

Analisis Aspek Fundamental Matematika pada Alat Musik Slenthem, Gender, dan Gong

Leo Kumara Dihyan Wasa Wisista *, Marsela Eleonora Raga
Universitas Sanata Dharma, D. I. Yogyakarta, Indonesia
*Corresponding Author e-mail: leokumara48@gmail.com

Abstract

This study aims to find out what aspects of ethnomathematics exist in Javanese Gamelan based on fundamental mathematical activities in ethnomathematics. The type of research used in this research is qualitative research. The data was obtained through interviews, observation, and documentation. The instruments in this research consist of the main instrument, namely the researcher himself, and auxiliary instruments in the form of interview guides and documentation tools. The results of this study show that there are fundamental mathematical activities in ethnomathematics, such as counting, locating, measuring, designing, playing, and explaining Javanese gamelan. It is possible to prepare mathematics teaching materials using Javanese gamelan ethnomathematics so that mathematics contributes to the preservation of national culture with the existence of fundamental mathematical activities on Javanese gamelan musical instruments.

Keywords: *Ethnomathematics; Javanese Gamelan; Qualitative Research*

1. Pendahuluan

Budaya merupakan pembicaraan yang tak pernah habis dalam berita masyarakat. Setiap daerah pasti memiliki kebudayaannya masing-masing. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, budaya dapat diartikan sebagai suatu cara hidup yang terdapat pada sekelompok manusia yang telah berkembang dan diturunkan dari generasi ke generasi dari sesepuh kelompok tersebut. Budaya memiliki pengaruh Pesatnya perkembangan teknologi beserta derasnya arus globalisasi mempengaruhi perubahan pola hidup masyarakat baik budaya bangsa beserta budaya lokal. Budaya juga berpengaruh terhadap pendidikan yang ada di suatu daerah, terutama pendidikan matematika. Oleh karena itu, banyak peneliti yang mengkaji mengenai Etnomatematika.

Etnomatematika berasal dari kata *etno*, *mathema*, dan *tics*. *Etno* berarti mengacu pada konteks sosial budaya, *mathema* berarti bermakna menjelaskan, mengetahui, memahami, dan melakukan aktivitas, serta *tics* yang berarti memiliki kesamaan makna dengan kata teknik, metode, cara (Rosa dan Orey, 2011). Menurut Guru Besar Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran Prof. Dr. Budi Nurani Ruchjana, M.S., etnomatematika merupakan kajian yang mengaitkan hubungan antara matematika dan budaya. Dengan adanya Etnomatematika, tenaga pendidik, terutama guru matematika, dapat menerapkan budaya sebagai konteks dari bahan ajar yang akan disampaikan.

Konteks dalam pembelajaran sangat penting karena konteks dapat membantu siswa untuk membayangkan dan mengimajinasikan materi pembelajaran yang sedang

berlangsung. Tentu dalam hal ini konteks tersebut diambil dari hal yang dekat dengan para murid, contohnya adalah budaya di daerah itu sendiri, permainan, atau masalah lain yang dekat dengan mereka. Pembelajaran yang seperti ini kerap kali disebut juga sebagai pembelajaran kontekstual. Manfaat dari pembelajaran kontekstual yaitu, mampu meningkatkan kemampuan peserta didik dalam berpikir cermat, kritis, logis dan sistematis; pemahaman yang didapat bisa bertahan lebih lama, karena selain memahami, para murid juga dapat menerapkannya; para murid menjadi peka dengan lingkungan sekitar; dan mampu meningkatkan kreativitas para murid dalam menyelesaikan masalah yang ada di sekitar, sesuai dengan ilmu yang ada.

Pulau Jawa memiliki banyak budaya di dalamnya yang dapat dihubungkan dengan etnomatematika. Salah satunya adalah Gamelan Jawa. Penelitian kali ini penulis lakukan untuk mengkaji lebih dalam mengenai Gamelan Jawa, khususnya alat musik Slenthem, Gender, dan Gong. Gamelan Jawa adalah alat musik tradisional yang telah dikenal sebagai salah satu warisan budaya masyarakat Jawa. Setiap daerah memiliki gamelan yang berbeda, contohnya Gamelan Bali yang berbeda kegunaannya dengan Gamelan Jawa.

Gamelan Jawa sangat dekat dengan kebudayaan masyarakat Jawa. Bentuk dari berbagai alat musik Gamelan juga unik dan bervariasi. Ukuran dan bentuk geometris dari gamelan merupakan bagian penting untuk mengatur nada. Karena kedekatan dan keunikan Gamelan Jawa ini, penulis memutuskan untuk membuat kajian lebih lanjut mengenai Etnomatematika pada Gamelan Jawa, khususnya pada alat Musik Slenthem, Gender, dan Gong. Selain dapat mengetahui rincian dan seluk beluk dari alat musik tersebut, kita juga dapat melestarikan dan membuat masyarakat tertarik dengan Gamelan Jawa. Berikut beberapa artikel yang mengkaji mengenai Etnomatematika Gamelan Jawa, yaitu "Etnomatematika Pada Alat Musik Gamelan Jawa", "Etnomatematika: Eksplorasi Gamelan Jawa Karawitan dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM)", dan "Etnomatematika pada Alat Musik Tradisional Kendang dalam Kesenian Gamelan Jawa dengan Mengaitkan Konsep Matematika".

Tujuan dari penulisan proyek ini adalah untuk mencari tahu apa saja aspek Etnomatematika yang ada pada alat musik Slenthem, Gender, dan Gong yang didasari oleh aktivitas fundamental matematika dalam etnomatematika. Ada pun nantinya output dari penelitian ini adalah sebagai landasan dari penyusunan bahan ajar untuk digunakan nantinya. Oleh karena itu, pengkajian Etnomatematika pada Alat Musik Slenthem, Gender, dan Gong ini nantinya diharapkan dapat menjadi kajian matematika dan dapat dijadikan sebagai media pembelajaran matematika.

2. Metode

Partisipan dalam penelitian ini adalah Bapak A. E. Sugeng Dwiharso dan Bapak Pancasona Adjie. Beliau merupakan seorang praktisi seni dan guru. Beliau juga mengajar musik orchestra khususnya gamelan Jawa. Fokus penelitian ini digunakan untuk menganalisis aspek fundamental matematika pada alat musik slenthem, gender, dan gong. Instrumen penelitian yang penulis gunakan adalah instrumen non tes berupa observasi, studi literatur, wawancara, dan juga dokumentasi.

Peneliti mengambil narasumber dengan memperhatikan latar belakang dan juga koneksi yang peneliti punya. Narasumber peneliti ambil dengan memilah latar belakang dari beberapa guru musik yang peneliti kenal. Kemudian peneliti bertanya kepada guru musik tersebut mengenai latar belakang musik yang mereka kuasai. Dari pertanyaan tersebut, peneliti memilih dua narasumber yang sesuai dengan penelitian yang peneliti lakukan.

Metode yang digunakan adalah metode penelitian kualitatif. Menurut Saryono (2010), Penelitian kualitatif merupakan penelitian yang digunakan untuk menyelidiki, menemukan, menggambarkan, dan menjelaskan kualitas atau keistimewaan dari pengaruh sosial yang tidak dapat dijelaskan, diukur atau digambarkan melalui pendekatan kuantitatif. Menurut Moleong (2005:6) penelitian kualitatif adalah penelitian yang bermaksud untuk memahami fenomena tentang apa yang dialami oleh subjek penelitian. Metode penelitian kualitatif merupakan metode untuk meneliti kondisi alamiah dari suatu objek penelitian.

Data yang peneliti dapat berasal dari berbagai sumber. Pertama, peneliti mengkaji beberapa jurnal dan artikel yang ada mengenai gamelan Jawa. Artikel digunakan untuk membangun pengetahuan penulis mengenai gamelan. Setelah mengetahui informasi dasar, penulis melakukan wawancara dengan beberapa narasumber yang ahli dan mengetahui seluk-beluk mengenai gamelan Jawa. Penulis merekam dan mencatat hasil wawancara untuk dikaji lebih lanjut.

Data yang telah didapat akan dikaji berdasarkan enam aktivitas fundamental matematika dalam etnomatematika. Aktivitas fundamental ini meliputi menghitung/membilang, menempatkan, mengukur, mendesain, bermain, dan menjelaskan. Data diuraikan berdasarkan aktivitas-aktivitas tersebut dan dari uraian tersebut peneliti dapat mengambil kesimpulan yang menjawab rumusan masalah yang ada.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sejarah Gamelan

Gamelan Jawa merupakan alat musik tradisional yang sudah dikenal sejak 404 M. Penggambaran permainan Gamelan Jawa dapat dilihat dari relief yang terdapat pada Candi Borobudur. Awalnya gamelan ditemukan dan mulai dikenal sejak tahun 800-an. Namun diperkirakan gamelan sudah ada sejak tahun 300-an.



Gambar 1. Set Gamelan

Pada masa kekuasaan kerajaan Majapahit, awal mula alat musik yang ada itu mayoritas merupakan alat musik tiup dan gesek. Namun setelah Budha masuk,

barulah dikenalkan alat musik pukul logam. Walaupun demikian, jauh sebelum itu bangsa kita telah mengenal alat musik nekara. Sehingga, gamelan dan alat musik pukul di Indonesia mayoritas merupakan pengaruh dari budaya Cina (Budha) dan juga nekara.

3.2. Aktivitas Fundamental Matematis Menurut Bishop

3.2.1. *Counting* (Menghitung/Membilang)

Menurut Bishop aktivitas *counting* adalah aktivitas yang digunakan untuk membantu masyarakat dalam mempresentasikan suatu objek yang dimiliki dengan objek lain yang memiliki nilai sama. Terdapat beberapa hal pada aktivitas ini, yaitu kuantifikasi/kuantor, nama-nama bilangan, penggunaan jari dan bagian tubuh untuk menghitung, nilai tempat, basis 10, operasi bilangan, akurasi, pendekatan, kesalahan dalam membilang, pecahan, desimal dan sebagainya.



Gambar 1. Alat musik slenthem

Aspek *counting* pada Slenthem ada pada banyaknya bilah, jumlah nada, jumlah resonator, banyaknya pemukul, dan banyaknya slenthem pada suatu pagelaran. Slenthem memiliki tujuh bilah yang terdiri dari enam nada bawah dan satu nada atas. Pada laras slendro ada nada 6-1-2-3-5-6-1. Lalu pada laras pelog ada 1-2-3-5-6-7 atau 6-1-2-3-4-5-6. Slenthem juga memiliki resonator yang berjumlah sama dengan bilah yang ada. Adapun pemukul yang digunakan untuk bermain slenthem ada satu. Saat pementasan, dalam satu perangkat gamelan umumnya ada satu slenthem, baik itu slendro maupun pelog.

Aspek *counting* pada Gender hampir sama dengan Slenthem, yaitu ada pada banyaknya bilah, jumlah nada, jumlah resonator, banyaknya pemukul, dan banyaknya gender pada suatu pagelaran. Gender memiliki 10 hingga 14 bilah. Gender juga memiliki resonator yang memiliki jumlah yang sama dengan bilah di atasnya. Adapun pemukul yang digunakan untuk bermain Gender ada dua.



Gambar 2. Alat musik gender

Aspek *counting* pada gong dan kempul adalah jumlah pencon. Berbeda dengan gender serta slenthem yang termasuk ke dalam golongan bilah, gong dan kempul termasuk ke dalam golongan pencon. Gong terdiri dari satu pencon, sedangkan kempul terdiri dari tiga sampai enam pencon untuk laras slendro dan tiga sampai tujuh pencon untuk laras pelog. Laras tersebut juga mempengaruhi suara gong. Untuk laras slendro terdiri dari nada 1,2,3,5,6. Sedangkan kempul laras pelog terdiri dari nada 1,2,3,5,6,7.

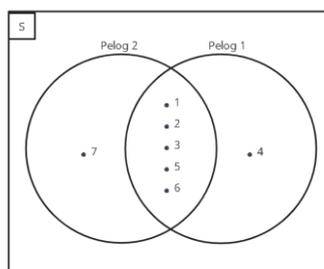


Gambar 3. Set Gamelan



Gambar 4. Alat musik gong dan kempul

Melalui aktivitas fundamental menghitung, dapat diperoleh konsep himpunan yang terdapat pada laras nada slendro dan pelog. Berdasarkan laras dari alat musik gamelan, terdapat 3 Laras, yaitu Laras Slendro (1, 2, 3, 5, 6), Laras Pelog 1 (1, 2, 3, 4, 5, 6), dan Laras Pelog 2 (1, 2, 3, 5, 6, 7). Laras tersebut dapat dinyatakan dalam diagram venn berikut.



Gambar 5. Diagram venn laras gamelan

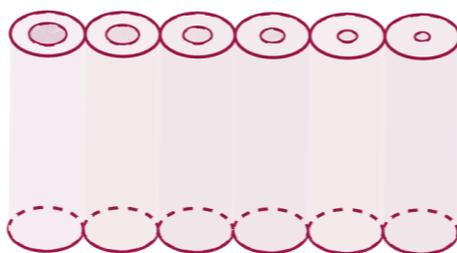
Diagram venn tersebut menyatakan hubungan antara himpunan laras pelog 1 dan pelog 2. Semesta himpunan ini adalah laras pada gamelan. Aspek matematis tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk operasi himpunan sebagai berikut: Diketahui himpunan Pelog 1 = {1, 2, 3, 4, 5, 6}, himpunan Pelog 2 = {1, 2, 3, 5, 6, 7}, dan himpunan Slendro = {1, 2, 3, 5, 6}. Himpunan irisan dari Pelog 1 dan Pelog 2 adalah Pelog 1 \cap Pelog 2 = {1, 2, 3, 5, 6}. Kita temukan bahwa Pelog 1 \cap Pelog 2 = {1, 2, 3, 5, 6}, di mana {1, 2, 3, 5, 6} merupakan himpunan laras Slendro. Dari perhitungan ini kita dapat bahwa Pelog 1 \cap Pelog 2 = Slendro.

3.2.2. Measuring (Mengukur)

Aktivitas mengukur digunakan masyarakat untuk membandingkan suatu objek dengan objek lain, seperti menentukan berat, volume, kecepatan, waktu dan lain-lain. Terdapat beberapa hal pada aktivitas mengukur yaitu pembandingan kuantitas, mengurutkan, kualitas, pengembangan dari satuan, keakuratan satuan, estimasi, waktu, area, temperatur, volume, berat, satuan konvensional, satuan standar, sistem satuan, uang, satuan majemuk.

Aspek pada mengukur pada slenthem dan gender dilakukan sebagai acuan besarnya perangkat dan juga untuk mengatur nada yang keluar dari perangkat. Panjang alat musik slenthem umumnya adalah satu hasta dan untuk gender umumnya adalah satu setengah hasta. Nada-nada yang dihasilkan dari setiap bilah bisa berbeda-beda juga karena ada perbedaan ukuran. Ukuran yang dimaksud adalah ukuran bilah, lubang masuk resonansi, dan juga volume resonansi.

Ukuran bilah berurutan dari yang kecil hingga besar. Semakin kecil bilahnya, akan semakin tinggi nadanya. Ukuran bilah terkecil di slenthem sama dengan ukuran bilah terbesar di gender. Lebar bilah pada slenthem umumnya adalah empat jari, dan gender adalah tiga jari. Walaupun ukuran bilahnya berbeda, namun ukuran diameter tabung resonansi untuk setiap bilahnya sama dan disesuaikan dengan panjang perangkat yang ada. Pada resonator terdapat tutup yang dilubangi untuk masuknya gelombang suara dari bilah ke resonator. Lubang masuk pada setiap resonator berbeda-beda. Lubang inilah yang juga mempengaruhi dan tinggi rendahnya nada pada bilah. Semakin kecil lubangnya, maka akan semakin tinggi nadanya.

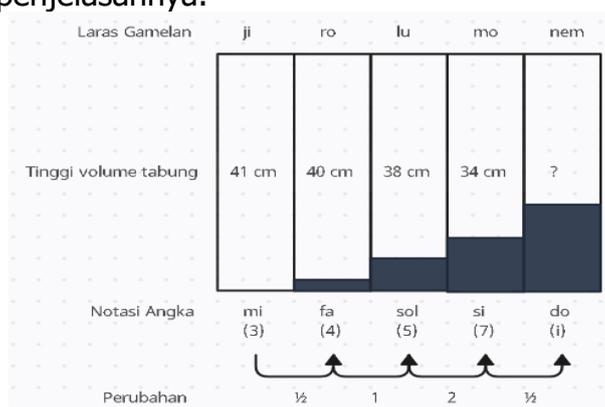


Gambar 6. Ilustrasi lubang masuk resonator

Selain dari lubang masuk resonator dan ukuran bilah, volume di setiap resonator juga berbeda. Ibaratkan volume air yang berbeda pada gelas akan menghasilkan nada yang berbeda. Di dalam resonator terdapat sekat yang membuat volume ruang kosong yang ada pada resonator berbeda. Semakin sedikit volume yang tersisa, maka resonator akan cocok dengan nada yang lebih tinggi.

Aspek mengukur pada gong dan kempul adalah diameter penconnya. Gong memiliki ukuran sekitar 85 centimeter. Sementara kempul berukuran sekitar 45 centimeter. Semakin besar ukuran maka suara akan semakin berat, sedangkan semakin kecil akan semakin melengking suaranya.

Melalui aktivitas fundamental mengukur, dapat diperoleh konsep pola barisan dan fungsi pada tinggi tabung resonator. Berikut ilustrasi tinggi tabung resonator yang disusun berdasarkan data yang telah penulis dapat dari studi literatur dan juga wawancara beserta penjelasannya.

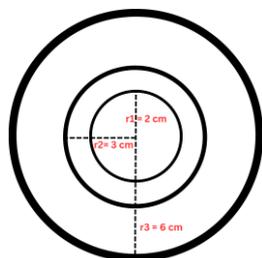


Gambar 7. Ilustrasi tinggi volume tabung resonator

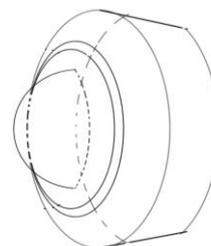
Didapat barisan tinggi tabung yaitu: 41, 40, 38, 34, Notasi yang dihasilkan memiliki perbedaan tinggi nada yang berbeda. ada yang ½, ada yang 1, dan ada yang 2. Pada baris tinggi tabung, suku pertama dan kedua memiliki perbedaan tinggi 1 cm, lalu pada suku kedua dan ketiga memiliki perbedaan tinggi 2 cm, sedangkan untuk suku ketiga dan keempat memiliki perbedaan tinggi 4 cm. Maka berikut cara menentukan tinggi tabung pada baris berikutnya:

Misalkan $u_n =$ Tinggi tabung ke n dan $b =$ perubahan notasi angka. Maka, saat $b = \frac{1}{2}$, $u_n = u_{n-1} - 1$. Lalu saat $b = 1$, $u_n = u_{n-1} - 2$ dan pada saat $b = 2$, $u_n = u_{n-1} - 4$.

Melalui aktivitas fundamental mengukur pada gong dapat diperoleh konsep geometri ruang dan luas permukaan. Berikut ini merupakan ilustrasi bagaimana perhitungan luas permukaan pada gong.



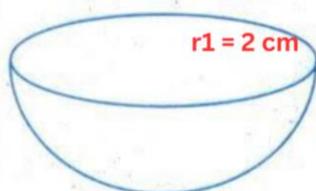
Gambar 8. Ilustrasi tampak depan gong



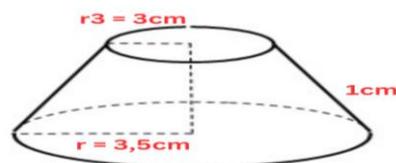
Gambar 9. Ilustrasi tampak samping gong

Gong pada Gambar 9 terdiri dari tiga bagian geometri ruang yaitu setengah bola dengan jari-jari 2 cm, kerucut terpancung dengan jari-jari 3 cm, dan kerucut terpancung dengan jari-jari 6 cm. Untuk menghitung luas permukaannya bangun tersebut menjadi tiga 3 bagian terlebih dahulu, kemudian menjumlahkan hasil perhitungan luas permukaannya.

Pada bagian pertama, dilakukan perhitungan mengenai luas permukaan setengah bola berongga dengan jari-jari 2 cm (gambar 10). Rumus luas permukaan setengah bola berongga adalah $4\pi r^2 \times \frac{1}{2}$ atau $2\pi r^2$. Jika disubstitusikan π dengan 3,14 dan r dengan 2 cm, maka didapat luas permukaan setengah bola berongga yaitu $25,12 \text{ cm}^2$.



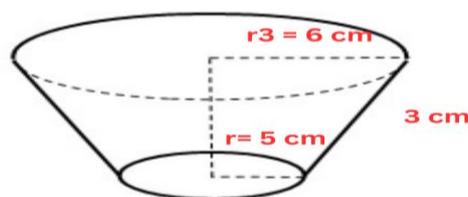
Gambar 10. Ilustrasi setengah bola berongga



Gambar 11. Ilustrasi kerucut terpancung (bagian belakang gong)

Pada bagian kedua, dilakukan perhitungan mengenai luas permukaan kerucut terpancung yang tidak memiliki luas alas dengan jari-jari tutup 3 cm, garis pelukis kerucut terpancung 1 cm, dan jari-jari alas 3,5 cm (gambar 11). Pada kerucut terpancung bagian tengah gong tidak memiliki luas alas. Maka kita hanya mencari luas tutup dan luas selimut kerucut terpancungnya. Rumus luas tutup kerucut terpancung adalah πr^2 . Jika disubstitusikan π dengan 3,14 dan r dengan 3 cm, maka didapat hasil luas tutup kerucut terpancung adalah $28,26 \text{ cm}^2$. Kemudian rumus luas selimut kerucut terpancung adalah $\pi b \times (R + r)$. Disubstitusikan π dengan 3,14, r dengan 3 cm, dan R dengan 3,5. Sehingga didapatkan luas selimut kerucut terpancungnya adalah $20,41 \text{ cm}^2$. Kemudian untuk mendapatkan luas permukaan kerucut terpancung dilakukan penjumlahan luas tutup kerucut terpancung dengan luas selimut kerucut

terpancung. Jadi, Luas permukaan kerucut terpancung pada bagian tengah gong adalah $48,67 \text{ cm}^2$



Gambar 12. Ilustrasi kerucut terpancung (bagian tengah gong)

Pada bagian ketiga, dilakukan perhitungan mengenai luas permukaan kerucut terpancung yang tidak memiliki luas alas dengan jari-jari tutup 5 cm, garis pelukis kerucut terpancung 3 cm, dan jari-jari alas 6 cm (gambar 12). Pada kerucut terpancung bagian belakang gong tidak memiliki luas alas. Maka hanya mencari luas tutup dan luas selimut kerucut terpancungnya. Luas tutupnya pun perlu dikurangi dengan luas alas kerucut terpancung bagian tengah gong. Rumus luas tutup kerucut terpancung adalah r^2 . Jika disubstitusikan dengan 3,14 dan r dengan 6 cm, maka didapat hasil luas tutup kerucut terpancung adalah $113,04 \text{ cm}^2$. Kemudian rumus luas alas kerucut bagian tengah gong adalah πR^2 . Substitusikan phi dengan 3,14 dan r dengan 3,5 cm. Sehingga didapatkan luas alas kerucut bagian tengah gong adalah $38,465 \text{ cm}^2$. Kemudian dilakukan pengurangan luas tutup dengan luas alas kerucut terpancung bagian tengah gong yaitu $74,575 \text{ cm}^2$. Kemudian perhitungan luas selimut kerucut terpancung adalah $\pi b \times (R + r)$. Kita substitusikan phi dengan 3,14, b dengan 3, r dengan 5 cm, dan R dengan 6. Sehingga didapatkan hasilnya adalah $103,62 \text{ cm}^2$. Kemudian untuk mendapatkan luas permukaan kerucut terpancung dilakukan penjumlahan luas alas kerucut terpancung bagian tengah gong dengan luas selimut kerucut terpancung. Jadi, Luas permukaan kerucut terpancung pada bagian tengah gong adalah $178,195 \text{ cm}^2$. Maka luas seluruh permukaan gong adalah penjumlahan bagian 1, bagian 2, dan bagian 3 yaitu $251,985 \text{ cm}^2$.

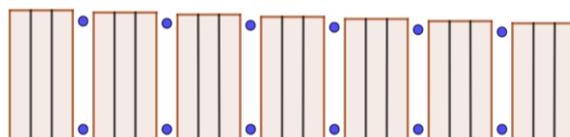
3.2.3. *Locating* (Menempatkan)

Menurut Bishop aktivitas menempatkan digunakan untuk membantu menentukan lokasi berburu dan menentukan arah tujuan menggunakan kompas saat melakukan perjalanan. Terdapat beberapa hal pada aktivitas penentuan lokasi, yaitu preposisi, pendeskripsian rute/lintasan, lokasi lingkungan, arah mata angin, atas/bawah, depan/belakang, jarak, garis lurus/garis lengkung dan sebagainya.

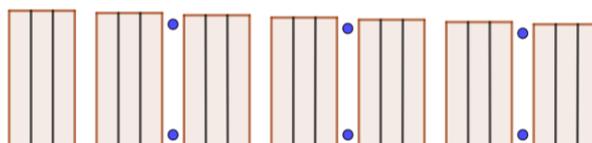
Aspek *locating* pada slenthem dan gender sama. Aspek ini terlihat dari penempatan bilah, penempatan resonator, dan penempatan slenthem saat pementasan. Bilah pada slenthem dan gender digantungkan pada tali slenten. Resonator pada slenthem terletak di bawah setiap bilah. Gamelan selalu terdiri dari slendro dan pelog, slenthem dan gender slendro menghadap ke penonton, lalu untuk

slenthem dan gender pelog menghadap ke samping kiri penonton. Penempatan bilah pada slenthem adalah satu-satu. Penempatan tersebut dilakukan satu-satu agar bilah dapat tergantung dengan baik dan tidak berdempetan dengan bilah yang lain.

Penempatan alat musik gender di panggung juga sama dengan slenthem, yaitu untuk laras slendro menghadap penonton dan laras pelog menghadap ke sebelah kiri penonton. Hal ini berlaku untuk semua jenis musik gamelan. Penempatan tersebut terjadi karena laras yang sering dipakai pada pementasan adalah laras slendro, sehingga slendro dibuat menghadap ke penonton. Gender juga memiliki pola pada penggantungan bilangannya, yaitu dua-dua. Sama halnya dengan slenthem, penempatan bilah ini dilakukan agar bilah tidak berdempetan dan tidak terlalu melengkung ke bawah. Penempatan resonator pada gender sama dengan slenthem, yaitu diletakkan di bawah masing-masing bilah.



Gambar 14. Ilustrasi penempatan bilah pada slenthem



Gambar 15. Ilustrasi penempatan bilah pada gender

Aspek *locating* pada gong dan kempul terletak pada prinsip efisiensi tempatnya. Gong terletak di paling belakang alat musik gamelan lainnya. Hal ini dikarenakan gong dan kempul memiliki ukuran yang relatif besar agar tidak menutupi alat musik yang lainnya. Umumnya gong dan kempul digantung pada sebuah gawangan kayu agar tidak memakan tempat. Cara menggantungnya adalah dengan melubangi sisinya sebagai tempat mengikat tali, kemudian digantungkan pada gawangan kayu setinggi satu meter. Dalam prosesnya sebenarnya dahulu terdapat gong yang diletakkan di bawah menggunakan tabung yang besar. Tetapi memakan tempat, serta tidak mampu membedakan notasi slendro dan pelog. Akhirnya prinsip efisiensi tempat semakin lama semakin berkembang. Diletakkan di bawah menjadi tidak memungkinkan apalagi jika musik yang sudah dimodifikasi memiliki *speed* yang cepat. Jika sesuatu yang besar diletakkan di bawah akan sangat lebar memakan tempat serta membutuhkan banyak pemain. Maka *blocking* dan *setting* disiapkan sebaik mungkin untuk mendukung kemudahan.

Melalui aktivitas fundamental menempatkan, dapat diperoleh konsep matematika dari perkalian yang terdapat pada penempatan bilah pada slenthem dan gender. Kita tahu bahwa jumlah bilah pada slenthem ada 7 dan bilah tersebut disusun satu-satu, maka bisa kita dapatkan bentuk matematika $1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 7 \times 1 = 7$. Artinya, $1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$ dalam konsep matematika sama dengan 7×1 bukan 1×7 . Secara hasil, $7 \times 1 = 1 \times 7$. Namun dalam konsep matematika, $1 \times 7 = 7$, bukan $1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1$. Sama halnya dengan gender. Kita tahu bahwa jumlah bilah pada gender ada 14 dan bilah tersebut disusun dua-dua, maka kita dapatkan bentuk matematika $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 7 \times 2 = 14$. Artinya, $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2$ dalam konsep matematika sama dengan 7×2 bukan 2×7 . Secara hasil, $7 \times 2 = 2 \times 7$. Namun dalam konsep matematika, $2 \times 7 = 7 + 7$, bukan $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2$.

3.2.4. *Designing (Mendesain)*

Aktivitas merancang digunakan untuk melihat keanekaragaman bentuk suatu objek, seperti gedung atau melihat pola-pola yang berkembang di berbagai tempat. Terdapat beberapa hal pada aktivitas merancang, yaitu rancangan, abstraksi, geometris, bentuk secara umum, estetika/keindahan, kesebangunan, kekongruenan, sifat-sifat bangun, jaringan, gambar dan benda, permukaan, pengubinan, simetri, proporsi, perbandingan, pembesaran dengan skala, kekakuan suatu benda.



Gambar 16. Slenthem tampak atas



Gambar 17. Gender tampak atas

Desain dari slenthem dan gender sama. Mulai dari bentuk perangkatnya yang berbentuk balok, bentuk bilah yang sama, teknik penggantungan bilah yang sama

dengan menggunakan pasak, bentuk resonator, dan juga motif pada bilah yang memiliki fungsi tersendiri. Bilah pada slenthem dan gender dibuat seperti dibagi menjadi tiga ada maksud tersendiri. Jika dilihat dari sudut pandang struktural, bentuk ini didesain agar bilah tidak mudah bergeser saat digantung. Lalu jika dilihat dari sudut pandang musik, desain tersebut digunakan untuk menghasilkan resonansi suara yang dapat bergaung saat dimainkan.



Gambar 18. Ilustrasi bentuk bilah slenthem dan gender

Aspek mendesain pada gong dan kempul terlihat pada motif yang ada di alat yang digunakan untuk menggantung serta bahan pembuat gong dan kempul. Gong dan kempul digantungkan pada gawangan kayu berukir motif bunga, sulur dan ular naga. Sedangkan untuk bahan pembuat gong dan kempul adalah kuningan atau perunggu berbentuk lingkaran yang bagian tengahnya menonjol (kenop). Gong dan kempul digantung pada sebuah gawangan kayu. Tinggi rendahnya gantungan hanya mempengaruhi dan dipengaruhi oleh ukuran gong. Jika gong besar sementara tali kurang panjang kemungkinan gong akan mengenai permukaan tanah. Untuk bulatan kopong pada bagian belakang merupakan tabung resonansi.

3.2.5. *Playing (Bermain)*

Aktivitas bermain digunakan untuk melihat keanekaragaman pada permainan anak-anak yang berupa aspek matematis. Aspek-aspek matematis meliputi bangun datar, hal ini dapat membuat anak-anak untuk berpikir lebih kritis mengenai objek yang sedang diamati. Terdapat beberapa hal pada aktivitas bermain, yaitu puzzle, memodelkan, aktivitas yang didasarkan pada aturan, paradoks, prosedur, permainan kelompok, permainan secara sendiri, strategi, prediksi.

Slenthem dan gender dimainkan dengan cara dipukul. Slenthem dan gender dipukul sesuai notasi yang ada. Permainan slenthem dan gender terdapat beberapa perbedaan. Perbedaan yang terjadi adalah penggunaan alat pukul yang ada. Slenthem menggunakan tangan kanan untuk memukul dan tangan kiri digunakan untuk menghentikan notasi sebelumnya. Sedangkan gender menggunakan dua tangan untuk memukul dan untuk menghentikan notasi sebelumnya menggunakan bantalan tangan bagian bawah. Menghentikan notasi ini harus dilakukan bersamaan dengan membunyikan notasi berikutnya.

Aspek bermain pada gong dan kempul adalah keduanya dimainkan dengan cara dipukul dari samping pada bagian pencon menggunakan tongkat kayu berujung bulat berlapis kain. Gong berfungsi sebagai bass. Dimainkan tergantung jenis komposisi. Komposisi lancar biasanya gong besar akan dimainkan di awal pembuka dan di akhir. Untuk kempul biasanya digunakan untuk lancar seperti ketukan ketiga, lima, atau tujuh.

3.2.6. *Explaining (Menjelaskan)*

Aktivitas menjelaskan digunakan masyarakat untuk menganalisis pola, grafik, diagram, serta hal lain yang dapat memberikan arahan dalam mengolah suatu representasi yang diwujudkan oleh keadaan yang ada. Terdapat beberapa hal pada aktivitas menjelaskan, yaitu kesamaan bentuk benda, klasifikasi, klasifikasi didasarkan pada hierarki, penjelasan cerita, kata penghubung dalam logika, eksplanasi/ penjelasan, penjelasan dengan simbol, diagram, matriks, pemodelan matematika.

Slenthem dan gender memiliki suara yang berdengung dan lembut. Tidak seperti alat musik balungan yang menjadi suara utama pada gamelan Jawa, slenthem dan gender dimainkan sebagai suara latar agar suara melodi dari alat musik balungan terdengar seperti berdengung. Suara yang bergaung atau berdengung ini dapat dihasilkan dari desain bilah dan juga resonator yang ada pada slenthem dan gender. Desain bilah yang dibagi menjadi tiga bagian bila dipukul menghasilkan gelombang suara yang saling bertabrakan, lalu gelombang tersebut ditangkap oleh lubang resonator dan memantulkannya di dalam resonator sehingga menghasilkan bunyi yang berdengung.

Slenthem dan gender digantung menggunakan tali dengan cara dipasak. Metode pasak ini harus disesuaikan oleh berat bilah dari slenthem dan gender agar bilah tidak terlalu rendah dan melengkung ke dalam. Jika bilah yang digantung terlalu melengkung dan rendah, maka gesekan antar bilah dapat terjadi dan menyebabkan produksi suara menjadi tidak maksimal serta tidak sesuai. Oleh karena itu, pada alat musik slenthem bilah disusun satu-satu dan pada alat musik gender disusun dua-dua.

Ukuran slenthem dan gender memiliki standar yang berbeda. Slenthem umumnya berukuran satu hasta dan gender berukuran satu setengah hasta. Selain ukuran, banyaknya bilah pada slenthem dan gender berbeda, yaitu slenthem memiliki tujuh bilah dan gender ada 14 bilah. Kedua hal inilah yang mempengaruhi lebar bilah yang ada pada slenthem dan juga gender. Lebar bilah pada slenthem adalah empat jari dan lebar bilah pada gender adalah tiga jari. Hal ini juga yang mempengaruhi range suara pada kedua alat musik tersebut, di mana slenthem memiliki range yang rendah dan slenthem memiliki range yang tinggi.

Gong dibagi menjadi tiga, ada gong glending, gong sumukan, dan juga kempul. Gong/kempul memiliki waktu mainnya sendiri. Tidak seperti alat musik yang lain, gong/kempul hanya dimainkan di ketukan tertentu. Gong glending hanya dimainkan

di awal dan akhir gatra. Sedangkan untuk kempul dimainkan pada ketukan tiga, lima, tujuh, dan pada ketukan ke delapan akan dibunyikan gong sumukan.

Gong memiliki diameter yang berbeda tergantung nada suaranya. Semakin besar diameternya, maka suara gong akan semakin rendah. Gong glending memiliki bunyi yang khas, di mana bunyinya dapat blend dengan laras pelog dan juga laras slendro. Awal mulanya, gong tidak memiliki kenop, di mana pada saat itu gong masuk bersamaan dengan Budha. Namun di Indonesia barulah ditemukan kenop, di mana kenop ini berfungsi untuk membuat resonansi suara. Oleh karena itu, perbedaan gong Cina dan juga Indonesia dapat diketahui dari bunyinya, yaitu bunyi gong Cina lebih cempreng dan pecah suaranya, sedangkan gong Indonesia suaranya seperti bergaung dan beresonansi.

4. Kesimpulan

Gamelan merupakan alat musik tradisional Jawa yang sudah dikenal dari beberapa ratus tahun yang lalu. Gamelan memiliki banyak alat musik, di antaranya ada slenthem, gender, dan gong serta kempul. Laras nada yang digunakan pada gamelan ada dua, yaitu laras slendro dan pelog. Dari rangkaian Aktivitas Fundamental menurut Bishop, ketiga alat musik ini memiliki beberapa konsep matematika di dalamnya. Konsep matematika yang pertama adalah himpunan. Hal ini dapat dilihat dari laras slendro dan pelog pada gamelan. Lalu pada tabung resonator, kita dapat mengetahui konsep pola barisan dan juga fungsi terkait tinggi volume tabung resonator. Konsep matematika ketiga yang terdapat pada gamelan adalah konsep perkalian. Konsep ini dapat dilihat dari penempatan bilah pada slenthem dan juga gender. Alat musik gong dan kempul juga mengandung konsep matematika, yaitu mengenai luas permukaan gong dan kempul itu sendiri.

5. Ucapan Terima Kasih

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan artikel ini. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, penulis tidak akan bisa menyelesaikan artikel ini. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak A. E. Sugeng Dwiharso dan Bapak Pancasona Adjie karena sudah berkenan menjadi narasumber bagi riset ini.

6. Daftar Pustaka

Amirudin, Ayu Aini, N. S., Nurhayati, Astria, R. P., Rokhimah, Luthfiah, T., Mubarak, Z., Syahrudin, Sri Lestari, P., Suganda, Fajar Siddiq, M., & Amalia, F. (2019). Pengaruh Modernisasi Terhadap Eksistensi dan Keberlangsungan Pengrajin Dandang di Desa Parapatan Kecamatan Sumberjaya Kabupaten Majalengka (Vol. 1, Issue 1). <https://www.neliti.com/publications/328006/pengaruh-modernisasi-terhadap-eksistensi-dan-keberlangsungan-pengrajin-dandang-d>

- Bishop, A. J. (1997). *Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education*(Third Prin). Kluwer Academic Publishers.
- Clark Orey, D., & Rosa, M. (2010). Ethnomodeling: A Pedagogical Action for Uncovering Ethnomathematical Practices. In *Journal of Mathematical Modelling and Application* (Vol. 1, Issue 3). <https://bu.furb.br/ojs/index.php/modelling/article/download/1972/1469>
- Fajarianty, M. M., Pramudita, A. F., & Ningrum, M. P. (2022). Etnomatematika Pada Alat Musik Tradisional Kendang dalam Kesenian Gamelan Jawa dengan Mengaitkan Konsep Matematika (Issue 7). <https://conference.upgris.ac.id/index.php/senatik/article/view/3313>
- Fisika, J., & Aplikasinya, D. (2014). Pengaruh Resonator Terhadap Bunyi Slenthem Berdasarkan Sound Envelope (Vol. 10). <http://iptek.its.ac.id/index.php/jfa/article/view/797>
- Hananto, F. (2020). Gamelan Sebagai Simbol Estetis Kebudayaan Masyarakat Jawa. <https://core.ac.uk/download/pdf/322520555.pdf>
- Ika Purwaningsih, W., & Faisal Saputra, A. (2021). ETNOMATEMATIKA PADA ALAT MUSIK GAMELAN JAWA. <http://ejournal.uinib.ac.id/jurnal/index.php/matheduca>
- Kawuryan, S. P. (2019). Relevansi konsep pemikiran pendidikan dan kebudayaan George S. Counts Dan Ki Hajar Dewantara dengan kompetensi peserta didik. In *Jurnal Civics: Media Kajian Kewarganegaraan* (Vol. 16, Issue 2). <https://journal.uny.ac.id/index.php/civics/index>
- Keputusan Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Ristek Dikti, S., Resti, J., Yogi Wiryawan, G., Gede Hendra Divayana, D., Aditra Pradnyana, G., Teknik Informatika, P., dan Kejuruan, T., & Pendidikan Ganesha, U. (2017). Terakreditasi SINTA Peringkat 2 Pengembangan Game Gamelan Gender Wayang Berbasis Virtual Reality. Masa Berlaku Mulai, 1, 2021. <https://jurnal.iaii.or.id/index.php/RESTI/article/view/881>
- Nuryadi, N., & Kholifa, I. (2020). Etnomatematika: Eksplorasi gamelan Jawa karawitan dengan pendekatan science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)*, 6(2), 140–148. <https://doi.org/10.37729/jpse.v6i2.6810>
- Primamona, D. L. (2022). SISTEM PELARASAN PADA DUA PERANGKAT GAMELAN JAWA DI DESA PLANGKRONGAN MAGETAN. *Paraguna*, 8(2), 30. <https://doi.org/10.26742/jp.v8i1.1893>
- Risnandar. (2018). PELARASAN GAMELAN JAWA. 98–113. <https://jurnal.isi-ska.ac.id/index.php/dewaruci/article/view/2508/2297>
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2011). Ethnomathematics: the cultural aspects of mathematics. In *Revista Latinoamericana de Etnomatemática* (Vol. 4, Issue 2). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274019437002>
- Saparuddin Nur, A., Sukestiyarno, Y. L., & Junaedi, I. (2019). Etnomatematika Dalam Perspektif Problematika Pembelajaran Matematika: Tantangan Pada Siswa

Indigenous.

<https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snpasca/article/download/252/212>

Sazali, N. (2020). PENELITIAN KUALITATIF.
<http://repository.uinsu.ac.id/9105/1/BUKU%20METODOLOGI%20PENELITIAN%20KUALITATIF%20DR.%20NURSAPIA%20HARAHAP,%20M.HUM.pdf>

Tyas Catur Pramudi, Y., Budiman, F., & Sunardi. (2010). DESAIN VIRTUAL GAMELAN JAWA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN. In Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi. <https://journal.uui.ac.id/Snati/article/download/1860/1636>