

ANALISIS FREKUENSI BUNYI DAN CEPAT RAMBAT GELOMBANG BUNYI PADA ALAT MUSIK TRADISIONAL ANGKLUNG

¹⁾ Anisa Nurhidayati, ¹⁾ Albertus Djoko Lesmono, ¹⁾ Lailatul Nuraini

¹⁾ Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember
Email: anisa.nurhidayati04@gmail.com

Abstract

The research was motivated by cultural aspects that must be preserved and studied in various scientific fields, including physics. One of the interesting cultural elements to study is the traditional musical instrument, angklung. This study aims to analyze the frequency and speed of sound waves in angklung. The benefit of this study is to get the cognitive content of science and as a form of cultural preservation of the angklung musical instrument. The type of research was quantitative with experimental method. Data were collected by measuring the physical quantities of angklung. The data analysis technique used is the graphical analysis and mathematical calculations. The results obtained were the length of the angklung tube is inversely proportional to the frequency of the sound produced. Mathematical calculations can get the value of the speed of sound waves by the concept of a closed organ pipe. Based on the calculation results, the speed of sound waves in angklung is 340.11 m/s.

Keywords: *angklung, frequency of sound, speed of sound*

PENDAHULUAN

Penelitian dilatarbelakangi oleh aspek kebudayaan yang perlu untuk dikaji dan didalami dari sudut pandang sains. Permasalahan yang perlu diperhatikan bahwa budaya Indonesia mulai memudar akibat perkembangan teknologi (Jamalludin, et al., 2021). Arus informasi dan telekomunikasi yang cepat berdampak pada berkurangnya keinginan untuk melestarikan budaya lampau (Surahman 2013). Maka, upaya pelestarian perlu dilakukan baik untuk alasan praktis maupun dari aspek keilmuan.

Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman budaya. Hal yang lebih mengesankan yakni setiap pulau memiliki musik, tarian, serta masakan yang unik (Rahayani & MacGill 2017). Alat musik adalah bagian penting dan tidak dapat dipisahkan dalam kehidupan dan perkembangan musik tradisi nusantara. Salah satu alat musik tradisional adalah angklung. Angklung didefinisikan sebagai

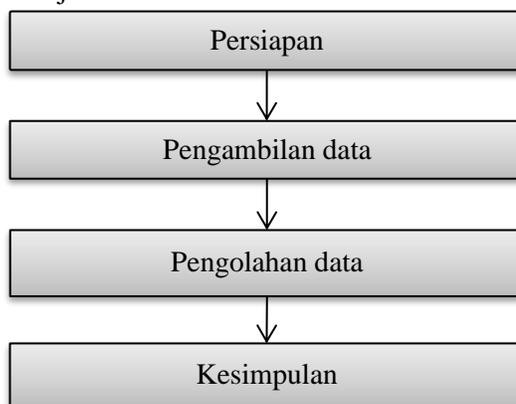
alat musik tradisional yang terbuat dari bambu. Angklung mendapatkan pengakuan oleh UNESCO sebagai *The Representative List of the Intangible Cultural Heritage of Humanity* yang dideklarasikan pada tahun 2010 (Kemendikbudristek, 2021). Penelitian ini mengangkat angklung sebagai objek penelitian yang dikaji dari sudut pandang fisika. Fisika adalah upaya memahami perilaku alam dan merumuskan hukum-hukum yang mengatur perilaku itu (Rosyid, et al., 2014). Pemahaman yang mendalam mengenai konsep fenomena fisika dapat dikaji dari lingkungan sekitar maupun budaya masyarakat (Midroro et al., 2022),

Penelitian ini dilakukan untuk menggali konsep fisika gelombang bunyi pada alat musik tradisional angklung. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis frekuensi dan cepat rambat gelombang bunyi pada angklung. Manfaat penelitian ini adalah untuk mendapatkan konten kognitif ilmu dan sebagai bentuk pelestarian budaya angklung.

METODE

Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Penelitian ini termasuk penelitian eksperimental yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh atau dampak dari sebuah perlakuan yang diberikan terhadap perubahan suatu kondisi atau keadaan tertentu (Masyud 2014). Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis variabel apa saja yang mempengaruhi frekuensi bunyi serta mendapatkan nilai cepat rambat gelombang bunyi pada angklung. Variabel bebas pada penelitian ini adalah panjang dan diameter tabung. Dalam hal ini variabel kontrolnya adalah suhu dan gaya saat menggoyangkan angklung.

Penelitian dilakukan dengan mengambil data setiap besaran fisika, yakni panjang tabung, diameter tabung, frekuensi bunyi. Panjang dan diameter tabung diukur menggunakan mistar. Frekuensi bunyi angklung diukur menggunakan aplikasi *visual analyzer 64 bit* yang telah di-*install* di laptop. Teknik analisis data menggunakan analisis grafik dan perhitungan matematis. Adapun desain penelitian sebagaimana ditunjukkan Gambar 1 berikut.

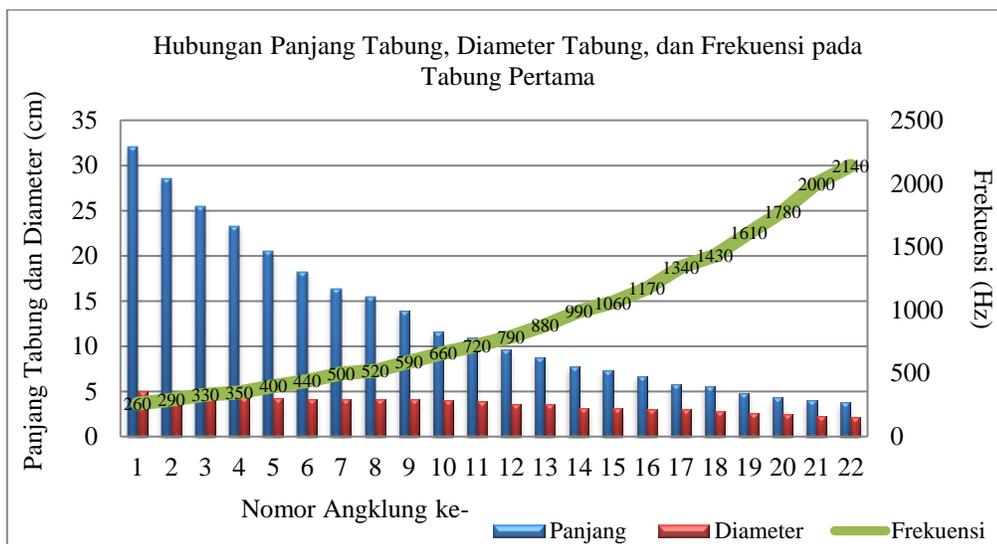


Gambar 1. Desain penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

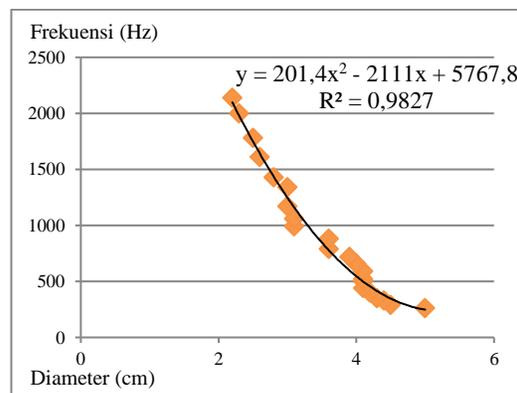
Angklung dideskripsikan sebagai instrumen dari ruas bambu dengan tabung bambu sebagai resonator yang dibunyikan dengan cara digoyangkan (Rosyadi 2012). Satu angklung terdiri dari tiga buah ruas bambu dengan berbagai ukuran yang disebut tabung pertama, tabung kedua, dan tabung ketiga. Sertiap ruas bambu pada angklung terdapat sisi terbuka dan tertutup, sehingga angklung memenuhi prinsip pipa organa tertutup. Dalam konteks perpindahan, udara di ujung tertutup dari pipa organa adalah simpul perpindahan karena udara di sana tidak dapat bergerak bebas untuk berpindah. Sedangkan di dekat ujung terbuka dari pipa organa akan ada antisimpul atau perut gelombang karena udara dapat bergerak bebas keluar masuk. Udara-udara dalam pipa organa yang berbentuk tabung membentuk gelombang stasioner longitudinal. Pada pipa organa tertutup sebuah simpul tunggal memiliki jarak antar simpul sebesar $\frac{1}{4}\lambda$ yang sesuai dengan frekuensi fundamentalnya (Giancoli 2014)

Pada satu set angklung terdapat beberapa angklung dengan berbagai ukuran dan variasi nada. Nada angklung berkaitan dengan frekuensi bunyi. Frekuensi adalah jumlah putaran peristiwa pada selang waktu tertentu. Satuan frekuensi bunyi dinyatakan dalam banyaknya panjang gelombang tiap detik atau hertz (Hz) (Giancoli 2014). Adapun nilai frekuensi pada satu set angklung bervariasi sesuai dengan panjang tabungnya. Pengukuran 22 angklung dilakuka pada suhu ruang 23°C. Hasil pengukuran panjang tabung, diameter tabung, dan frekuensi bunyi tabung pertama ditunjukkan Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hubungan Panjang Tabung, Diameter Tabung, dan Frekuensi pada Tabung Pertama

Ukuran panjang dan diameter tabung pada setiap angklung memiliki hubungan dengan frekuensi bunyi yang dihasilkan. Pada gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran angklung, frekuensi yang dihasilkan semakin tinggi, maknanya angklung dengan ukuran yang lebih pendek menghasilkan frekuensi bunyi yang semakin tinggi. Sebaliknya semakin panjang angklung, maka frekuensi yang dihasilkan semakin rendah. Adapun untuk hubungan masing-masing besaran ditunjukkan Gambar 3 berikut.

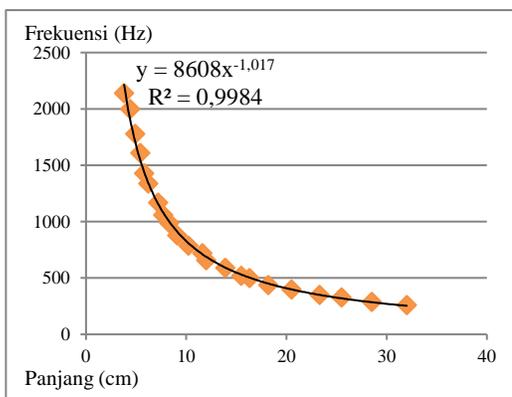


(b)

(a) Grafik Panjang terhadap Frekuensi;

(b) Grafik Diameter terhadap Frekuensi

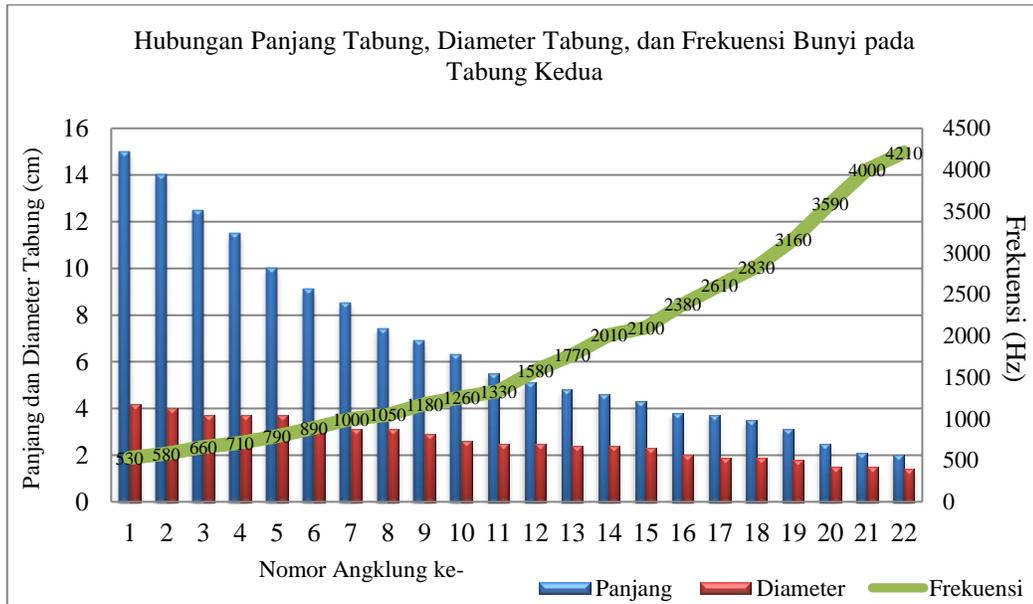
Gambar 3 Grafik ukuran tabung pertama terhadap frekuensi bunyi



(a)

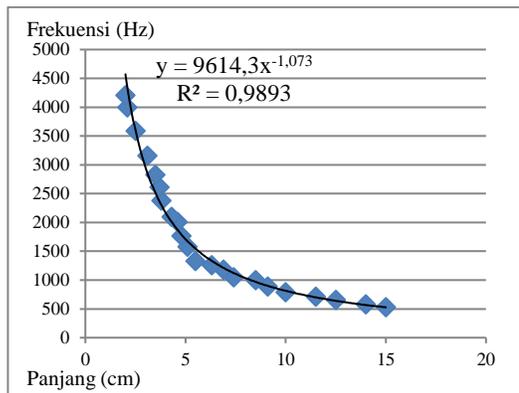
Grafik hubungan panjang terhadap frekuensi menghasilkan persamaan $y = 8608x^{-1,017}$. Hubungan diameter tabung dan frekuensi menghasilkan persamaan polinomial orde 2, yakni $y = 201,4x^2 - 2111x + 5767,8$.

Pada tabung angklung kedua setiap nomor angklung juga diukur masing-masing besaran panjang, diameter dan frekuensi bunyi. Adapun hasil pengukurannya ditunjukkan Gambar 4 berikut:

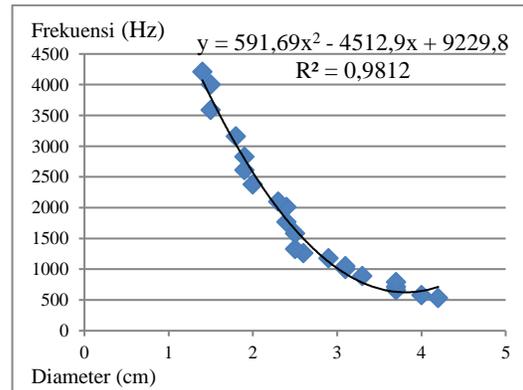


Gambar 4. Hubungan Panjang Tabung, Diameter Tabung, dan Frekuensi Bunyi pada Tabung Kedua

Pengukuran pada tabung kedua setiap nomor angklung juga menghasilkan grafik berbanding terbalik antara ukuran tabung terhadap frekuensi. Grafik ini menunjukkan ukuran panjang angklung semakin pendek, sementara frekuensi bunyinya semakin tinggi. Diameter tabung angklung mengikuti ukuran panjang tabung angklung. Adapun hubungan masing-masing besaran pada tabung kedua ditunjukkan Gambar 5 berikut.



(a)



(b)

(a) Grafik Panjang terhadap Frekuensi;

(b) Grafik Diameter terhadap Frekuensi

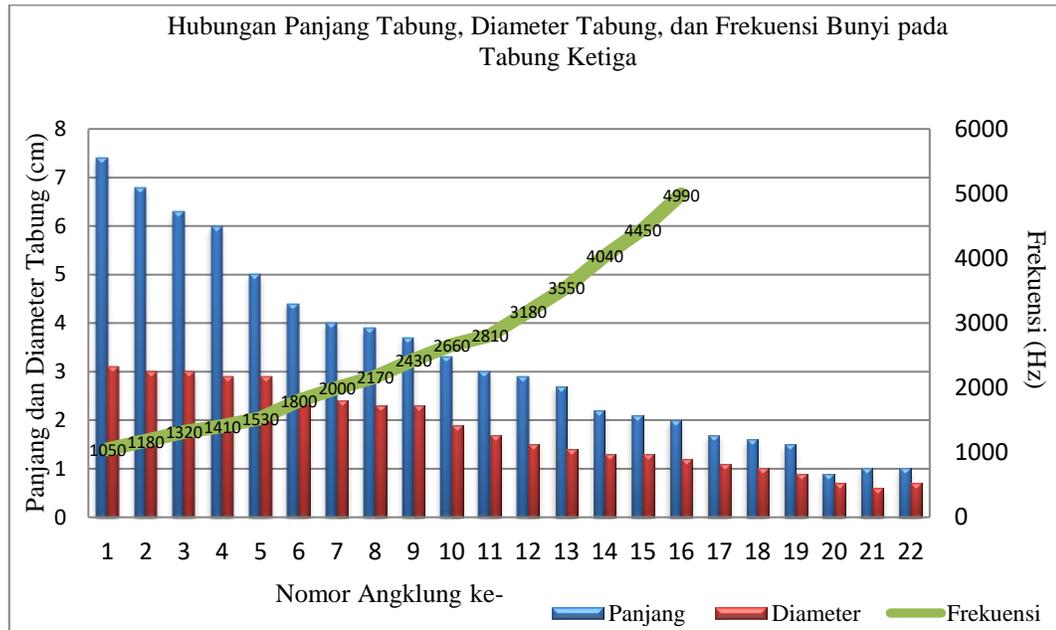
Gambar 5. Grafik ukuran tabung kedua terhadap frekuensi bunyi

Grafik hubungan panjang terhadap frekuensi menghasilkan persamaan $y = 9614,3x^{-1,073}$. Hubungan diameter tabung dan frekuensi menghasilkan persamaan polinomial orde 2, yakni $y = 591,69x^2 - 4512,9x + 9229,8$.

Pada tabung ketiga setiap angklung didapatkan hubungan antara ukuran tabung dengan frekuensi bunyi sebagaimana pada tabung pertama dan kedua. Hanya saja pada

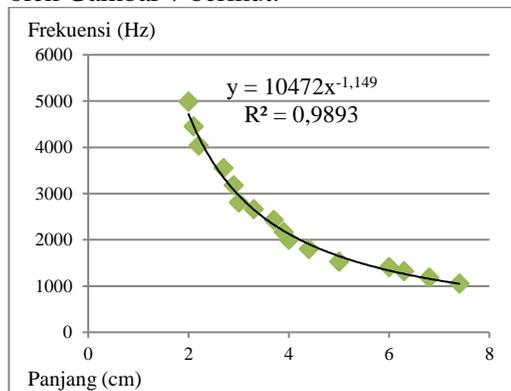
tabung ketiga terdapat nilai frekuensi yang tidak terukur oleh *software visual analyzer*, yakni dari angklung nomor 17 hingga

angklung nomor 22. Adapun hasil pengukurannya ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.

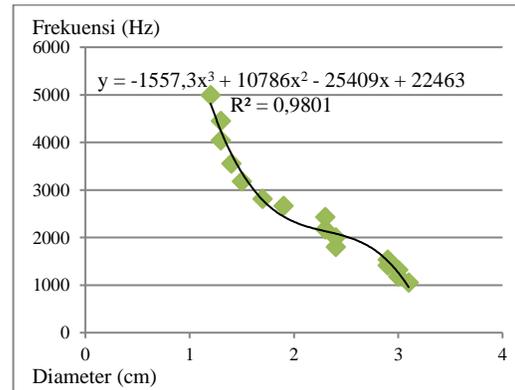


Gambar 6. Hubungan Panjang Tabung, Diameter Tabung, dan Frekuensi Bunyi pada Tabung Ketiga

Nilai panjang tabung ketiga semakin kecil, sementara nilai frekuensi bunyinya semakin tinggi hingga batas nilai yang terbaca oleh *visual analyzer*. Hubungan antara masing-masing besaran, yakni panjang tabung terhadap frekuensi bunyi dan diameter tabung terhadap frekuensi bunyi ditunjukkan oleh Gambar 7 berikut.



(a)



(b)

(a) Grafik Panjang terhadap Frekuensi;
(b) Grafik Diameter terhadap Frekuensi
Gambar 7. Grafik panjang dan diameter tabung ketiga terhadap frekuensi bunyi

Grafik hubungan panjang terhadap frekuensi menghasilkan persamaan $y = 10472x^{-1,149}$. Hubungan diameter tabung dan frekuensi

menghasilkan persamaan polinomial orde 3, yakni $y = -1557,3x^3 + 10786x^2 - 25409x + 22463$.

Hubungan panjang tabung dan frekuensi bunyi menunjukkan grafik yang konsisten. Grafik tersebut menghasilkan persamaan x pangkat negatif atau $\frac{1}{x}$. Persamaan tersebut memiliki syarat bahwa nilai x , yakni panjang tabung tidak boleh 0 (nol) agar menghasilkan suatu nilai, yakni nilai frekuensi bunyi. Hal ini juga dapat menjelaskan persoalan mengenai frekuensi bunyi pada tabung ketiga untuk nomor angklung 17 hingga nomor angklung 22 yang tidak terukur. Penyebabnya adalah karena ukuran panjang tabung yang terlampau pendek yakni antara 0,9 cm hingga 1,7 cm.

Hubungan diameter tabung terhadap nilai frekuensi tidak menunjukkan grafik yang konsisten. Gambar 7b menunjukkan grafik hubungan antara diameter tabung dan frekuensi bunyi yang menghasilkan persamaan polinomial orde 3. Grafik ini menunjukkan bahwa terdapat dua nilai puncak. Hal ini berbeda dengan Gambar 3b dan 5b, yakni grafik hubungan antara diameter tabung dan frekuensi bunyi yang menghasilkan persamaan polinomial orde 2 yang hanya memiliki satu nilai puncak. Pada realitanya diameter tabung menyesuaikan panjang tabung. Tabung angklung yang

panjang pada umumnya menggunakan bambu dengan diameter yang relatif besar.

Secara keseluruhan Gambar 2, Gambar 4, dan Gambar 6 menunjukkan grafik yang sama, yakni hubungan antara ukuran tabung dengan frekuensi bunyi yang dihasilkan adalah berbanding terbalik. Hal ini terlihat pada hubungan panjang tabung terhadap frekuensi bunyi. Berdasarkan konsep gelombang, bahwa pada pipa organa terbuka frekuensi fundamentalnya menjadi persamaan 1

$$f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4l} \dots\dots\dots (1)$$

Persamaan 1 menunjukkan hubungan berbanding terbalik antara frekuensi bunyi dengan panjang pipa organa tertutup. Hal ini juga berlaku pada angklung, sehingga data yang diambil menunjukkan kesesuaian konsep dengan teori.

Secara metamatis hasil pengukuran frekuensi bunyi dan panjang tabung angklung dapat digunakan untuk mendapatkan nilai cepat rambat gelombang bunyi dengan memodifikasi persamaan 1 menjadi persamaan 2

$$v = f_1 \cdot \lambda = f_1 \cdot 4l \dots\dots\dots (2)$$

Adapun hasil perhitungan cepat rambat bunyi pada setiap tabung angklung sebagaimana ditunjukkan Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Cepat rambat bunyi pada angklung

No. Angklung ke-	Cepat rambat gelombang bunyi pada tabung angklung (m/s)			
	v_1	v_2	v_3	\bar{v}
1	332,80	318,00	310,80	319,13
2	330,60	324,80	320,96	325,45
3	336,60	330,00	332,64	333,08
4	326,20	326,60	338,40	330,40
5	328,00	316,00	306,00	316,67
6	320,32	316,84	316,80	317,99
7	326,00	340,00	320,00	328,67
8	322,40	310,80	338,52	323,91
9	328,04	325,68	359,64	337,79

No. Angklung ke-	Cepat rambat gelombang bunyi pada tabung angklung (m/s)			
	v_1	v_2	v_3	\bar{v}
10	306,24	317,52	351,12	324,96
11	316,80	343,20	337,20	332,40
12	303,36	322,32	368,88	331,52
13	306,24	339,84	383,40	343,16
14	304,92	369,84	355,52	343,43
15	309,52	361,20	373,80	348,17
16	313,56	361,76	399,20	358,17
17	310,88	386,28	0,00	348,58
18	314,60	396,20	0,00	355,40
19	309,12	391,84	0,00	350,48
20	306,16	359,00	0,00	332,58
21	320,00	336,00	0,00	328,00
22	325,28	336,80	0,00	331,04

Berdasarkan data pada Tabel 1 didapatkan nilai rata-rata cepat rambat bunyi adalah sebesar 340,11 m/s. Nilai cepat rambat gelombang bunyi di udara pada suhu ruang berada pada angka 343 m/s (Giancoli 2014). Referensi lain menyebutkan bahwa nilai cepat rambat suara (bunyi) pada suhu 0°C adalah 331,3 m/s (Halliday & Resnick 1988). Nilai laju bunyi juga bergantung pada temperatur, terutama untuk gas. Laju bunyi meningkat kurang lebih 0,60 m/s untuk setiap peningkatan temperatur 1°C. Apabila suhu ruangan adalah 23°C, maka didapatkan nilai cepat rambat gelombang bunyi sebesar 345,1m/s. Dengan demikian, perhitungan nilai cepat rambat bunyi pada angklung menghasilkan nilai yang mendekati dasar teori.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa angklung merupakan alat musik yang termasuk pipa organa tertutup. Frekuensi bunyi angklung dipengaruhi oleh panjang tabung angklung. Panjang tabung dan frekuensi bunyi memiliki hubungan berbanding terbalik. Maknanya, semakin panjang angklung maka frekuensi bunyi yang dihasilkan semakin

rendah. Sebaliknya semakin pendek tabung angklung, maka frekuensi bunyi yang dihasilkan semakin tinggi hingga batas nilai tertentu. Diameter angklung menyesuaikan dengan panjang angklung. Nilai panjang dan frekuensi bunyi dapat digunakan untuk mencari nilai cepat rambat gelombang pada angklung sesuai dengan konsep pipa organa tertutup.

DAFTAR PUSTAKA

- Giancoli, Douglas C. 2014. *Fisika: Prinsip Dan Aplikasi Jilid 1 Edisi 7*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday, David, and Robert Resnick. 1988. *Fisika Jilid 1 Edisi Ketiga*. 3rd ed. eds. Pantur Silaban and Erwin Sucipto. Jakarta: Erlangga.
- Jamalludin, Jamalludin -, Rif'ati Dina Handayani, and Lailatul - Nuraini. 2021. "The Development of Interactive Learning Media of Parabolic Motion Lesson Materials with Patil Lele Traditional Games." *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika* 9(2): 126.
- Kemendikbudristek. 2021. "Pelindungan Paten Alat Musik Tradisional Penting Sebagai Upaya Pelestarian Budaya." *Kementerian Pendidikan Kebudayaan*

- Riset dan Teknologi*: 1–1.
<https://www.kemdikbud.go.id/main/blog/2021/09/pelindungan-paten-alat-musik-tradisional-penting-sebagai-upaya-pelestarian-budaya>.
- Masyud, S. 2014. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jember: LPMPK.
- Midroro, Jihan Ni'ami, Sri Handono Budi Prastowo, and Lailatul Nuraini. 2022. "The Development of an Integrated Interactive Digital Physics Module for the Larung Sesaji Culture of the Coastal Community of Jember Regency." *Journal of Natural Science and Integration* 5(1): 136.
- Rahayani, Yayan, and Bindi MacGill. 2017. "The Angklung: The Maintenance of Indonesian Cultural Heritage through Public Pedagogy." *Journal of Public Pedagogies* (2).
- Rosyadi, Rosyadi. 2012. "Angklung: Dari Angklung Tradisional Ke Angklung Modern." *Patanjala : Jurnal Penelitian Sejarah dan Budaya* 4(1): 25.
- Rosyid, Muhammad Farchani, Yusuf Dyan Prabowo, and Eko Firmansyah. 2014. *Fisika Dasar Jilid 1: Mekanika*. Penerbit Periuk.
- Surahman, Sigit. 2013. "Dampak Globalisasi Media Terhadap Seni Dan Budaya Indonesia." *Jurnal Komunikasi* 2(1): 29–38.