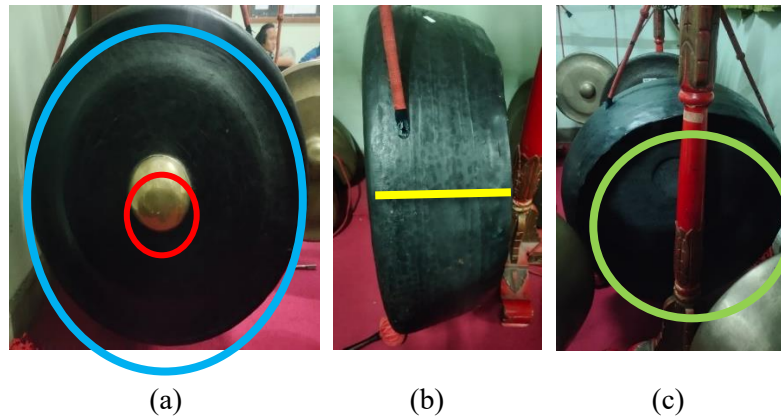
(a) (b) (c)

Gambar 3 Alat musik tradisional Suwukan

c) Gong

Tabel 4. Ukuran Keliling dan Tinggi Gong

No.	Keterangan	
	Bentuk	Ukuran Keliling dan Tinggi
a	Lingkaran biru	90 cm
a	Lingkaran merah	60 cm
b	Garis kuning	27 cm
c	Lingkaran hijau	77 cm



Gambar 4 Alat musik tradisional Gong

3.2.3 Locating (Menempatkan)

Pada permainan alat musik gamelan Jawa, penyusunan setiap alat musik memiliki aturan khusus sesuai dengan kedudukan dan fungsinya masing-masing. Ada yang memiliki peran sebagai pemimpin, harmonisasi, pembuka, penutup, penyeimbang dan lainnya. Tinggi rendahnya suara yang dihasilkan juga mempengaruhi keharmonisan dalam sebuah permainan gamelan. Oleh karena itu, penyusunan tata letak dan kondisi ruangan sangat mempengaruhi keharmonisan dan estetika permainan gamelan. Salah satunya adalah penempatan Kempul, Suwukan, dan Gong. Berdasarkan analisis Bishop, aktivitas fundamental yang dapat dikaji dari penempatan Kempul, Suwukan, dan Gong adalah sebagai berikut.

a. Visualisasi

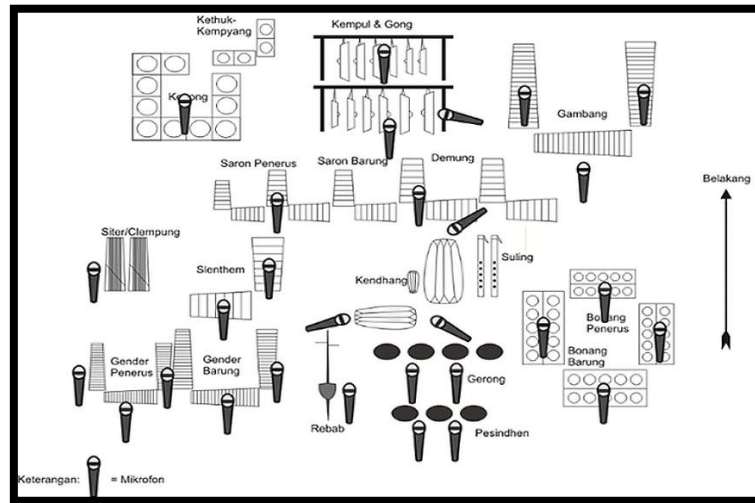


Sumber: <https://geometryarchitecture.wordpress.com/2015/06/03/geometri-dalam-pertunjukan-gamelan-jawa/>

Gambar 5 Pertunjukan gamelan Jawa

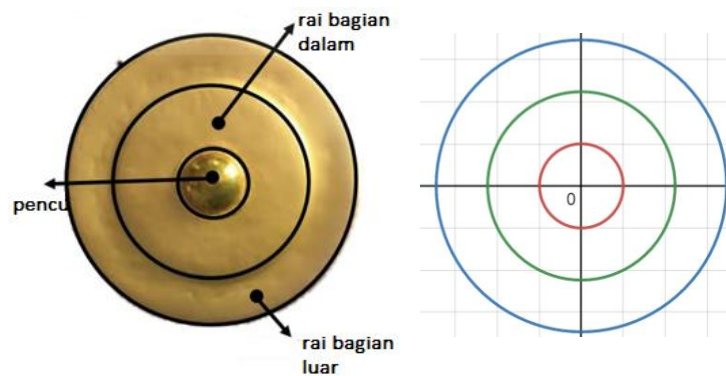
Alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong yang perannya menjadi pemimpin dan ukurannya lebih tinggi di tempatkan di bagian tengah. Hal ini bertujuan untuk mengurangi dominasi. Pola penyusunan ini sangat memperhatikan unsur estetika, keharmonisan nada, dan unsur kesatuan satu sama lain (geometris). Sehingga pertunjukan alat musik gamelan tidak hanya menunjukkan suara yang harmonis tetapi juga visual yang menarik.

b. Harmonisasi



Gambar 6 Penempatan alat musik gamelan Jawa

Struktur penempatan alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong dalam permainan alat musik gamelan sangat memperhatikan keharmonisan sebuah lagu. Artinya setiap alat musik gamelan tidak menonjolkan karakter masing-masing dan saling melengkapi. Untuk itu formasi penempatan alat musik ini diletakkan berdasarkan fungsi dan nada yang dihasilkan. Berdasarkan gambar di atas alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong biasanya ditempatkan di bagian tengah. Hal ini sesuai dengan fungsinya sebagai pemain irama. Kemudian alasan lainnya adalah agar nada yang dihasilkan tidak lebih dominan daripada alat musik lainnya.



Gambar 7 Ilustrasi gong menggunakan persamaan lingkaran

Pada Gambar 7 di atas terdapat aspek fundamental yang dapat dikaji dari struktur penempatan. Jika ditinjau secara matematis, aktivitas *locating* dapat dikaji dengan persamaan lingkaran di titik (0,0). Rumus persamaan lingkaran tersebut adalah

$$x^2 + y^2 = r^2 \quad (1)$$

dengan r adalah jari-jari lingkaran.

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan terhadap keliling Kempul, Suwukan, dan Gong dapat diperoleh rumus persamaan lingkaran di titik (0,0). Rangkuman rumus persamaan lingkaran ditunjukkan pada tabel berikut ini:

a. Kempul

Tabel 5. Ukuran Keliling Kempul dan Rumus Persamaan Lingkaran di Titik (0,0)

No.	Keterangan		
	Bentuk	Ukuran Keliling dan Tinggi	Persamaan
1	Lingkaran biru	46 cm	$x^2 + y^2 = \frac{529}{\pi^2}$
2	Lingkaran merah	33 cm	$x^2 + y^2 = \frac{272,25}{\pi^2}$
3	Lingkaran hijau	36 cm	$x^2 + y^2 = \frac{324}{\pi^2}$

b. Suwukan

Tabel 6. Ukuran Keliling Suwukan dan Rumus Persamaan Lingkaran di Titik (0,0)

No.	Keterangan		
	Bentuk	Ukuran Keliling dan Tinggi	Persamaan
1	Lingkaran biru	80 cm	$x^2 + y^2 = \frac{1.600}{\pi^2}$
2	Lingkaran merah	46 cm	$x^2 + y^2 = \frac{529}{\pi^2}$
3	Lingkaran hijau	68 cm	$x^2 + y^2 = \frac{1.156}{\pi^2}$

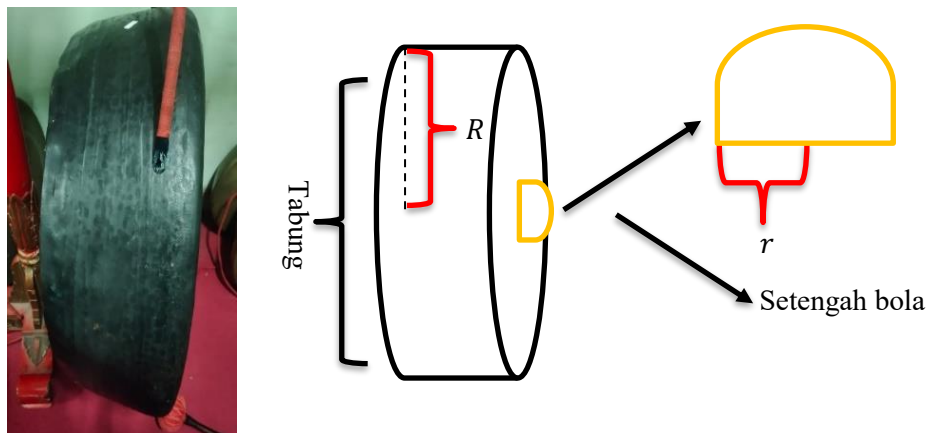
c. Gong

Tabel 7. Ukuran Keliling Gong dan Rumus Persamaan Lingkaran di Titik (0,0)

No.	Keterangan		
	Bentuk	Ukuran Keliling dan Tinggi	Persamaan
1	Lingkaran biru	90 cm	$x^2 + y^2 = \frac{2.025}{\pi^2}$
2	Lingkaran merah	60 cm	$x^2 + y^2 = \frac{900}{\pi^2}$
3	Lingkaran hijau	77 cm	$x^2 + y^2 = \frac{1.482,25}{\pi^2}$

3.2.4 *Designing (Mendesain)*

Alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong memiliki pola dan desain yang unik. Bentuk atau pola dari masing-masing alat musik ini dirancang sedemikian rupa sehingga menghasilkan suatu alat musik yang memiliki ciri khas dalam bentuknya tersendiri. Pada dasarnya alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong memiliki bentuk yang sama, akan tetapi memiliki perbedaan pada ukuran yang menonjol. Jika dilihat dari samping, maka terdapat konsep matematika seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 8 Bentuk gong tampak samping

Pada gambar di atas ini, proses pembuatan Kempul, Suwukan, dan Gong di desain mengikuti pola gabungan tabung dan setengah bola. Pola gabungan tersebut saling mempengaruhi satu sama lain. Besar volume tabung akan dijumlah dengan volume setengah bola (*pencu*). Dengan demikian, larsan nada yang dihasilkan akan akurat dan memberikan frekuensi yang khas sesuai karakteristik masing-masing alat musik tersebut. Berdasarkan bentuk dari alat musik tersebut, terdapat konsep matematis yang dapat dikaji, yaitu rumus volume tabung dan volume setengah bola. Secara matematis akan diperoleh:

$$\text{Volume gong} = \text{volume tabung} + \text{volume setengah bola}$$

$$\text{Volume gong} = \pi R^2 t + \frac{2}{3} \pi r^3$$

$$\text{Volume gong} = \pi \left(R^2 t + \frac{2}{3} r^3 \right) \quad (2)$$

dengan R adalah jari-jari tabung dan r adalah jari-jari setengah bola.

3.2.5 *Playing (Bermain)*

Kempul, Suwukan, dan Gong memiliki fungsi yang berbeda-beda dalam menentukan irama sebuah permainan gamelan. Teknik yang dimainkan dalam permainan alat musik ini pun harus memperhatikan unsur kesenian dan keharmonisan dalam sebuah lagu. Dalam teknik permainan alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong terdapat aktivitas fundamental yang dapat dikaji yaitu, ketukan irama Kempul, Suwukan, dan Gong serta teknik memukul dalam menentukan tinggi rendahnya suara yang dihasilkan.

1. Kempul

Alat musik Kempul mempunyai peran sebagai penegas irama dalam gending. Dalam gamelan, kempul terdiri dari 8 hingga 10 buah kempul dengan nada yang berbeda-beda. Cara memainkan Kempul adalah dengan memukulnya dengan pemukul yang terbuat dari kayu berlapis kain maupun karet tebal.

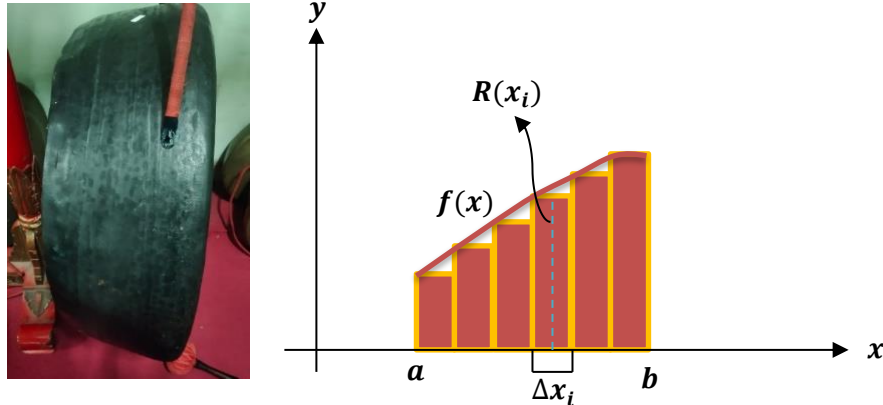
2. Gong

Peran alat musik Gong juga sederhana, yakni sebagai tanda awal dan akhir dalam gending atau lagu gamelan. Cara memainkan gong adalah dengan memukulnya dengan pemukul kayu khusus. Pada bagian ujung kayu terdapat semacam pentul.

3.2.6 *Explaining (Menjelaskan)*

Aktivitas fundamental yang terakhir pada fokus kajian peneliti dalam penelitian ini adalah peneliti akan memaparkan konsep matematika seperti pemodelan matematika baik secara geometri maupun kalkulus yang dapat dibentuk melalui alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong. Sebagai contoh rumus volume benda putar pada materi kalkulus integral dapat ditentukan melalui alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong.

Konsep Kalkulus Integral – Volume Benda Putar: Metode Cakram



Gambar 9 Gong tampak samping dan ilustrasinya dalam bentuk partisi

Variabel a dan b merupakan batas bawah kurva, sedangkan $f(x)$ merupakan batas atas atau kurva pada grafik di atas. Daerah merah terbentuk dari jumlahan persegi panjang-persegi panjang yang dibuat dari partisi-partisi berwarna kuning. Dikarenakan jumlahan partisi persegi panjang sangat banyak, maka jumlahan partisi tersebut akan menghampiri bentuk kurva atau daerah berwarna merah.

Jika salah satu partisi diambil di interval i , maka lebar dari partisi tersebut adalah Δx_i dan tinggi atau panjang dari partisi tersebut adalah $R(x_i)$. Berdasarkan grafik di atas, jika partisi-partisi tersebut diputar terhadap sumbu- x , maka hasil perputarannya akan membentuk alat musik tradisional Kempul, Suwukan, dan Gong. Hasil perputaran salah satu partisi akan terbentuk seperti cakram sehingga lebar dari tinggi cakram akan sama dengan lebar dari partisi persegi panjang sebelum diputar. Oleh karena itu, tinggi dari cakram tersebut adalah $R(x_i)$. Selanjutnya, jari-jari cakram yang terbentuk akan sama dengan tinggi dari partisi persegi panjang atau jari-jari cakram tersebut adalah Δx_i .

Rumus atau formula volume cakram adalah $V = \pi R^2 t$. Berdasarkan grafik di atas, R akan sama dengan $R(x_i)$ dan t akan sama dengan Δx_i . Sehingga jika volume tersebut jika diaproksimaksikan akan diperoleh:

$$\Delta V_i = \pi [R(x_i)]^2 \Delta x_i \quad (3)$$

Volume yang terbentuk tersebut merupakan salah satu cakram yang terbentuk, sehingga daerah berwarna merah pada grafik di atas merupakan jumlahan persegi panjang yang sangat banyak. Akibatnya cakram yang terbentuk juga akan sangat banyak dan bentuknya akan menghampiri bentuk alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong. Sehingga jumlahan volume cakram sampai n -cakram akan diperoleh:

$$V_i = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_n \quad (4)$$

Berdasarkan jumlahan Riemann, volume-volume tersebut akan didekatkan menggunakan limit tak hingga. Sehingga diperoleh:

$$V = \lim_{x \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \Delta V_i = \lim_{x \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \pi [R(x_i)]^2 \Delta x_i \quad (5)$$

Bentuk $\lim_{x \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \pi [R(x_i)]^2 \Delta x_i$ dapat dinyatakan ke dalam bentuk integral tentu, yaitu:

$$V = \int_a^b \pi [R(x)]^2 dx = \pi \int_a^b [R(x)]^2 dx \quad (6)$$

dengan $R(x)$ merupakan jari-jari cakram. Dengan demikian, alat musik tradisional Kempul, Suwukan, dan Gong terdapat konsep matematika khususnya pada bidang kalkulus, yaitu menentukan volume benda putar dengan metode cakram.

4. Penutup

4. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa berdasarkan cerita seperangkat alat musik gong, yaitu Kempul, Suwukan, dan Gong adalah alat musik gamelan yang pertama kali diciptakan untuk memanggil para dewa. Kemudian diciptakan pula alat musik pengiring untuk menyampaikan pesan yang sifatnya tertentu. Hingga kemudian terbentuklah gamelan dalam bentuk ansambel yang utuh. Selain itu, berdasarkan kajian aktivitas fundamental menurut Bishop (1994), dapat ditemukan konsep matematika pada alat musik gamelan Jawa khususnya pada alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong antara lain: (1) aktivitas menghitung dapat dijumpai konsep relasi, (2) aktivitas penempatan dapat dijumpai konsep persamaan lingkaran, (3) aktivitas mendesain dapat dijumpai konsep geometris dimensi tiga berupa tabung dan setengah bola, dan (4) aktivitas menjelaskan dapat dijumpai konsep kalkulus integral terkhusus pada volume benda putar menggunakan metode cakram. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, penelitian ini tidak mengkaji konsep sejarah dan filosofis dan matematis yang terkandung dalam alat musik Kempul, Suwukan, dan Gong dari kajian kegiatan fundamental menurut Bishop (1994). Oleh karena itu, bagi peneliti yang ingin mempelajari gamelan Jawa khususnya pada alat musik Kempul, Suwukan dan Gong, disarankan untuk mendalami bagian-bagiannya.

Daftar Pustaka

- Bishop, A. (1988b). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers.
- Dinas Pariwisata dan Kebudayaan DKI Jakarta. (2019). *Gamelan Jawa Seni Musik*. Diakses dari *Gamelan Jawa*, Seni Musik. PDF (isi.ac.id)
- Fajriyah, E. (2018). *Peran etnomatematika terkait konsep matematika dalam mendukung literasi*. In PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika (Vol. 1, pp. 114-119).
- Hanurawan, F. (2016). *Metode Penelitian Kualitatif Untuk Ilmu Psikologi*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Kemendiknas. (2006). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 Tentang Sistem Pendidikan Nasional*. Jakarta: Kemendiknas
- Koentjaraningrat. (1974). *Beberapa pokok antropologi sosial*. Jakarta: PT Dian.
- Maryani, A, et al (2022). Studi etnomatematika aktivitas menghitung hari baik dalam pernikahan masyarakat Kampung Adat Pulo. *Jurnal Penelitian Pendidikan dan Pengajaran Matematika*, 8(1),73-84
- Risnandar. (2017). Teknik Pelarasan Gamelan Jawa pada Instrumen Gender dan Gong. *Jurnal Pengetahuan, Pemikiran, dan Kajian Tentang "Bunyi*, 17, 49–57.
- Setiana, D.S., et al. (2021). Eksplorasi Etnomatematika di Museum Kereta Kraton Yogyakarta dan Pengintegrasinya ke dalam Pembelajaran Matematik. *Ethnomathematics Journal*, 2(1), 1-10
- Trisnowati, E. (2017). Analisis Frekuensi Pada Gong Laras Slendro. *Indonesian Journal of Science and Education*, 1(1), 30–35.
- Ulumuddin, Ihya, et al. (2013). *Kebudayaan Indonesia: Lestarikan Apa Yang Hendak Dilestarikan?* Jakarta: PT Gading Inti Prima
- Zhang, W., & Zhang, Q. (2010). Ethnomathematics and Its Integration within the Mathematics Curriculum. *Journal of Mathematics Education © Education for All*, 3(1), 151–157