

ANALISIS PENERAPAN HUKUM MERSENNE PADA TINGGI RENDAHNYA NADA DAWAI GITAR AKUSTIK

Qhodrun Nada Sugiarti^{1*}, Nur Diyati Anggraeni², Cici Alfiyah³

^{1,2,3} Pendidikan IPA, Universitas Jember

Email: qhodrunnada@gmail.com

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan konsep IPA dalam kehidupan nyata. Fenomena nyata yang dikaji yaitu pada pembentukan bunyi pada dawai gitar. Berdasarkan Hukum Mersenne pada dawai gitar, frekuensi bunyi yang dihasilkan oleh gitar dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti panjang senar, massa jenis bahan senar, dan luas penampang senar. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan pengamatan langsung disertai teori dari studi literatur artikel yang diperoleh dari sumber google scholar serta buku yang memenuhi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor - faktor yang mempengaruhi frekuensi dawai gitar diantaranya adalah jenis senar gitar, panjang senar gitar, dan luas penampang gitar. Faktor - faktor tersebut telah sesuai dengan konsep Hukum Mersenne yang membahas terkait frekuensi bunyi senar gitar yang dihasilkan.

Kata Kunci: Dawai gitar, Hukum mersenne, Konsep IPA

Abstract

The purpose of this research is to find out the application of science concepts in real life. The real phenomenon studied is the formation of sounds on guitar strings. Based on Mersenne's Law on guitar strings, the sound frequency produced by a guitar is influenced by several factors such as the length of the strings, the density of the string material, and the cross-sectional area of the strings. The method used in this research is direct observation accompanied by theory from the study of literature articles obtained from Google Scholar sources and books that fulfill them. The results showed that The factors that affect The frequency of guitar strings include the type of guitar strings include the type of guitar strings, the length of the guitar strings, and the cross -sectional area of the guitar . These factors are in accordance with the concept of Mersenne's Law which discusses the frequency of the sounds of the guitar strings produced.

Keywords: *Guitar strings, IPA concept, Mersenne's law*

PENDAHULUAN

Ilmu pengetahuan alam atau IPA merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan topik alam sekitar yang berhubungan dengan kehidupan manusia pada proses pembelajaran. Pembelajaran IPA ini berkaitan dengan fisika, kimia dan biologi (Ibrahim & Ishartiwi., 2017). Ilmu pengetahuan alam atau disingkat dengan IPA yaitu disiplin ilmu yang membahas terkait gejala - gejala melalui serangkaian proses yang dikenal dengan proses ilmiah. Dalam kehidupan sehari - hari seringkali kita temukan kejadian maupun benda yang menggunakan konsep IPA namun kita tidak menyadarinya. Hal ini lah yang membuat kita sulit untuk mengaitkan prinsip-prinsip IPA dalam kejadian sehari-hari.

Fisika adalah salah satu cabang ilmu pengetahuan yang memiliki esensi fisika sebagai produk, fisika sebagai sikap, dan fisika sebagai proses. Ilmu sains diharapkan dapat menjadi wahana bagi

siswa untuk belajar diri sendiri dan lingkungan serta menerapkannya dalam kehidupan sehari - hari (Bader., 2012). Dalam ilmu fisika, bunyi adalah gelombang longitudinal yang merambat melalui suatu medium, yang ditimbulkan oleh getaran mekanik dan merupakan hasil perambatan energi (Danika et al., 2022). Bunyi atau musik menjadi salah satu fenomena fisik yang selalu kita alami sehari - hari. Contoh suara yang sering kita nikmati adalah musik. Musik dapat memberikan inspirasi ketika kita sedang belajar, bekerja atau beraktivitas. Penyajian musik dapat kita dengar melalui sebuah fenomena unik yang dihasilkan oleh beberapa alat musik.

Gitar merupakan salah satu jenis alat musik petik. Gitar dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu : gitar akustik, elektrik, dan kombinasi keduanya (semi akustik). Bunyi dari masing - masing jenis tersebut tentunya memiliki kekhasan tersendiri (Danika et al., 2022). Secara umum gitar akustik memiliki 2 jenis senar yang berbeda, yaitu senar yang terbuat dari jenis baja dan senar yang terbuat dari jenis nilon. Senar baja digunakan untuk memainkan musik dengan melodi ritme yang dominan. Tali baja memiliki tegangan senar yang lebih tinggi daripada senar nilon dengan ketegangan 150-200. Oleh karena itu, senar baja cenderung lebih sulit ditekan daripada senar nilon. Suara yang dihasilkan oleh senar baja lebih cerah dan jernih cukup tinggi dibandingkan senar nilon. Umumnya senar nilon biasa digunakan untuk memainkan musik jazz, klasik, dan string (gaya jari) (Danika et al., 2022).

Sehubungan dengan pembagian jenis gitar akustik yang terbagi berdasarkan jenis senar yang digunakan. Hal tersebut berkaitan dengan prinsip Hukum Mersenne. Hukum mersenne adalah hukum-hukum yang menggambarkan harmonik dari senar atau dawai yang bergetar (seperti yang ditemukan pada gitar dan piano), yang berguna dalam penyetelan musik dan konstruksi alat musik (Yusrizal dan Rahmawati, 2022). Persamaan hukum mersenne ini pertama kali diusulkan oleh matematikawan dan fisikawan Perancis Marin Mersenne pada tahun 1637. Hukum Mersenne mengatur konstruksi dan pengoperasian senar instrumen piano, harpa yang harus mengakomodasi gaya tarik total yang diperlukan untuk menjaga agar senar tetap berada di *pitch* yang tepat (Yusrizal dan Rahmawati, 2022). Menurut Sundari dan Sumarni (2018) Mersenne menyelidiki hubungan frekuensi yang dihasilkan oleh senar yang bergetar dengan panjang senar, tegangan dan jenis senar. Menurut hukum Mersenne, frekuensi senar (f , satuan Hz):

- 1) berbanding terbalik dengan panjang senar (L , satuan m)
- 2) berbanding terbalik dengan akar luas penampang senar (A , satuan m^2)
- 3) berbanding terbalik dengan akar massa jenis bahan senar (p , satuan kg/m^3)
- 4) sebanding dengan akar tegangan senar (T , satuan $kg\ m/s^2$).

Hukum Mersenne dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$f = \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

(Turner, 1995),

di mana f adalah frekuensi, L adalah panjang dawai (m), T adalah tegangan (T) dan mikro adalah massa jenis dawai (kg/m). Persamaan rumus tersebut dapat digunakan dalam pengukuran frekuensi dawai yang dipetik.

Hukum Mersenne itu sendiri membahas tentang hubungan antara frekuensi suara dari dawai yang dipetik, memiliki tegangan senar, panjang senar, dan massa per satuan panjang. Saat dimainkan, gitar akan menghasilkan bunyi yang berbeda-beda tergantung dengan posisi tangan pada saat memainkannya. Pada saat kita menekan fret yang lebih dekat dengan lubang gitar bunyi yang dihasilkan akan bernada tinggi, dan jika kita menekan fret yang menjauhi lubang gitar nada yang dihasilkan akan semakin rendah. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan Hukum Mersenne pada tinggi rendahnya nada dawai gitar akustik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh panjang senar gitar terhadap frekuensi yang dihasilkan serta dapat dijadikan

referensi untuk menggunakan alat musik gitar sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan peserta didik terkait mempelajari konsep - konsep sains.

METODE

Metode penelitian ini menggunakan teknik observasi secara langsung disertai dengan teori dengan mengutamakan penjelasan deskriptif analitik pada objek yang dikaji. Analisis dibutuhkan pada penelitian ini guna menguraikan penerapan Hukum Mersenne pada penggunaan alat musik gitar. Tahap pertama penelitian ini dilakukan dengan pengamatan secara langsung terhadap objek yang dikaji. Objek penelitian ini adalah dua buah gitar dengan bahan senar yang berbeda yaitu dari baja dan nilon. Pada tahap ini peneliti melakukan percobaan dengan memainkan gitar dan mengamati perbedaan bunyi yang dihasilkan pada saat menekan fret yang berbeda pada kedua gitar. Tahap kedua adalah dengan melakukan kajian analitik melalui data-data yang diperoleh dari pengamatan secara langsung. Pada tahap ini peneliti menghubungkan faktor-faktor yang menyebabkan perbedaan bunyi pada setiap gitar yang diamati.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perhatikan bagian senar gitar pada gambar 1 dan 2 di bawah ini. Bahan senar ada yang dari nylon dan baja. Tentunya perbedaan bahan senar akan mempengaruhi bunyi yang ditimbulkan.



Gambar 1. Senar nylon



Gambar 2. Senar baja

Dari hasil pengamatan gambar 1 dan gambar 2 menggunakan dua senar yang berbeda. Senar gambar 1 menggunakan senar nylon dan gambar 2 menggunakan senar baja. Dimana panjang senar gitar nylon lebih panjang dibandingkan dengan panjang senar gitar baja. Hal ini dapat mempengaruhi frekuensi bunyi yang dihasilkan

Hubungan antara panjang senar gitar dengan frekuensi bunyi yang dihasilkan bersifat berbanding terbalik. Semakin panjang senar gitar yang digunakan maka frekuensi bunyi yang dihasilkan akan semakin rendah. Begitupun sebaliknya, semakin pendek panjang senar gitar maka frekuensi bunyi yang dihasilkan semakin tinggi.

Pembahasan

Penelitian ini membahas terkait kajian teoritis fisika dan pembelajarannya dalam menguraikan penerapan Hukum Mersenne pada penggunaan alat musik gitar dengan data penelitian yang diperoleh dari dua jenis gitar yang berbeda. Fenomena fisika seringkali dijumpai dalam kehidupan sehari-hari seperti pada alat-alat musik yang bisa kita implementasikan ke dalam ilmu pengetahuan. Penggunaan materi akustik musik sub-bidang fisika yang menarik yang biasanya mampu melibatkan siswa dalam perspektif ganda, dengan menggabungkan sains dan seni secara bersamaan. Prinsip-prinsip fisika yang terlibat dalam sebagian besar alat musik (Aji & Astuti., 2020) dapat dengan mudah didemonstrasikan dengan peralatan laboratorium standar dan dapat menjadi bagian dari kegiatan kuliah atau laboratorium.

Hasil pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti, diperoleh data primer berupa observasi langsung. Tahap pertama dari penelitian ini adalah dengan melakukan pengumpulan data untuk mencari dan mengumpulkan informasi terkait gitar yang akan dilakukan penelitian mengenai kajian teoritis ilmu pengetahuan alam dalam bidang fisika dan pembelajarannya. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data lapangan yang sesuai dengan apa yang diperlukan dalam penelitian dan dapat dilakukan kajian fisika dan pembelajarannya di tingkat SMP maupun SMA. Pengumpulan informasi pada tahap kedua ini melakukan penelitian pada dua jenis gitar yang memiliki panjang senar yang berbeda.

Berdasarkan penelitian dengan melakukan deskriptif analitis dan literatur review. Diperoleh hasil bahwasannya pada saat memainkan gitar menerapkan konsep Hukum Mersenne, dimana panjang dawai gitar mempengaruhi hasil frekuensi yang dihasilkan. Semakin panjang senar dawai gitar yang dipetik maka frekuensi bunyi yang dihasilkan semakin pelan. Begitupun sebaliknya semakin pendek senar dawai gitar yang dipetik maka frekuensi bunyi yang dihasilkan semakin tinggi.

Menurut Berg (2020) hubungan antara frekuensi, tegangan, panjang dawai, dan massa per satuan panjang dawai adalah sebagai berikut:

1. Frekuensi dasar dawai yang diregangkan memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap panjang dawai, sehingga tegangan dan massa per satuan panjang dawai tetap konstan.
2. Frekuensi dasar dawai yang ditegangkan berbanding lurus terhadap akar kuadrat tegangan dawai, sehingga panjang dawai dan massa per satuan panjang tetap konstan.
3. Frekuensi dasar dari dawai yang diregangkan memiliki hubungan yang berbanding terbalik terhadap akar kuadrat massa dawai per satuan panjang, sehingga panjang dan tegangan dawai tetap konstan.

Selain itu, terdapat faktor lain yang mempengaruhi frekuensi dawai gitar berdasarkan Hukum Mersenne, yaitu luas permukaan dan massa jenis senar. Berdasarkan pernyataan tersebut diperoleh bahwa frekuensi (f) nilainya berbanding terbalik dengan panjang senar (L), luas penampang akar senar, dan akar massa jenis senar, namun berbanding lurus dengan gaya (F), sehingga diperoleh persamaan berikut

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

Pada persamaan tersebut diketahui bahwa f merupakan frekuensi, L merupakan panjang dawai (m), F merupakan gaya (N), ρ merupakan massa jenis senar, dan A merupakan luas penampang akar senar.

Menurut Hari (2019) berdasarkan pengamatan menggunakan sonometer diperoleh bahwa cepat rambat gelombang v pada dawai berbanding lurus dengan akar dari tegangan F dawai dan berbanding terbalik terhadap akar massa linier satuan panjang (μ) dawai. persamaan tersebut secara matematis dinyatakan sebagai berikut:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{FL}{m}} = \sqrt{\frac{F}{\rho A}}$$

m merupakan massa dawai, ρ merupakan massa jenis (massa per satuan volume) dawai, dan A merupakan luas penampang dawai. Luas penampang dawai biasanya berupa luas lingkaran.

Pembahasan pertama yaitu mengenai pengaruh panjang senar yang berbanding terbalik dengan frekuensi suara yang dihasilkan. Pada saat gitar dimainkan dengan menekan fret di bagian ujung leher gitar maka bunyi yang dihasilkan memiliki nada yang rendah yang artinya nilai frekuensinya semakin kecil. Ketika senar bergetar terus menerus pada tegangan tertentu, dihasilkan bentuk gelombang yang arah getarannya tegak lurus dengan arah rambat gelombang. Gelombang ini disebut gelombang transversal. Saat kedua ujungnya tertutup, gelombang pada tali menciptakan gelombang berdiri yang terlihat seperti simpul dan perut gelombang (Aji & Astuti., 2020). Sehingga semakin besar massa jenis bahan senar gitar yang digunakan maka semakin kecil frekuensi yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Curtu et al. (2014) bahwa jenis senar dan bahan untuk membuat gitar mempengaruhi frekuensi gitar yang dihasilkan. Selain itu perbedaan ini dipengaruhi oleh jarak gitar dengan alat ukur dan juga gaya petik yang diberikan. Semakin dekat antara gitar dengan alat ukur maka frekuensi yang terdengar atau terukur akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya, semakin jauh antara gitar dengan alat ukur maka frekuensi yang terukur akan semakin rendah (Bader, 2012). Selain itu gaya petik gitar yang diberikan juga mempengaruhi besar frekuensi yang dihasilkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pembahasan dapat disimpulkan bahwa dalam kehidupan sehari - hari terdapat konsep yang ada kaitannya dengan penerapan IPA salah satunya adalah hukum mersenne pada tinggi rendahnya nada dawai gitar. Hukum Mersenne itu sendiri membahas tentang hubungan antara frekuensi suara dari dawai yang dipetik, memiliki tegangan senar, panjang senar, dan massa per satuan panjang. Gitar saat dimainkan akan menghasilkan bunyi yang berbeda-beda tergantung dengan posisi tangan pada saat memainkannya. Pengaruh panjang senar yang berbanding terbalik dengan frekuensi suara yang dihasilkan. Cara memainkan gitar dengan menekan fret di bagian ujung leher gitar maka bunyi yang dihasilkan memiliki nada yang rendah yang artinya nilai frekuensinya semakin kecil.

SARAN

Saran bagi guru : hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi untuk menggunakan alat musik gitar sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan peserta didik terkait mempelajari konsep - konsep sains. Saran bagi peneliti selanjutnya agar dapat melengkapi dan menyempurnakan tinjauan dengan lebih sistematis dan lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, M. P., & Astuti, B. (2020). Analisis Frekuensi Gitar Menggunakan Smartphone. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)* (Vol. 3, No. 1, pp. 377-383).
- Bader, R. (2012). Radiation characteristics of multiple and single sound hole vihuelas and Yusmaniar Afifah Noor, Mahardika Prasetya Aji, Budi Astuti 383 a classical guitar. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 131(1), 819– 828. <https://doi.org/10.1121/1.3651096>

- Danika, A., J. Raharjo., dan B. Hidayat. (2022). Deteksi suara gitar dengan bahan jenis senar berbeda melalui ciri akustik dengan mel frequency cepstral coefficients (MFCC) dan support vector machine (SVM). e-Proceeding of Engineering. 8(2) : 2936-2942.
- Curtu, I., Stanciu, M., Cretu, N., & Rosca, I. (2014). Modal Analysis of Different Types of Classical Guitar Bodies. Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Acoustics and Music: Theory & Applications. May, 30–35.
- Ibrahim, N., & Ishartiwi, I. (2017). Pengembangan media pembelajaran mobile learning berbasis android mata pelajaran IPA untuk siswa SMP. Refleksi Edu Katika: Jurnal Ilmiah Kependidikan, 8(1).
- Saputra, R. E., A. Purwanto., dan Sumarna. (2006). Analisa dan Sintesa Bunyi Dawai Pada Gitar Semi - Akustik. Seminar Nasional MIPA.
- Siregar, Y.C.N., dan Rugaya. (2021). Pengaruh penguatan keterampilan bertanya dengan model pembelajaran inkuiri terbimbing terhadap hasil belajar siswa pada materi pokok gelombang bunyi dan cahaya kelas XI semester II di MAN 2 Model Medan TP.2018/2019. Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika (INPAFI). 9(1),90-97.
- Turner, A. (1955). Electromagnetic sonometer. American Journal of Physics, 23(3), 158-160. doi:10.1119/1.1933934.
- Yasid, A., Yushardi., dan R.D.Handayani. (2016). Pengaruh frekuensi gelombang bunyi terhadap perilaku lalat rumah (*Musca domestica*). Jurnal Pembelajaran Fisika. 5(2),190-196.
- Sundari, S., & Sumarni, W. (2018). Pemanfaatan bundengan sebagai media pembelajaran konsep bunyi. In Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS). 19(1),15-20.