



E-ISSN 3032-601X & P-ISSN 3032-7105

Vol. 1, No. 3c, Juli 2024

MISTER

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science,
Technology and Educational Research

**Jurnal Penelitian Multidisiplin dalam Ilmu
Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan**

**UNIVERSITAS SERAMBI MEKKAH
KOTA BANDA ACEH**

mister@serambimekkah.ac.id

Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science Technology
and Educational Research

Journal of MISTER

Vol. 1, No. 3c, Juli 2024

Pages: 1430-1438

Uji Coba Konsep Pipa Organa Pada Alat Peraga Menggunakan
Botol Bekas: Bantuan Aplikasi *Phypox*

Windi Anggraini, Halimatul Zahra Kurtubi, Nabila Aprilia, Amelia Putri Wardhani,
Ahmad Suryadi

Tadris Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Syarif
Hidayatullah, Jakarta, Indonesia

Article in Journal of MISTER

Available at : <https://jurnal-serambimekkah.org/index.php/mister/index>

DOI : <https://doi.org/10.32672/mister.v1i3c.1925>

How to Cite this Article

APA : Anggraini, W., Kurtubi, H. Z., Aprilia, N., Wardhani, A. P., &
Suryadi, A. (2024). Uji Coba Konsep Pipa Organa pada Alat Peraga
Menggunakan Botol Bekas: Bantuan Aplikasi Phypox. *MISTER: Journal
of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational
Research*, 1(3c), 1430 - 1438.
<https://doi.org/10.32672/mister.v1i3c.1925>

Others Visit : <https://jurnal-serambimekkah.org/index.php/mister/index>

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is a scholarly journal dedicated to the exploration and dissemination of innovative ideas, trends and research on the various topics include, but not limited to functional areas of Science, Technology, Education, Humanities, Economy, Art, Health and Medicine, Environment and Sustainability or Law and Ethics.

MISTER: *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research* is an open-access journal, and users are permitted to read, download, copy, search, or link to the full text of articles or use them for other lawful purposes. Articles on Journal of MISTER have been previewed and authenticated by the Authors before sending for publication. The Journal, Chief Editor, and the editorial board are not entitled or liable to either justify or responsible for inaccurate and misleading data if any. It is the sole responsibility of the Author concerned.



ISSN 3032-7105

ISSN 3032-601X



Uji Coba Konsep Pipa Organa Pada Alat Peraga Menggunakan Botol Bekas: Bantuan Aplikasi *Phypox*

Windi Anggraini¹, Halimatul Zahra Kurtubi², Nabila Aprilia³, Amelia Putri Wardhani⁴,
Ahmad Suryadi⁵

Tadris Fisika, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah,
Jakarta, Indonesia¹²³⁴⁵

Email Korespodensi: windianggrn@gmail.com

Diterima: 06-07-2024

| Disetujui: 07-07-2024

| Diterbitkan: 08-07-2024

ABSTRACT

Some physics material may be difficult to understand, especially the organ pipe material in the vibration and sound chapter. To help students understand organ pipe material, experiments are very important in its delivery. However, teaching aids and accurate data collection are often a challenge for teachers and students. Testing organ pipes on teaching aids with the help of the Phypox application can be a method for teaching the physics of sound and vibration practically and interactively. This research was conducted to compare the speed of sound propagation in air and water as well as measure the frequency of tones in air columns with different water heights in bottles using the Phypox application. The frequency data obtained shows that the longer the air column, the higher the frequency produced, conversely the shorter the air column, the lower the frequency produced. The calculation results for the speed of air propagation vary between 234 m/s to 622 m/s, with the closest value to a constant air speed of 340 m/s found in the basic notes Do and Re. Therefore, it is concluded that the teaching aids created can be used to increase students' understanding of the concept of organ pipes and the role of the Phypox application in increasing the accuracy of data collection.

Keywords: *Organa Pipe, Props, Used Bottles, Phypox Application*

ABSTRAK

Terdapat beberapa materi fisika yang sulit dipahami, terutama tentang materi pipa organa dalam bab getaran dan bunyi. Kesulitan pada materi ini meliputi kurangnya pemahaman siswa tentang materi, pengambilan dan pengolahan data yang sulit serta kurangnya alat peraga penunjang pembelajaran. Untuk membantu kesulitan-kesulitan siswa memahami materi pipa organa, eksperimen menggunakan alat peraga sangat penting dalam penyampaian. Uji coba pipa organa pada alat peraga dengan bantuan aplikasi Phypox dapat menjadi sebuah metode untuk mengajarkan fisika bunyi dan getaran secara praktis dan interaktif. Metode penelitian dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan alat peraga botol kaca dan pengambilan data menggunakan aplikasi Phypox. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan cepat rambat bunyi pada medium udara dan air serta mengukur frekuensi nada pada kolom udara dengan ketinggian air yang berbeda-beda dalam botol menggunakan aplikasi Phypox. Data frekuensi yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin panjang kolom udara, semakin tinggi frekuensi yang dihasilkan, sebaliknya semakin pendek kolom udara, semakin rendah frekuensi yang dihasilkan. Hasil perhitungan cepat rambat udara bervariasi antara 234 m/s hingga 622 m/s, dengan nilai yang paling mendekati cepat rambat udara konstan sebesar 340 m/s ditemukan pada nada dasar Do dan Re. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa alat peraga yang dibuat dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep pipa organa dan peran aplikasi Phypox dalam meningkatkan akurasi pengambilan data.

Katakunci: Pipa Organa, Alat Peraga, Botol Bekas, Aplikasi Phypox

PENDAHULUAN

Pembelajaran dengan eksperimen telah lama diakui sebagai salah satu metode pengajaran yang paling efektif untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam proses belajar (Herlita et al., 2023). Namun untuk melibatkan siswa dalam metode eksperimen memerlukan interaksi dengan materi pembelajaran, melakukan percobaan, dan mengamati hasilnya. Beberapa materi fisika berpotensi menimbulkan kesulitan dalam memahami konsepnya, khususnya pada materi pipa organa dalam bab getaran dan bunyi (Dessitasari & Sucahyo, 2020). Dalam penyampaian materi pipa organa sangat mengandalkan eksperimen untuk mempermudah siswa dalam memahami materi. Eksperimen membutuhkan alat penunjang seperti terompet, seluling, atau alat lain yang dapat digunakan dalam eksperimen. Namun, guru dan siswa sering mengalami kesulitan dalam mengambil data yang memiliki tingkat akurasi tinggi. Ditambah lagi kurangnya sumber daya manusia yang dapat memainkan alat-alat musik tersebut secara benar (Christiarni, 2014). Hal ini membuat pembelajaran pada materi pipa organa sulit atau dikatakan terhambat untuk melakukan pembelajaran dengan metode eksperimen.

Dari penjelasan di atas, kesulitan-kesulitan pada materi ini meliputi kurangnya pemahaman siswa tentang materi, pengambilan dan pengolahan data yang sulit serta kurangnya alat peraga penunjang pembelajaran, (Kallesta & Erfan, 2017) juga menuturkan hal yang sama dalam penelitiannya tentang kesulitan dalam materi gelombang bunyi. Oleh karena itu riset ini akan membandingkan cepat rambat bunyi pada medium udara dengan cepat rambat bunyi pada medium air serta membandingkan suatu frekuensi dari nada-nada dengan tinggi pada kolom udara di botol yang berbeda-beda dengan bantuan aplikasi Phypox, percobaan ini dilakukan sebagai bentuk uji coba pada materi Pipa organa.

Dalam 2 jurnal yang ditulis (Fitriyana; Seviana, 2012) dan (Fitri et al., 2023) telah dilakukan uji coba suatu alat pipa organa menggunakan botol bekas dengan mencari frekuensi serta cepat rambat pada medium air. Hasil penelitian atau percobaan yang dilakukan menghasilkan dimana jika semakin pendek kolom udara dalam botol, semakin rendah frekuensi suara yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin panjang kolom udara dalam botol, semakin tinggi frekuensi suara yang dihasilkan. Percobaan perhitungan frekuensi per nada dalam jurnal tersebut dilakukan secara manual yang mana membuat resiko terjadinya ketidakakurasian data menjadi lebih tinggi.

Pada studi kasus yang telah ditemukan, inovasi yang akan dilakukan dengan sumber jurnal sebelumnya adalah dengan melakukan percobaan yang menghitung cepat rambat dari suatu frekuensi yang telah ditentukan dengan menggunakan aplikasi yang bernama Phypox. Penggunaan Phypox yang menggunakan sensor pada smartphone mereka, seperti accelerometer, giroskop, magnetometer, kamera, dan mikrofon, untuk melakukan percobaan fisika. Dengan Phypox, pengguna dapat langsung melakukan percobaan fisika menggunakan perangkat seluler mereka tanpa perlu peralatan tambahan yang seringkali sulit didapatkan oleh siswa maupun guru. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan cepat rambat bunyi pada medium udara dan air serta mengukur frekuensi nada pada kolom udara dengan ketinggian air yang berbeda-beda dalam botol menggunakan aplikasi Phypox.

Pipa Organa

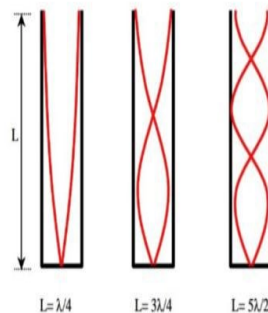
Bunyi termasuk kedalam jenis gelombang longitudinal yang dimana perlu zat perantara atau suatu medium untuk melaluinya. Untuk merambatkan sebuah bunyi diperlukan sebuah medium yaitu udara (gas). Dalam hal ini gelombang longitudinal merupakan salah satu gelombang yang memiliki sifat sinusoidal sama halnya dengan gelombang harmonik. Salah satu yang dilewatkan pipa organa tertutup pada

gelombang bunyi adalah sesuatu yang dapat bergetar yaitu merupakan sebuah kolom udara di dalam pipa organa (Sugianta et al., 2020).

Bunyi dapat kita dengar karena getaran benda yang menjadi sumber bunyi menyebabkan udara disekitarnya bergetar, dan bunyi tersebut diteruskan ke gendang telinga melalui media udara. Frekuensi bunyi yang terdengar antara 20 Hz dan 20 kHz. Kecepatan teoritis rambat bunyi di udara pada suhu ruang 20 °C adalah 340 m/s (Laeli & Ishafit, 2023). Sumber getaran salah satunya pada dawai dan tabung udara, misalnya pipa organa. Peningkatan volume suara yang dihasilkan dalam pipa organa merupakan fenomena yang disebabkan oleh resonansi suara, dimana molekul udara bergetar dengan frekuensi yang sama dengan sumber suara (Fitriyani & Andryani, 2023).

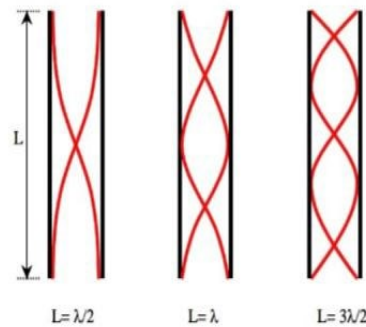
Salah satu syarat terjadinya resonansi apabila terdapat benda lain yang tidak hanya bergetar tetapi juga memiliki frekuensi yang sama maka dapat dikatakan sebagai resonansi. Pada resonansi di kolom udara pun memiliki syarat yaitu mesti terciptanya sebuah simpul gelombang yang terdapat di permukaan air serta pada bagian perut gelombang terletak pada ujung tabung bagian atas (Kamajaya & Hapiddin, 2007). Sebenarnya ada dua jenis pipa organ: pipa organ tertutup dan pipa organ terbuka. Pipa organa tipe terbuka adalah pipa organa yang kedua ujungnya terbuka, dan pipa organa tipe tertutup adalah pipa organ yang kedua ujungnya tertutup. Lubang pipa sudah terpasang (Avenida Putri et al., 2023)

Panjang pipa $l = 1/2 \lambda$ sehingga diperoleh rumus nada dasar $f_0 = v/2l$. Selanjutnya pada gambar di tengah terdapat 3 perut dan 2 simpul dan pada gambar terakhir memiliki 4 perut serta 3 simpul. Hal tersebut menghasilkan $l = 2 1/2 \lambda$ dengan nada pertama $f_2 = v/l = 2f_0$. Terakhir harmonik atau nada ketiga dengan $l = 3 1/2 \lambda$ dengan nada kedua $f_2 = 3 v/2l$. Dan untuk setiap frekuensi pipa organa memenuhi persamaan $f_n = (n + 1) v/2l$ $n = 1, 2, 3, \dots$ (Serway, John W. Jewett, 2010).



Gambar 1. Pipa Organa tertutup gelombang pola berdiri

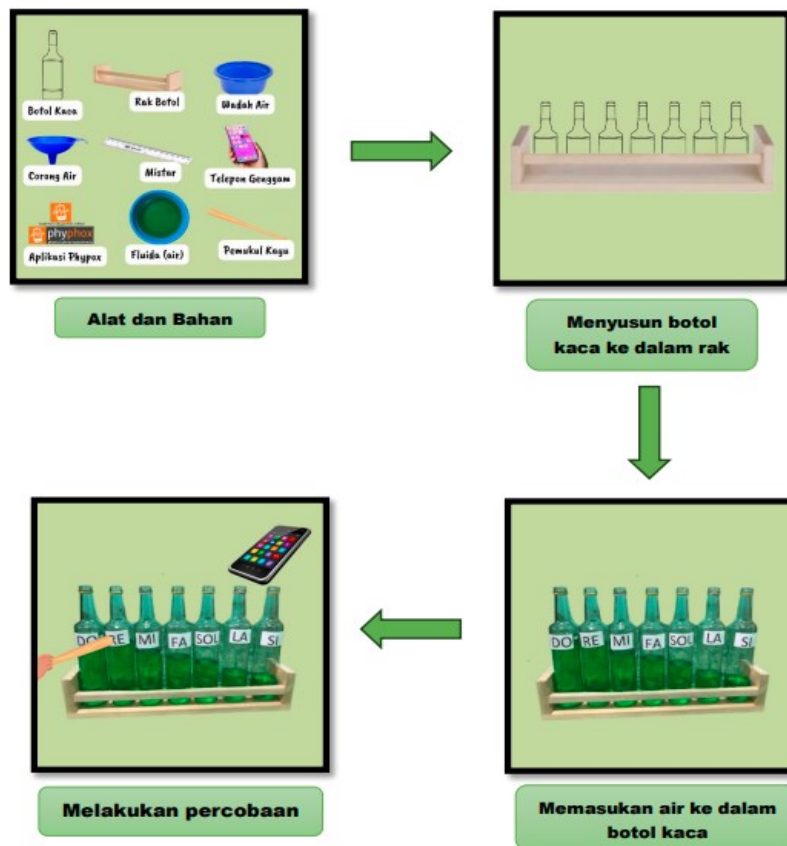
Pada bagian ujung pipa organa tertutup jika ditiup maka ujung yang terbuka adalah titik perut, dan titik simpul ujungnya tertutup. Untuk jarak pada titik simpul dan juga titik perut adalah $\frac{1}{4}$ Panjang gelombang. Jarak ini jika pada sebuah titik perut dan juga titik simpul berdekatan. Untuk pola pada frekuensi dasar adalah Panjang dari pipa. Apabila pada terjadi sebuah pantulan pada pipa organa tertutup maka perpindahan partikel pada ujungnya akan selalu sama yaitu memiliki nilai nol. Sehingga dapat dikatakan bahwa ujung yang tertutup merupakan simpul perpindahan (Yuberti, 2014).



Gambar 2. Pipa Organa terbuka gelombang pola berdiri

Salah satu cara untuk menghasilkan bunyi atau resonansi adalah dengan mengubah panjang pipa sehingga akan berdampak pada hasil frekuensi resonansi yang akan didapatkan. Frekuensi dengan resonansi memiliki sifat keterbalikan dengan Panjang pipa. Yang dimana jika Panjang pipa diperbesar maka hasil frekuensi yang didapatkan akan semakin kecil dan sebaliknya jika Panjang pipa diperkecil maka hasil frekuensi yang didapatkan akan semakin besar (Indrajit, 2009).

METODE PENELITIAN



Gambar 3. Alur metode penelitian

1. Alat dan bahan

Pembuatan alat peraga menggunakan botol bekas sesuai konsep pipa organa terbuka ini menggunakan alat dan bahan berupa, Botol kaca, Rak botol, Wadah air, Corong air, Mistar, Telepon genggam, Aplikasi Phypox, Fluida (air) dan Pemukul kayu.

2. Langkah Pengambilan data

Pada pembuatan alat peraga yang menggunakan konsep pipa organa terbuka ini menggunakan botol bekas kaca sebagai pengganti pipa organa. kemudian botol tersebut akan dimainkan menggunakan cara dipukul. Botol bekas yang telah dipilih dengan cermat merupakan botol kaca bekas dengan tinggi, volume, dan ketebalan yang hampir sama.

Botol tersebut diisi dengan air sampai tingkat tertentu untuk menciptakan nada-nada yang berbeda. Pemukul botol tersebut menggunakan sebuah kayu yang dimana pada ujungnya diberikan sebuah paku. Dikarenakan paku mampu membuat ketukan yang lebih bagus. Pada pembuatan alat peraga nada yang dipakai merupakan nada dasar yaitu, Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, dan Si, dari nada-nada tersebut kami membutuhkan sebuah botol bekas sebanyak 7 botol.

Kemudian, botol yang sudah disusun dengan nada-nada nya tersebut dimasukkan kedalam sebuah tempat yang terbuat dari material kayu yang diberi nama rak. Rak tersebut ini berfungsi untuk mempertahankan agar botol tersebut selalu berada di rak kayu tersebut dan sehingga saat dipukul tidak akan berantakan, rak inipun berfungsi sebagai penahan botol supaya air tidak berceceran dan memiliki posisi yang sama.

Nada-nada dasar yang kelompok kami gunakan diperuntukan untuk mencari dengan cara ketinggian air di dalam sebuah botol tersebut diatur sesuai yang diinginkan. Bertujuan untuk udara yang terdapat di dalam kolom udara menghasilkan resonansi serta frekuensi nada tertentu, setelah percobaan dilakukan maka kami menghitung cepat rambat udara dengan menggunakan rumus :

$$\lambda = L2 - L1$$

$$v = \lambda \times f$$

Ket :

λ = Panjang Gelombang (m)

$L2$ = Panjang kolom udara kedua(m)

$L1$ = Panjang kolom udara pertama(m)

v = Cepat rambat bunyi ($\frac{m}{s}$)

f = Frekuensi (Hz)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun dari percobaan mini riset yang kami lakukan mendapatkan hasil :

Tabel 1. Hasil Pengamatan Percobaan Pipa Organa Terbuka

No.	Nada Dasar	Tinggi Kolom Udara (m)	Tinggi air (m)	Frekuensi Phypox (Hz)	Cepat Rambat Udara (m/s)	Cepat Rambat Udara Perhitungan (m/s)
1	Do	0,110	0,175	1174,58	340	234
2	Re	0,130	0,155	1279,73	340	319
3	Mi	0,155	0,130	1745,09	340	261
4	Fa	0,170	0,115	2016,39	340	403
5	Sol	0,190	0,095	2488,37	340	622
6	La	0,215	0,07	2525,79	340	378

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa semakin panjang kolom udara maka semakin tinggi frekuensi yang didapatkan sebaliknya jika semakin pendek kolom udara maka semakin rendah frekuensi yang didapatkan, artinya bahwa frekuensinya berbanding lurus dengan kolom udara dan membutuhkan cepat rambat udara sebenarnya dengan perhitungan.

Tabel 2. Pengolahan Data Cepat Rambat Udara

No	Nada Dasar	Panjang Gelombang (m)	Cepat Rambat Udara Perhitungan (m/s)
1	Do	$\lambda = L_2 - L_1$ $\lambda = 130 - 110 = 20$	$v = \lambda \times f$ $v = 20 \times 1174,58 = 234$
2	Re	$\lambda = L_2 - L_1$ $\lambda = 155 - 130 = 25$	$v = \lambda \times f$ $v = 25 \times 1279,73 = 319$
3	Mi	$\lambda = L_2 - L_1$ $\lambda = 170 - 155 = 15$	$v = \lambda \times f$ $v = 15 \times 1745,09 = 261$
4	Fa	$\lambda = L_2 - L_1$ $\lambda = 190 - 170 = 20$	$v = \lambda \times f$ $v = 20 \times 2016,39 = 403$
5	Sol	$\lambda = L_2 - L_1$ $\lambda = 215 - 190 = 25$	$v = \lambda \times f$ $v = 25 \times 2488,37 = 622$
6	La	$\lambda = L_2 - L_1$ $\lambda = 230 - 215 = 15$	$v = \lambda \times f$ $v = 15 \times 2525,79 = 378$

Pengolahan data ini bertujuan untuk membuktikan apakah cepat rambat udara pada perhitungan sesuai pada penelitian dengan teori menggunakan rumus sama dan sesuai dengan teori.

Berdasarkan hasil praktikum mini riset percobaan pipa organa terbuka dari botol bekas. Botol bekas adalah salah satu alat music yang dapat dibunyikan dengan cara dipukul, salah satu alasan kami memilih botol bekas karena botol bekas sangat identik dengan mempunyai ketinggian, volume, serta ketebalan yang hampir rata-rata sama. Pada percobaan ini untuk menghasilkan sebuah nada yang berbeda-beda maka botol akan diisi dengan air dengan memiliki ketinggian tertentu, serta pemukulnya menggunakan sebuah kayu sehingga dapat menghasilkan ketukan yang bagus. Nada dasar yang dipilih pada percobaan ini adalah nada do, re, mi, fa, sol, dan la. Dengan demikian kami menggunakan 6 buah botol bekas pada percobaan ini.

Nada dasar yang kami gunakan ini dicari dengan mengatur sebuah ketinggian dari masing-masing botol bekas tersebut, hal ini bertujuan untuk udara pada kolom udara dapat beresonansi yang nantinya akan

menghasilkan nada dan frekuensi tertentu dari setiap botol. Setelah di dapatkan frekuensi dengan menggunakan aplikasi phypox kami akan menghitung cepat rambat udara sesuai dengan rumus pada hasil percobaan yang digunakan.

Hasil frekuensi yang kami dapatkan pada percobaan dengan menggunakan aplikasi phypox yaitu, 1174,58 Hz, 1279,73 Hz, 1745,09 Hz, 2016,39 Hz, 2488,37 Hz, 2525,79 Hz. Dari hasil frekuensi yang didapatkan pada percobaan ini maka sesuai dengan teori yang dimana semakin panjang kolom udara maka semakin tinggi frekuensi yang didapatkan sebaliknya jika semakin pendek kolom udara maka semakin rendah frekuensi yang didapatkan, artinya bahwa frekuensinya berbanding lurus dengan kolom udara dan pada percobaan ini sesuai dengan teori yang ada.

Pada percobaan ini kami juga menghitung cepat rambat udara dengan menggunakan frekuensi yang telah didapat dari aplikasi phypox, dan cepat rambat yang dihasilkan yaitu, 234 m/s, 319 m/s, 261 m/s, 403 m/s, 622 m/s, 378 m/s. Dari hasil cepat rambat udara yang didapatkan hasil yang mendekati dengan cepat rambat udara yang konstan dengan nilai 340 m/s adalah nada dasar do dan re.

Hal ini disebabkan karena beberapa faktor dari alat serta faktor dari luar berupa suara tambahan, sehingga menyebabkan alat tersebut kurang sesuai dengan yang diharapkan, maka dari itu dalam percobaan ini diperlukan adanya sebuah ruang yang sepi dan tidak ada tambahan suara agar alat dapat berfungsi dengan baik dan mendapatkan data yang sesuai dengan yang diharapkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah proses pembentukan perambatan bunyi menggunakan medium air dapat dilakukan dengan mengisi botol dengan air sesuai ketinggian dan kemudian dipukul secara bergantian untuk menghasilkan frekuensi dan mendapatkan cepat rambat udara. Keterkaitan antara nada rendah dan tinggi tergantung pada air, karena semakin tinggi air yang diisi maka akan semakin pendek kolom udara yang didapatkan dan semakin rendah nada yang dihasilkan. Sebaliknya, jika air yang diisi semakin sedikit maka semakin panjang kolom udara yang didapatkan dan semakin tinggi nada yang dihasilkan. Frekuensi yang didapatkan sesuai dengan teori, dimana frekuensi yang didapatkan pada percobaan ini menunjukkan bahwa semakin panjang kolom udara maka semakin tinggi frekuensi yang didapatkan, dan sebaliknya jika semakin pendek kolom udara maka semakin rendah frekuensi yang didapatkan. Dengan demikian, dari hasil yang didapatkan alat peraga pipa organa ini bisa menjadi alat yang digunakan dalam pembelajaran untuk menunjang pemahaman siswa pada materi pipa organa, tetapi ke efektivitasan alat peraga terhadap siswa memerlukan uji lebih lanjut. Aplikasi Phypox turut berperan penting dalam proses pengambilan data sehingga menghasilkan data yang akurasi dan presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Avenda Putri, E. K., Rohmatin, T. S., Indah, N. F., Ningsih, Y., Ipa, P., Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F., & Negeri Surabaya, U. (2023). Analisis frekuensi gelombang suara pada pipa organa berbasis audacity. *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(2), 253–256. <https://doi.org/10.62017/merdeka>
- Christiarni, E. (2014). Upaya Meningkatkan Hasil Dan Aktivitas Belajar Keterampilan Bermain Seruling Recorder Melalui Model Pembelajaran Tutor Sebaya Pada Siswa Kelas Ix a Smp Negeri 2 Comal. *Jurnal Penelitian Pendidikan Unnes*, 31(1), 125669.

- Dessitasari, L., & Sucahyo, I. (2020). Pengembangan Pipa Organa Menggunakan Aplikasi Physics Toolbox Suite untuk Menentukan Cepat Rambat Bunyi di Udara sebagai Media Pembelajaran pada Materi Gelombang Bunyi. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1), 8–13. <https://doi.org/10.26740/ipf.v10n1.p8-13>
- Fitriyana; Seviana, I. O. M. (2012). *konsep pipa organa terbuka pada alat musik botol bekas .pdf*.
- Fitri, N. A., Sa'adah, N., Fikriya, S., Suryandari, K. C., & Fatimah, S. (2023). Analisis Gelombang Bunyi Melalui Alat Peraga Sederhana dan Relevansinya dalam Pembelajaran di SD. *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 6(1), 617. <https://doi.org/10.20961/shes.v6i1.71198>
- Fitriyani, A. O., & Andryani, F. (2023). Analisis Akurasi Penerapan Software Audacity Dalam Menentukan Nilai Frekuensi Pada Praktikum Pipa Organa. *Jurnal Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 4(1), 24. <https://doi.org/10.26418/jippf.v4i1.60581>
- Herlita, F., Yamtinah, S., & Wati, I. K. (2023). The Effect of the PjBL-STEM Model on Students' Critical Thinking Ability in Science Learning. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 192–202. <https://doi.org/10.21831/jipi.v9i2.57963>
- Indrajit, D. (2009). *Mudah dan Aktif Belajar Fisika*. Pusat Perbukuan.
- Kallesta, K. S., & Erfan, M. (2017). Analisis Faktor Penyebab Kesulitan Belajar IPA Fisika pada Materi Bunyi Junal Pendidikan Fisika Volume 1 No 1 , September 2017. *Pendidikan Fisika*, 1(1), 12–13.
- Kamajaya, & Hapiddin, A. (2007). *Cerdas Belajar Fisika (edisi 1)*. Grafindo Media Pratama.
- Laeli, S., & Ishafit. (2023). Penentuan Cepat Rambat Bunyi di Udara Menggunakan Aplikasi Tone Generator dan Spectroid. *Bincang Sains Dan Teknologi*, 2(01), 11–15. <https://doi.org/10.56741/bst.v2i01.269>
- Serway, John W. Jewett, J. (2010). *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Salemba Teknika.
- Sugianta, K. A., Gunadi, I. G. A., & Indrawan, G. (2020). Analisis Pola Bunyi Sunari Berdasarkan Metode Fast Fourier Transform. *Jurnal Ilmu Komputer Indonesia (JIK)*, 5(2), 14–21.
- Yuberti, Y. (2014). *Konsep Materi Fisika Dasar 2*. UIN Raden Intan Lampung.

