ANALISIS PERFORMA TABUNG IMPEDANSI DALAM PENGUKURAN CEPAT RAMBAT BUNYI

Wira Wana[1,a], Sulanjari[2], dan Anisa Indriawati[1]

[1)] Jurusan Fisika, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka,Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. 33172
[2)] Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
Jl. Surya Kencana No 1, Kecamatan Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten. 15417

[a)] *email korespondensi: wirawana18102019@gmail.com*

ABSTRAK

Bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang mekanik dengan arah getar yang searah dengan arah rambatnya (longitudinal). Peranan bunyi sendiri sangat penting dalam berbagai bidang, misalnya untuk mengukur kedalaman, USG, dan lain-lain. Dalam penelitian ini telah dibuat suatu instrumen yang digunakan untuk mengukur besarnya cepat rambat bunyi. Bahan yang digunakan dalam instrument ini terdiri atas paralon sepanjang 1 meter, dengan diameter 2.5 inc. Performa instrument ini diuji dengan melakukan variasi frekuensi 576 Hz, 765 Hz, dan 1006 Hz. Instrumen ini telah diuji performanya berdasarkan nilai kesalahan absolut dan relatif pada pengukuran simpul dan perut gelombang, trend plotting kurva, serta besarnya cepat rambat bunyi dari hasil pengukuran. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa instrument ini memiliki performa yang baik, yang ditunjukkan dengan kecilnya kesalahan relative, kecilnya ketidakpastian hasil pengukuran, trend plotting kurva yang mendekati kondisi ideal, serta cukup dekatnya cepat rambat bunyi yang terukur dengan hasil secara teori. Besarnya cepat rambat bunyi yang terukur pada istrumen ini ialah sebesar 302 m/s.

Kata kunci: *tabung impedansi, cepat rambat bunyi, persamaan gelombang*.

PENDAHULUAN

Gelombang adalah energi getaran yang merambat baik dengan maupun tanpa medium (Halliday, 2010). Berdasarkan mediumnya, gelombang diklasifikasikan menjadi gelombang mekanik (merambat dengan medium) dan gelombang elektromagnetik (merambat tanpa medium). Gelombang elektromagnetik terdiri atas medan listrik E dan medan magnetik (Mitrayana, 2017). Arah rambat gelombang yang searah dengan arah getarnya disebut dengan gelombang longitudinal, jika sebaliknya disebut sebagai gelombang transversal.

Bunyi merupakan salah satu bentuk gelombang mekanik dengan arah getar yang searah dengan arah rambatnya (longitudinal). Terdengarnya gelombang bunyi disebabkan oleh bergetarnya sumber bunyi yang mengakibatkan bergetarnya medium diudara hingga tertangkap oleh gendang telinga. Medium ini dapat berupa zat padat, cair, maupun udara (Lubis, 2015). Sifat-sifat fisis gelombang bunyi dapat diukur melalui beberapa parameter, misalnya kecepatan dan frekuensi (Kustaman, 2017). Gelombang bunyi sendiri memegang perananan dalam perkembangan teknologi, misalnya untuk mengukur kedalaman laut, mengukur lapisan tanah, mendeteksi keretakan logam, dan lain sebagainya.

Melihat pentingnya peraanan gelombang bunyi, para peneliti melakukan penelitian terkait aplikasi dari gelombang bunyi, misalnya pengaruh frekuensi gelombang bunyi terhadap perilaku lalat rumah pada suhu 27^0C, 30^0C, dan 35^0C. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa persentase adanya lalat paling tinggi sebesar 60% pada suhu 27^0C dan paling kecil 36% pada suhu 35^0C yang terjadi pada frekuensi audisonik terbawah 100 Hz-499 Hz (Yasid, 2016).

Penelitian lain terkait gelombang bunyi yang lebih penting dan mendasar adalah rancang bangun alat untuk menentukan kecepatan rambat bunyi di udara menggunakan tabung impedansi dengan sumber bunyi Audio Frequency Generator (AFG) dengan variasi frekuensi 300 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 600 Hz, 700, Hz, 800 Hz, 900 Hz, dan 1000 Hz. Hasil dari penelitian ini adalah diperolehnya besar kecepatan bunyi di udara sebesar 349 m/s dengan tingkat akurasi 97,4 % (Sulanjari, 2018).

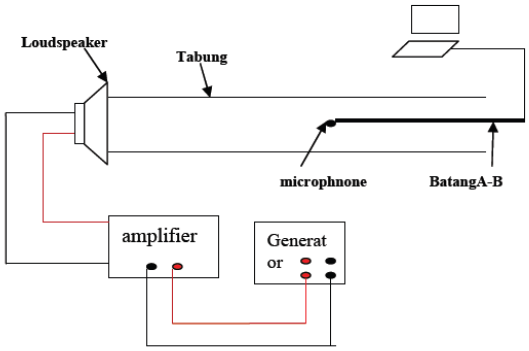
Pada penelitian ini telah dibuat instrument untuk mrngukur nilai cepat rambat bunyi di udara. Instrumen ini berupa pipa organa tertutup dengan ukuran diameter pipa 2.5 inch dan panjang tabung 1 meter. Performa instrument diuji pada beberapa frekuensi, yaitu 576 Hz, 765 Hz, dan 1006 Hz. Sumber bunyi pada frekuensi tersebut dihasilkan melalui loudspeaker, trend grafik gelombang bunyi diplot untuk dibandingkan dengan kondisi ideal.

Adapun tujuan dilakukannya rancang bangun ini ialah untuk menganalisis performa instrumen dalam menentukan cepat rambat bunyi diudara. Performa ini dianalisis berdasarkan trend kurfa gelombang, nilai kesalahan relative pengukuran panjang gelombang, serta besarnya cepat rampat gelombang bunyi yang dihasilkan. Rancang bangun alat ini selanjutnya akan

menjadi acuan dalam melakukan rancang bangun instrument yang lebih aplikatif dalam perkembangan teknologi.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi paralon dan karpet, generator sinyal, amplifier, loudspeaker, condensor microphone, kabel penghubung, komputer, dan perangkat lunak *SpectraLab* untuk menampilkan sinyal suara. Adapun desain rancang bangun instrument dapat diamati pada gambar 1. Pengambilan data diawali dengan menyalakan generator sinyal dan amplifier sehingga gelombang bunyi muncul melalui loudspeaker. Langkah berikutnya yaitu menggerakkan batang A-B untuk menentukan perut dan simpul gelombang. Diameter paralon adalah sebesar 2.5 inchi, dengan panjang paralon 100 meter.



Gambar 1. Skema rancang bangun instrumen pengukur cepat rambat bunyi.

Data yang diperoleh kemudian diplot dalam bentuk grafik dan dikomparasikan dengan kondisi ideal pada persamaan 1 (Hect, 2002).

$$\psi = A\sin(kx \pm \omega t) \quad (1)$$

Selanjutnya performa tabung impedansi dianalisis berdasarkan kesalahan relative pada persamaan (2) dan (3)

$$\Delta x = \frac{1}{N}\sqrt{\frac{N\sum(x)^2 - \left(\sum x\right)^2}{(N-1)}} \quad (2)$$

$$KR = \frac{\Delta x}{x} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan $\Delta x, x, N,$ dan KR masing-masing ialah ketidakpastian nilai x (Taylor, 1997), jarak simpul dan perut gelombang, banyak perulangan, dan kesalahan relative. Cepat rambat bunyi dihitung berdasarkan persamaan (4) berikut:

$$v = \lambda \times f \quad (4)$$

Dimana v, λ dan f masing-masing adalah cepat rambat, panjang gelombang, dan frekuensi (Jati, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh dari hasil penelitian pada frekuensi 576 Hz, 765 Hz dan 1006 Hz ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Hasil Penelitian

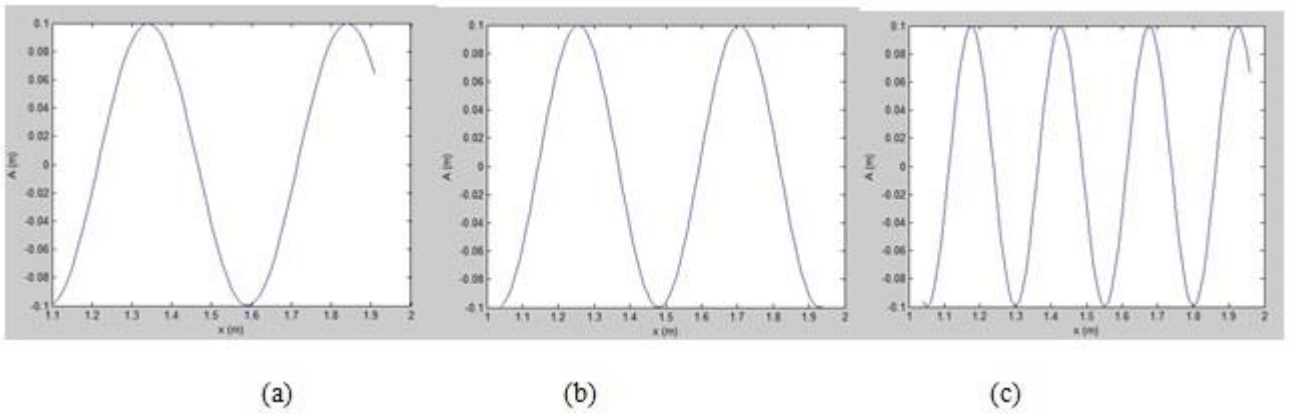
f (Hz)	x (m)	Jarak simpul-perut (m)
576	1.10	0
	1.23	0.13
	1.37	0.14
	1.50	0.13
	1.63	0.13
	1.77	0.14
	1.91	0.14
765	1.04	0
	1.16	0.12
	1.26	0.10
	1.38	0.12
	1.49	0.11
	1.60	0.11
	1.71	0.11
	1.82	0.11
	1.94	0.12
1006	1.04	0
	1.12	0.08
	1.18	0.06
	1.27	0.09
	1.32	0.05
	1.42	0.10
	1.49	0.07
	1.57	0.08
	1.63	0.06
	1.72	0.09
	1.80	0.08
	1.88	0.08
	1.96	0.08

Variasi frekuensi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa efektif instrumen tabung impedansi dalam menentukan cepat rambat bunyi. Berdasarkan Tabel 1, dapat di hitung kesalahan relatif pada pengukuran masing-masing frekuensi. Besarnya kesalahan relatif ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Kesalahan relatif pengukuran jarak simpul-perut

f (Hz)	Diameter (inchi)	Jarak simpul-Perut (cm)	Kealahan relatif (%)
506	2.5	13.5±0.2	1.5
765		11.3±0.3	2.7
1006		6.2 ±0.4	5.2

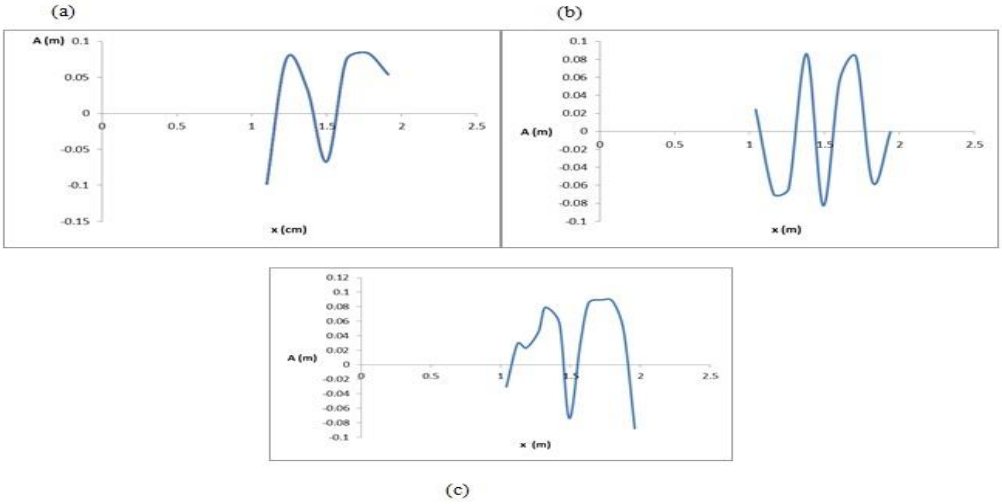
Berdasarkan tabel 2, dapat diamati bahwa tabung impedansi dapat dikatakan sudah cukup efektif terbukti dengan nilai kesalahan relafif yang tidak tinggi dan ketidakpastian pengukuran yang sangat kecil. Trend kurva persamaan gelombang berdasarkan hasil pengukuran tersebut dilakukan untuk menguji efektifitas performa tabung impedansi. Adapapun kondisi idal kurva pada persamaan umum $y = A\sin(kx + \omega t)$ ditunjukkan pada Gambar 2. Selanjutnya plotting kurva berdasarkan data hasil pengukuran ditunjukkan pada gambar 3a, 3b, dan 3c.



(a) (b) (c)

Gambar 2. Kondisi ideal gelombang dengan asumsi t=0.1 s, dan amplitudo A= 0.1 m, pada frekuensi (a) 576 Hz, (b) 765 Hz, dan (c) 1006 Hz

Dari komparasi kurva-kuva tersebut, trend yang ditunjukkan adalah sama, namun karena data yang diperoleh pada hasil pengukuran tidak mungkin sebanyak pada kondisi ideal, maka trend pada kurva hasil pengukuran terlihat lebih terdiskritisasi. Cepat rambat bunyi juga ditentukan berdasarkan data panjang gelombang pada masing-masing frekuensi. Berdasarkan perolehan data-data tersebut,besarnya cepat rambat bunyi yang dihasilkan adalah sebesar 302 m/s. Hasil ini masih cukup dekat dengan besarnya cepat rambat bunyi di udara (Astuti, 2016) secara teori (340 m/s). Efektifitas tabung impedansi juga dapat ditingkatkan dengan cara mengubah ukuran diameter maupun panjang tabungnya.



Gambar 3. Plotting kurva pada frekuensi 567 (a), 765 (b), dan 1006 (c) dengan amplitude 0.1 m dan waktu t=0.1 s.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, telah dibuat suatu rancang bangun instrument untuk mengukur besarnya cepat rambat bunyi yang memiliki performa cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan cukup

kecilnya kesalalahan relative hasil pengukuran yang diperoleh, dimana kesalahan relative tidak mencapai 10%. Trend yang ditunjukkan pada kurva persamaan gelombang juga tidak jauh dari konsisi ideal, serta cepat rambat bunyi yang terukur mendekati teori yang ada, yaitu sebesar 302 m/s.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Universitas Bangka Belitung atas pembiayaan publikasi artikel ilmiah.

REFERENSI

Astuti & Dwi, I. A. Pengembangan Alat Eksperimen Cepat Rambat Bunyi dalam Medium Udara dengan Menggunakan Metode Time of Flight (TOF) dan Berbantuan Software Audacity, *UPEJ* 5(3).

Halliday, R., 2007. *Fundamental of Physics*. United Stated of America: Willey.

Hect, E., 1997. *4th Optics*. Newyork: Adilson Wisely.

Jati, B. M. E., 2017. *Pengantar Fisika 2*. Yogyakarta: UGM Press.

Kustaman, R., 2017. *Bunyi dan Manusia*. ProTVF. 1(2).

Lubis, A. M. & Lizalidiawati, 2015. Rancang bangun Alat penentuan Kecepatan Bunyi Di Udara Berbasis Instrumentasi. *Jurnal Gradien*, 1(1).

Mitrayana, 2017. Gelombang Mikro Teori dan Aplikasi. Yogyakarta: UGM Press.

Sulanjari, 2018. *Rancang Bangun Alat Penentu Cepat Rambat Bunyi di Udara Menggunakan Tabung Impedansi*, Cakram, 1(1).

Taylor, J. R., 1997. An Introduction To Error Analysis. Callifornia: University Science Books.

Yasid, A., Yushardi, H., & Rif'ati, D., 2016. Pengaruh Frekuensi Gelombang Bunyi Terhadap Perilaku Lalat Rumah. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2).