

INTEGRASI TEKNOLOGI UNTUK IDENTIFIKASI RELASI FISIKA DAN SENI MUSIK DALAM PEMBELAJARAN IPA

Anggi Datiatur Rahmat*, Heru Kuswanto, Insih Wilujeng

Pendidikan Sains, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri
Yogyakarta.

Email: anggidatiatur.2022@student.uny.ac.id

Diterima: 3 Juni 2023. **Direvisi:** 10 Juli 2023. **Disetujui:** 30 September 2023.

Abstrak

Peserta didik menganggap bahwa fisika merupakan pembelajaran yang membosankan dan sulit dipahami. Integrasi teknologi dalam mengenalkan relasi fisika dan seni musik dapat memberikan dampak positif pada hasil belajar. Software yang digunakan pada studi ini yaitu *Audacity*. Hal tersebut menjadi sesuatu yang baru serta menarik dan berpotensi untuk diterapkan pada kurikulum yang berlaku saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk memperkenalkan konsep fisika yang memiliki keterkaitan dengan seni musik dibantu dengan perangkat lunak. Hasil studi ini dapat diterapkan untuk pada peserta didik sekolah menengah pertama (SMP) yakni memvisualisasikan gelombang bunyi dan diharapkan mampu menghadirkan rasa senang dari para siswa ketika proses pembelajaran.

Kata Kunci: Fisika, Seni Musik dan IPA

Abstract

Students think that physics is boring and difficult to understand. The integration of technology in introducing the relationship between physics and the art of music can have a positive impact on learning outcomes. The software used in this study is Audacity. This is something new and interesting and has the potential to be applied to the current curriculum. This research aims to introduce physics concepts that are related to the art of music assisted by software. The results of this study can be applied to junior high school (SMP) students, namely visualizing sound waves and it is hoped that they will be able to bring a sense of joy to students during the learning process.

Keywords: Physics, Music Art, Science education,

PENDAHULUAN

Fisika sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit oleh peserta

didik karena memiliki konsep yang abstrak dan rumit secara konseptual (Morales, 2017). Penelitian sebelumnya menemukan bahwa

pengalaman yang dialami langsung oleh peserta didik dalam kehidupan nyata dalam dapat menciptakan pembelajaran yang bermakna (Baran et al., 2018). Menciptakan kegiatan pembelajaran yang menyenangkan serta memungkinkan peserta didik untuk mengalami contoh dari konsep fisika yang berkaitan dengan lingkungan sekitar merupakan salahsatu cara untuk menarik minat mereka dalam belajar fisika.

Umumnya, masyarakat menganggap musik sebagai salah satu seni, padahal musik mengandung banyak konsep fisika didalamnya (Kelly, 2018). Musik dapat mempresentasikan konsep dasar fisika seperti gelombang, energi, tekanan, gerak harmonik sederhana, jenis-jenis instrumen pada musik (Anwar et al., 2020; Kuswanto, 2012; Nurhidayati et al., 2022; Sriyansyah & Anwar, 2021). Saat ini, fisika dan musik diajarkan pada mata pelajaran yang terpisah kepada peserta didik sehingga mereka tidak mengetahui hubungan fisika dengan musik atau sebaliknya.

Perkembangan teknologi yang sangat pesat telah mempengaruhi

berbagai aspek kehidupan, termasuk pendidikan. Integrasi teknologi kedalam pembelajaran dapat memberikan dampak positif pada pemahaman konsep peserta didik (Rahmat et al., 2023). Untuk mengetahui keterkaitan antara seni musik dan fisika dapat dibantu dengan teknologi modern saat ini. Diperlukan *software* untuk mengolah sinyal suara menggunakan algoritma *fast fourier transform* (FFT) (Pothiyodath & Murkoth, 2022) dan *hardware* untuk melakukan eksperimen di laboratorium dengan melibatkan peserta didik (Haroky et al., 2020).

Mempelajari fisika dan musik dapat membantu siswa menemukan setiap konsep yang berkorelasi dimana konsep fisika tersebut membantu memahami musik secara lebih ilmiah (Leonardo et al., 2018). Mengidentifikasi relasi fisika dan musik ke dalam kurikulum IPA memungkinkan siswa untuk memperoleh ide dari kehidupan nyata dan melakukan eksperimen di kelas.

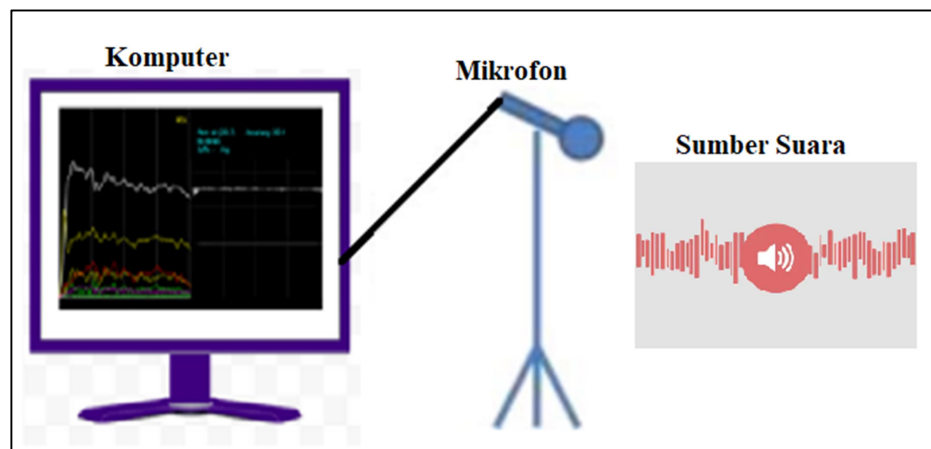
Penggunaan teknologi dapat digunakan untuk memperkenalkan konsep fisika pada musik di dalam

kelas yaitu menggunakan alat musik baik tradisional maupun modern (Anwar et al., 2018; Nurhidayati et al., 2022). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memperkenalkan konsep fisika pada musik yaitu merancang eksperimen sederhana (Sriyansyah & Anwar, 2021). *Audacity* merupakan salah satu *software* tidak berbayar yang dapat digunakan untuk memperkenalkan bentuk gelombang dasar kepada audiens dengan latar belakang pendidikan apa pun (Jaeger, 2017). Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi penggunaan *software Audacity* untuk menganalisis frekuensi dan bentuk gelombang dengan berbagai suara yang berbeda serta penjelasan konsep fisika yang terkait dengan musik

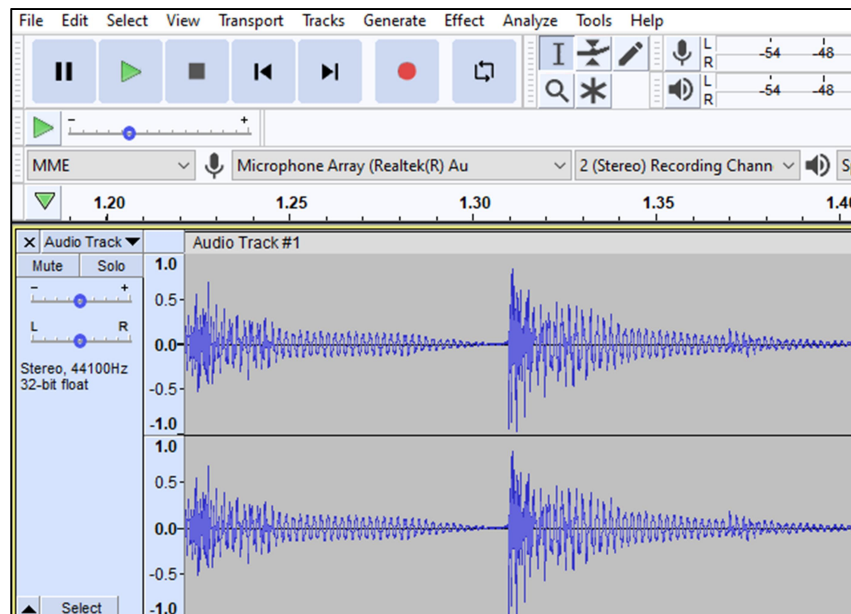
METODE

Penelitian deskriptif merupakan metode yang digunakan pada studi ini dengan tujuan untuk menggambarkan objek yang diteliti secara lebih mendalam, terperinci, dan luas.

Studi ini difokuskan untuk mengidentifikasi berbagai jenis suara. Desain eksperimen yang digunakan pada studi ini ditunjukkan pada Gambar 1. Mikrofon untuk menangkap suara diletakkan di dekat sumber suara dan dihubungkan ke komputer dengan *audacity*. *Software* yang digunakan dapat diunduh pada (<https://www.audacityteam.org/>), tampilan *Audacity* ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Desain Eksperimen



Gambar 2. Tampilan Audacity

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bunyi merupakan fenomena yang sering dijumpai oleh peserta didik dalam kehidupan sehari-hari. Dalam

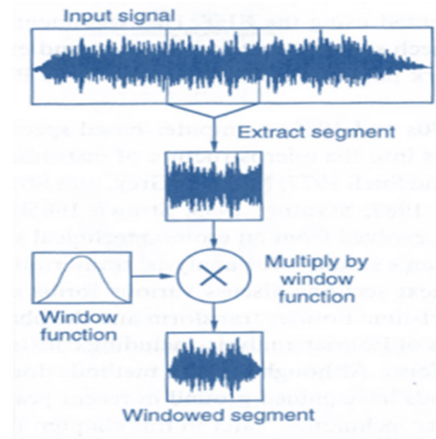
sebuah medium, getaran mekanis atau sumber suara dapat menghasilkan bunyi (Tipler & Mosca, 2007). Proses terjadi bunyi dan perambatannya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses bunyi dan perambatannya

Data yang dikumpulkan pada studi ini adalah analisis spektrum dan frekuensi sesuai dengan desain eksperimen (Gambar 1). Gelombang yang dihasilkan dari sumber suara merupakan sinyal analog yang dapat diukur oleh mikrofon. Kemudian, mikrofon mengubah getaran akustik menjadi sinyal listrik (Mei & Cheng, 2020). *Analog-to-digital converter* (ADC) mengubah sinyal analog menjadi representasi digital di komputer.

Sinyal digital terdiri dari nilai diskrit yang sampelnya diambil pada interval waktu tetap. Representasinya berada dalam domain waktu (Salamon et al., 2014). Untuk dapat mengkonversi signal digital ke domain frekuensi untuk menampilkan analisis spektrum. Salah satu pendekatan analisis dengan algoritma yang dapat digunakan adalah analisis *Fourier Transform* (FT). Menerapkan FT yang mengubah sinyal suara dari domain waktu ke domain frekuensi dapat menunjukkan nada harmonik nada. Sinyal input dapat diekstraksi berdasarkan segmen yang akan dianalisis, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Sinyal Input ke *Windowed Segment*

Berdasarkan hasil kegiatan eksperimen yang telah dilakukan didapatkan beberapa konsep fisika yang berkaitan dengan musik. Dilakukan analisis secara mendalam terkait konsep fisika tersebut. Dimana gelombang yang dihasilkan dari kompresi dan penghalusan bergerak ke arah yang sama dengan getaran molekul udara sehingga gelombang bunyi adalah gelombang longitudinal. Gelombang di udara ini akan mencapai telinga sehingga kita mendengar suaranya (Sriyansyah & Anwar, 2021). Gelombang bunyi diproduksi dalam rentang frekuensi yang luas, tetapi manusia hanya dapat mendengar rentang 20-20kHz (Singh & Garg, 2021).

Berikut ini adalah kajian terhadap konsep fisika yang berkaitan dengan musik.

1. Klasifikasi Bunyi

Umumnya, bunyi diklasifikasikan menjadi kebisingan (*noise*) dan musik. Bunyi yang dihasilkan oleh

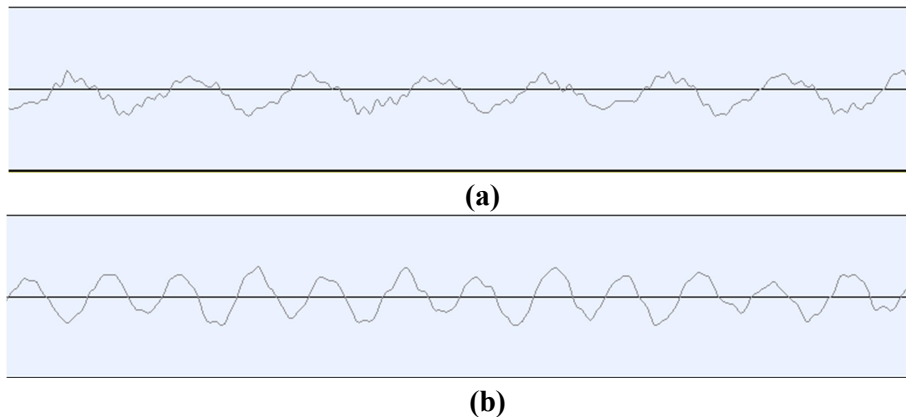
getaran yang tidak teratur dan tidak enak didengar disebut kebisingan (Al-Taai, 2021). Salah satu contoh bunyi bising yaitu suara anjing menggonggong dan amplitudo suara berubah-ubah seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk Gelombang Suara Anjing Menggonggong

Bentuk gelombang pada Gambar 5 menunjukkan pola yang tidak teratur, sulit untuk mendapatkan parameter yang berhubungan dengan kebisingan. Berbeda dengan suara

musik yang enak didengar dan memiliki bentuk gelombang yang teratur dengan pola tertentu diulang berulang kali seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Bentuk Gelombang Alat Musik Tradisional (A) Suling dan (b) Angklung

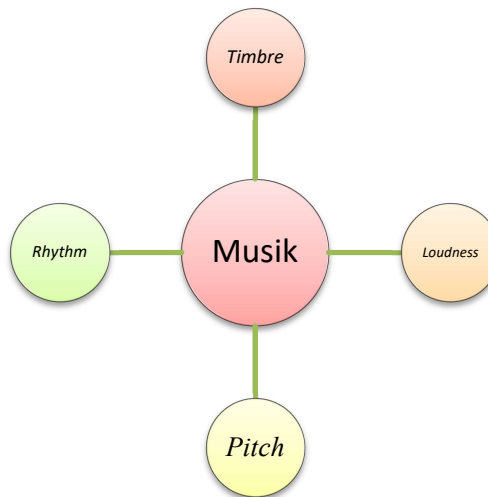
Bentuk gelombang alat musik tradisional Suling dan Angklung memiliki pola yang teratur dan

berurutan sehingga memungkinkan bagi kita untuk menentukan parameter tertentu yang berkaitan

dengan suara musik. Parameter tersebut dapat membantu mempelajari suara musik dibandingkan dengan kebisingan.

2. Parameter pada Musik

Pada bunyi musik, parameter dasar yang biasa digunakan pada musik yaitu *pitch*, *rhythm*, kenyaringan (*loudness*), dan warna bunyi (*timbre*), seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Parameter pada Bunyi Musik

Walaupun parameter yang ditunjukkan pada Gambar 7 bersifat subjektif, tetapi kita dapat menghubungkannya dengan besaran fisik yang terkait dengan bentuk gelombang bunyi (Konz & Ruiz, 2018).

a. *Pitch*

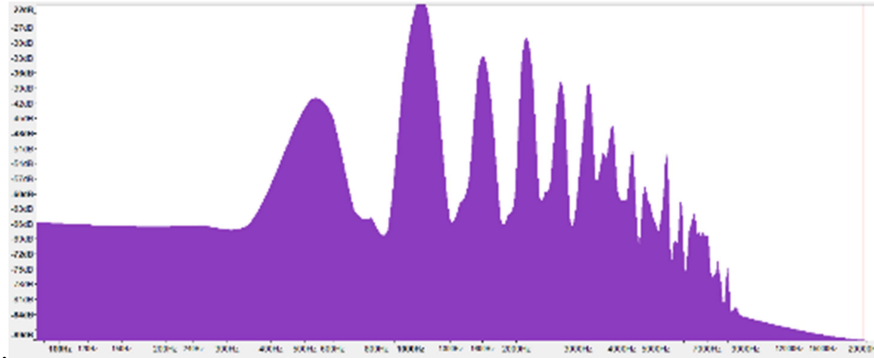
Pada bunyi terdapat banyak frekuensi diantaranya frekuensi terendah disebut fundamental, dan frekuensi yang lebih tinggi disebut nada tambahan (*overtunes*), dan

gabungan dari keduanya disebut harmonik. Gambar 8 mewakili nada yang dimainkan pada Angklung dengan puncak terendah dengan frekuensi 260 Hz dan lebih tinggi. Nilai bilangan bulat didapatkan dengan cara membagi setiap frekuensi nada dalam suara musik dengan frekuensi terendah yang menunjukkan hubungannya.

Pengukuran frekuensi bunyi adalah banyaknya getaran yang terjadi selama suatu waktu. Kursor merah

pada komputer menunjukkan frekuensi dominan. Udara yang dihembuskan bergetar pada kolom

sehingga menimbulkan resonansi pada kolom udara (Nishanth & Udayanandan, 2018).



Gambar 8. Frekuensi Spektrum Nada pada Angklung

Hasil perhitungan frekuensi pada alat musik tradisional Angklung ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Frekuensi pada Angklung

Nada	$f(\text{Hz})$
do (1)	262
re (2)	297
mi (3)	334
fa (4)	357
sol (5)	396
la (6)	447
si (7)	485
do (1)	532

Bunyi yang dihasilkan oleh banyak alat musik memiliki harmonik yang saling terkait dengan dasar yang sedikit lebih tinggi dari satu atau tidak ada

dalam spektrum (McAdams et al., 1999). Dalam alat musik, *pitch* ditentukan oleh durasi suara dan faktor fisik lainnya seperti panjang dan ketebalan (Bucur, 2017).

b. Rhythm

Dalam kasus ini alat musik yang dibahas yaitu Angklung. Ketika Angklung digoyangkan maka terjadi benturan antara kaki pada tabung suara dengan tabung dasar sehingga menyebabkan mereka bergetar. Contoh lain dapat ditemukan pada alat musik drum, dimana satu pukulan oleh pemain membuat kulit diatas drum (membran melingkar) bergetar dalam banyak mode. Dimana kecepatan awal yang diberikan tidak mengubah mode getaran sehingga

mereka menghasilkan satu set karakteristik frekuensi yang tidak saling terkait sebagai kelipatan dari frekuensi terendah. Pola pukulan tertentu dari waktu ke waktu dipertahankan, sehingga dapat menarik perhatian penonton.

Salah satu contoh ritme terbaik adalah pola detak jantung yang kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu ritme dan keteraturannya dapat ditemukan pada lagu populer seperti "*twinkle twinkle little star*", "*Baabaa black sheep*". Hasil studi

menunjukkan bahwa peserta didik yang mampu memainkan musik ritmis memiliki kemampuan yang lebih baik dalam keterampilan tata bahasa mereka (Lee et al., 2020). Dalam pertunjukan secara langsung, penyajian alat musik digunakan untuk menciptakan suara ritmis dan ketika dimainkan ritme aktivitas otak berlangsung dengan kecepatan yang sama dengan pukulan alat musik tersebut. Keterkaitan antara alat musik dengan otak ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Keterkaitan antara alat musik dan otak

Ritme musik memiliki kemampuan untuk mempengaruhi aktivitas otak kita di daerah yang berhubungan dengan gerakan dan menghasilkan lebih banyak neurotransmitter yang berhubungan dengan perasaan menyenangkan. (Salimpoor et al., 2015). Peristiwa tersebut dapat ditemukan ketika

menonton konser, dimana musik berirama dengan melibatkan banyak penonton lalu terdapat tingkat koordinasi antarpribadi yang serupa dalam gerakan dan emosi yang menyenangkan sehingga (Dhariwal et al., 2020). Ritme merupakan pilar musik yang penting dibandingkan dengan parameter lainnya.

c. Loudness

Parameter ini berkaitan dengan amplitudo. Kekerasan (*loudness*) dapat membantu studi tentang gangguan pendengaran serta pemahaman tentang mekanisme pendengaran. (Fierro et al., 2019). *Loudness* berhubungan erat dengan parameter lain seperti *timbre* dan *pitch* (Lehner et al., 2018).

d. Timbre

Warna bunyi atau *timbre* adalah parameter bunyi yang diwakili oleh sekumpulan frekuensi unik yang dimiliki oleh setiap suara (Lieb & Stark, 2018). Timbre suatu bunyi sangat berkaitan dengan bentuk gelombang bunyi dan karakteristik bentuk gelombang tersebut. Ketika suatu alat musik dimainkan dengan nada dan kenyaringan yang sama pada durasi yang sama, perbedaan bentuk gelombang tersebut memberi identifikasi yang berbeda. Sebagai contoh, ketika memukul drum, amplitudo gelombangnya naik ke nilai maksimum dalam waktu awal tertentu dan tetap pada amplitudo tinggi pada waktu yang lebih lama dan kemudian

meluruh ke minimum dan membentuk keseluruhan bentuk gelombang.

Bagian awal dari gelombang di mana amplitudo naik ke maksimum disebut sebagai wilayah serangan (*attack region*), diikuti oleh wilayah bertahan (*sustain region*) dan wilayah peluruhan (*decay region*). Suara yang dihasilkan oleh instrumen yang berbeda memiliki perubahan ukuran wilayah tersebut sehingga membuat timbre yang berbeda untuk bunyi tersebut (Suyatno et al., 2016). Perubahan keseluruhan dalam amplitudo dari titik awal hingga akhir gelombang suara disebut *envelope*. Pada instrumen yang berbeda, perubahan bentuk *envelope* tersebut menciptakan perbedaan timbre (Kuswanto, 2011). Timbre adalah parameter yang membantu pendengar mengidentifikasi karakteristik bentuk gelombang suara (Jannereth & Esch, 2021). Oleh karena itu, timbre memiliki keterkaitan dengan semua parameter bentuk gelombang lainnya seperti *pitch*, *loudness*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Studi ini memperkenalkan konsep fisika yang memiliki keterkaitan dengan seni musik. Integrasi teknologi dalam mengenalkan relasi fisika dan seni musik. Hasil studi ini dapat diterapkan untuk pada peserta didik sekolah menengah pertama (SMP) yakni memvisualisasikan gelombang bunyi dan merasa senang ketika proses pembelajaran. Studi ini hanya berfokus pada konsep fisika yang diajarkan pada jenjang SMP. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan kajian fisika lebih mendalam terkait konsep fisika pada seni musik.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Taai, S. H. H. (2021). Noise and its impact on environmental pollution. *Materials Today: Proceedings*.
- Anwar, K., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Viridi, S. (2018). Construction of basic concepts of waves through a “gambo” (traditional musical instrument). *AIP Conference Proceedings, 2021*(October 2018). <https://doi.org/10.1063/1.5062747>
- Anwar, K., Rusdiana, D., Kaniawati, I., & Viridi, S. (2020). Teaching wave concepts using traditional musical instruments and free software to prepare prospective skillful millennial physics teachers. *Journal of Physics: Conference Series, 1521*(2), 22056.
- Baran, M., Maskan, A., & Yasar, S. (2018). Learning physics through project-based learning game techniques. *International Journal of Instruction, 11*(2), 221–234. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11215a>
- Bucur, V. (2017). *Acoustics of wood*. CRC press.
- Dhariwal, P., Jun, H., Payne, C., Kim, J. W., Radford, A., & Sutskever, I. (2020). Jukebox: A generative model for music. *ArXiv Preprint ArXiv:2005.00341*.
- Fierro, L., Rämö, J., & Välimäki, V. (2019). Adaptive loudness compensation in music listening. *Sound and Music Computing Conference, 135–142*.
- Haroky, F., Amirta, P. D., Handayani, D. P., Kuswanto, H., & Wardani, R. (2020). Creating physics comic media dol (a Bengkulu local wisdom musical instrument) in sound wave topic. *AIP Conference Proceedings, 2215*(April). <https://doi.org/10.1063/5.0000575>
- Jaeger, H. (2017). Audacity for teaching the Physics of Music. *Bulletin of the American Physical Society, 62*.
- Jannereth, E., & Esch, L. (2021). Analyzing Timbres of Various

- Musical Instruments Using FFT and Spectral Analysis. *Journal of Student Research*, 10(1).
- Kelly, S. N. (2018). *Teaching music in American society: A social and cultural understanding of teaching music*. Routledge.
- Konz, N., & Ruiz, M. J. (2018). Amplitude, frequency, and timbre with the French horn. *Physics Education*, 53(4), 45004.
- Kuswanto, H. (2011). Comparison Study of Saron Ricik Instruments' Sound Color (Timbre) on the Gamelans of Nagawilaga and Gunturmadu from. *International Journal of Basic & Applied Sciences*, August, 23–29. http://www.ijens.org/Vol_11_I_04/113604-0909-IJBAS-IJENS.pdf
- Kuswanto, H. (2012). Saron Demung'S Timbre and Sonogram of Gamelans Gunturmadu From Keraton Ngayogyakarta. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8(1), 90–97. <https://doi.org/10.15294/jpfi.v8i1.1999>
- Lee, H., Launay, J., & Stewart, L. (2020). Signals through music and dance: Perceived social bonds and formidability on collective movement. *Acta Psychologica*, 208, 103093.
- Lehner, B., Schlüter, J., & Widmer, G. (2018). Online, loudness-invariant vocal detection in mixed music signals. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 26(8), 1369–1380.
- Leonardo, K., Sarwono, J., & Prasetyo, I. (2018). Acoustic properties of Temen and Wulung bamboo as a Material for Gambang: Sundanese traditional musical instrument. *Journal of Physics: Conference Series*, 1075(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1075/1/012072>
- Lieb, F., & Stark, H.-G. (2018). Audio inpainting: Evaluation of time-frequency representations and structured sparsity approaches. *Signal Processing*, 153, 291–299.
- McAdams, S., Beauchamp, J. W., & Meneguzzi, S. (1999). Discrimination of musical instrument sounds resynthesized with simplified spectrotemporal parameters. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 105(2), 882–897.
- Mei, J., & Cheng, K. W. E. (2020). A Study on Influencing Factors of Low Frequency Sound Wave Fire Extinguisher. *2020 8th International Conference on Power Electronics Systems and Applications (PESA)*, 1–4.
- Morales, M. P. E. (2017). Exploring indigenous game-based physics activities in pre-service physics teachers' conceptual change and transformation of epistemic beliefs. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1377–1409. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00676a>
- Nishanth, P., & Udayanandan, K. M. (2018). Vibrations of a Circular

- Membrane-Some Undergraduate Exercises. *Physics Education*.
- Nurhidayati, A., Lesmono, A. D., & Nuraini, L. (2022). ANALISIS FREKUENSI BUNYI DAN CEPAT RAMBAT GELOMBANG BUNYI PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL ANGKLUNG. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(3), 85–92.
- Pothiyodath, N., & Murkoth, U. K. (2022). Introducing “Physics of music” to students using free software. *Momentum: Physics Education Journal*, 39–50.
- Rahmat, A. D., Kuswanto, H., & Wilujeng, I. (2023). *Integrating Technology into Science Learning in Junior High School : Perspective of Teachers*. 9(5), 2391–2396. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.2922>
- Salamon, J., Gómez, E., Ellis, D. P. W., & Richard, G. (2014). Melody extraction from polyphonic music signals: Approaches, applications, and challenges. *IEEE Signal Processing Magazine*, 31(2), 118–134.
- Salimpoor, V. N., Zald, D. H., Zatorre, R. J., Dagher, A., & McIntosh, A. R. (2015). Predictions and the brain: how musical sounds become rewarding. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(2), 86–91.
- Singh, A. K., & Garg, A. (2021). Applications of Signal Processing. In *Machine Learning in Signal Processing* (pp. 73–95). Chapman and Hall/CRC.
- Sriyansyah, S. P., & Anwar, K. (2021). Pembelajaran Gelombang Bunyi Menggunakan Alat Musik Suling dan Gawai pada Pelajaran IPA SMP di Masa Pandemi Covid-19. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(2), 175. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v4i2.13277>
- Suyatno, Tjokronegoro, H. A., Merthayasa, I. G. N., & Supanggih, R. (2016). Analysis of onstage acoustics preference of musicians of traditional performance of javanese gamelan based on normalized autocorrelation function. *Journal of Engineering and Technological Sciences*, 48(5), 571–583. <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2016.48.5.5>
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2007). *Physics for scientists and engineers*. Macmillan.