

Rancang Bangun Alat Praktikum Untuk Menentukan Superposisi Gelombang Bunyi

M. Tahir

Pendidikan Fisika Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Prof. Dr. Soepomo SH. Warungboto UH IV Yogyakarta
Surat-e: muhammادتahirbelitung@gmail.com

Penelitian menentukan superposisi bunyi telah dilakukan dengan menggunakan dua speaker sebagai sumber suara, dua *audio frekuensi generator* (AFG), *amplifier* sebagai penguat, tabung, dan sensor suara serta software *logger pro*. Bunyi yang dihasilkan oleh masing-masing sumber suara direkam dengan menggunakan sensor suara dan ditampilkan dalam bentuk gelombang dalam tampilan *logger pro*. Tiap sumber suara menghasilkan gelombang bunyi sendiri. Superposisi gelombang bunyi terjadi bila kedua sumber suara dihidupkan bersama. Jarak antar kedua sumber suara mempengaruhi bentuk superposisi gelombang bunyi. Data yang diperoleh pada tampilan *logger pro* kemudian dilakukan analisis grafik menggunakan Microsoft Excel, dari hasil analisis dapat diketahui superposisi gelombang bunyi secara konstruktif dan secara destruktif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancang bangun alat praktikum untuk menentukan superposisi gelombang bunyi dapat bekerja dengan baik. Terbukti dapat menunjukkan superposisi gelombang bunyi destruktif dan superposisi gelombang bunyi konstruktif.

Kata kunci: Gelombang bunyi, superposisi gelombang, *logger pro*

I. Pendahuluan

Superposisi merupakan kombinasi linear dari gelombang elektromagnetik. Prinsip superposisi berlaku untuk tegangan dan arus pada jalur transmisi, untuk listrik dan medan magnet di ruang bebas, dan energi baik dalam konteks ini [1]. Superposisi gelombang merupakan konsep dasar dalam gelombang dan optik. Hal ini memungkinkan studi dan penjelasan gangguan polaterns di optik [2].

Penggabungan pergeseran-pergeseran dari pulsa-pulsa yang terpisah disetiap titik untuk mendapat pergeseran yang sesungguhnya adalah contoh dari prinsip superposisi, bila dua gelombang bertumpang-tindih, maka pergeseran sesungguhnya dari sebarang titik pada dawai itu pada sebarang waktu didapatkan dengan menambahkan pergeseran yang akan dipunyai oleh titik itu seandainya hanya gelombang pertama yang hadir dan pergeseran yang akan dipunyai oleh titik itu seandainya hanya gelombang kedua yang hadir [3].

Prinsip superposisi secara fisis penting karena dapat mempermudah menganalisis gerak gelombang yang rumit menjadi satu gelombang sederhana [4].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan [5] superposisi gelombang dapat terbentuk dari gabungan gelombang-gelombang bunyi pukulan bonang burung yang direkam dengan software *audacity* dan pemodelan superposisi gelombang dengan memanfaatkan program MATLAB. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan gelombang superposisi dari kedua sumber suara.

II. Kajian Pustaka

Prinsip superposisi

Jika dua gelombang atau lebih merambat melalui sebuah medium, nilai yang dihasilkan dari fungsi gelombang di setiap titik adalah penjumlahan aljabar dari nilai-nilai fungsi dari masing-masing gelombang [6]. Fungsi gelombang yang melukiskan gerak yang dihasilkan dalam situasi ini didapatkan dengan menambahkan kedua fungsi gelombang untuk kedua gelombang yang terpisah tersebut [3].

Secara matematis, sifat tambahan dari fungsi-fungsi gelombang diperoleh dari bentuk persamaan gelombang:

$$\frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2} \quad (1)$$

atau

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{\mu}{F} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \quad (2)$$

Persamaan itu mengandung fungsi $y(x, t)$ hanya sampai pangkat pertama. Sebagai akibatnya, jika sebarang dua fungsi $y_1(x, t)$ dan $y_2(x, t)$ memenuhi persamaan gelombang itu secara terpisah, maka jumlah $y_1(x, t) + y_2(x, t)$ juga memenuhi persamaan gelombang [4].

Interferensi gelombang

Interferensi menunjukkan efek-efek fisis yang timbul karena superposisi dua atau lebih deret gelombang. Tinjau dua gelombang yang frekuensinya sama dan amplitudonya sama yang merambat dengan laju yang sama didalam arah (+ x) yang sama tetapi dengan perbedaan fase ϕ diantara kedua gelombang tersebut. Persamaan-persamaan kedua gelombang tersebut adalah:

$$y_1 = y_m \sin(kx - \omega t - \phi) \quad (3)$$

dan

$$y_2 = y_m \sin(kx - \omega t) \quad (4)$$

Dapat dituliskan kembali persamaan pertama didalam dua bentuk yang ekuivalen:

$$y_1 = y_m \sin\left[k\left(x - \frac{\phi}{k}\right) - \omega t\right] \quad (5)$$

atau

$$y_1 = y_m \sin\left[kx - \omega\left(t + \frac{\phi}{k}\right)\right] \quad (6)$$

Gelombang resultan dari superposisi adalah jumlah dari persamaan (3) dan (4), yaitu:

$$y = y_1 + y_2 = y_m [\sin(kx - \omega t - \phi) + \sin(kx - \omega t)] \quad (7)$$

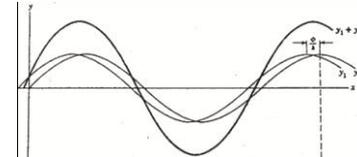
Dari persamaan geometris untuk jumlah sinus dari dua sudut

$$\sin B + \sin C = 2 \sin \frac{1}{2}(B + C) \cos \frac{1}{2}(C - B) \quad (8)$$

Didapatkan [8]

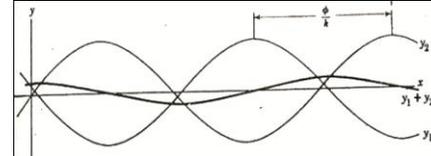
$$\begin{aligned} y &= y_m \left[2 \sin\left(kx - \omega t - \frac{\phi}{2}\right) \cos \frac{\phi}{2} \right] \\ &= \left(2 y_m \cos \frac{\phi}{2} \right) \sin\left(kx - \omega t - \frac{\phi}{2}\right) \end{aligned} \quad (9)$$

Superposisi dua gelombang yang frekuensi dan amplitudo sama yang hampir sefase menghasilkan sebuah gelombang yang amplitudonya hampir dua kali amplitudo masing-masing gelombang, maka gelombang-gelombang tersebut dikatakan berinterferensi secara konstruktif [3].



Gambar 1. Superposisi secara destruktif

Superposisi dua gelombang yang frekuensi dan amplitudonya sama dan berbeda fase hampir 180° menghasilkan sebuah gelombang yang amplitudonya hampir sama dengan nol, maka gelombang-gelombang tersebut dikatakan berinterferensi secara destruktif [4].



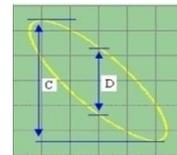
Gambar 2. Superposisi secara konstruktif

Kurva lissajous

Kurva lissajous yaitu sebuah penampakan pada layar osiloskop yang menunjukkan perbedaan atau perbandingan beda fase, frekuensi dan amplitudo dari kedua input [7].

Sudut fase pada kurva lissajous dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan [8]:

$$\phi = \sin^{-1}\left(\frac{D}{C}\right) \quad (10)$$



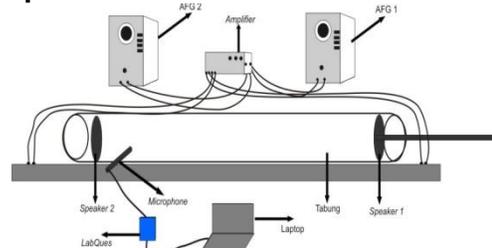
Gambar 3. Kurva lissajous

III. Metode Penelitian/Eksperimen

Alat penelitian

AFG, amplifier, interface, sensor suara (microphone), tabung, speaker, laptop dan software logger pro.

Desain penelitian



Gambar 4. Rangkaian alat penelitian

Prosedur percobaan meliputi, menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, menyusun alat

dan bahan penelitian seperti pada gambar 3, mengatur skala frekuensi pada AFG 1 dan AFG 2, Mengatur volume pada *amplifier*, membuka software *logger pro* pada laptop, engatur jarak antara kedua sumber bunyi, menghidupkan AFG 1 dan AFG 2 dalam keadaan *off*, mengamati grafik yang dihasilkan dari sumber suara I pada tampilan *logger pro*, menghidupkan AFG 2 dan AFG 1 dalam keadaan *off*, mengamati grafik yang dihasilkan dari sumber suara 2 pada tampilan *logger pro*, menghidupkan AFG 1 dan AFG 2, engamati grafik yang dihasilkan dari sumber suara I dan sumber suara 2 pada tampilan *logger pro*, dan mengulangi langkah g sampai l untuk jarak dan frekuensi yang berbeda.

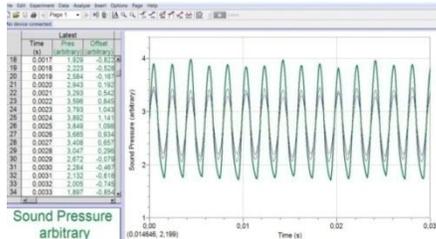
Analisi data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis *Logger Pro* dan *Microsoft Excel*, yaitu dengan membuat grafik ketika masing-masing sumber suara di hidupkan dan ketika kedua sumber dihidupkan secara bersama-sama yang nanti akan terlihat grafik superposisi gelombang yang dihasilkan.

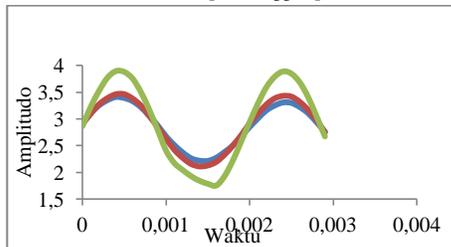
IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Frekuensi 500 hz, jarak antar sumber 30,5 cm.

Diperoleh data tampilan pada *logger pro* sebagai berikut:



Gambar 6. Tampilan *logger pro*



Gambar 7. Gabungan Gelombang

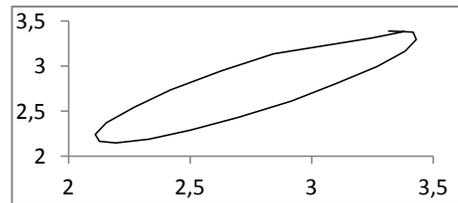
Dari grafik gabungan gelombang diatas, amplitudo untuk tiap-tiap gelombang dapat ditentukan, gelombang bunyi yang dihasilkan oleh sumber suara I memiliki amplitudo (*A*) sebesar 0,59 dB, gelombang bunyi yang

dihasilkan oleh sumber suara 2 memiliki amplitudo (*A*) sebesar 0,67 dB dan amplitudo (*A*) superposisi gelombang adalah resultan dari amplitudo kedua gelombang, yaitu (*A*) sebesar 1,26 dB. Dari gambar dapat terlihat bahwa amplitudo gelombang superposisi hampir dua kali amplitudo masing-masing gelombang. Dari teori yang sudah dipaparkan sebelumnya, maka gelombang-gelombang tersebut dikatakan berinterferensi secara konstruktif.

Dengan mensubstitusikan nilai-nilai fungsi kepersamaan (7), maka diperoleh persamaan gelombang total:

$$y_{total} = 1,26 \left[2 \sin \frac{1}{2} (5,78\pi x - 2000\pi) \right]$$

Dari data sumber suara I dan sumber suara 2 dapat diplot kedalam gelombang lissajous, sumber suara I sebagai y_1 dan sumber suara 2 sebagai y_2 .

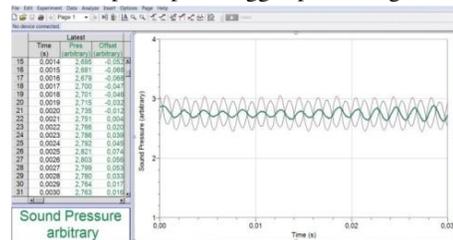


Gambar 8. Kurva lissajous

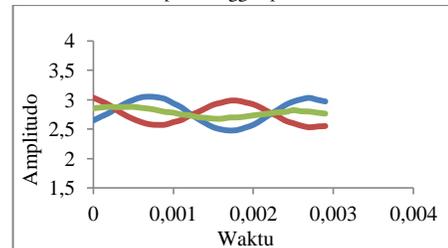
Sudut fase (ϕ) pada kurva lissajous tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (10) dan diperoleh ϕ sebesar $27,2^{\circ}$.

Frekuensi 300 Hz, jarak antar sumber 27,5 cm.

Diperoleh data tampilan pada *logger pro* sebagai berikut:



Gambar 9. Tampilan *logger pro*



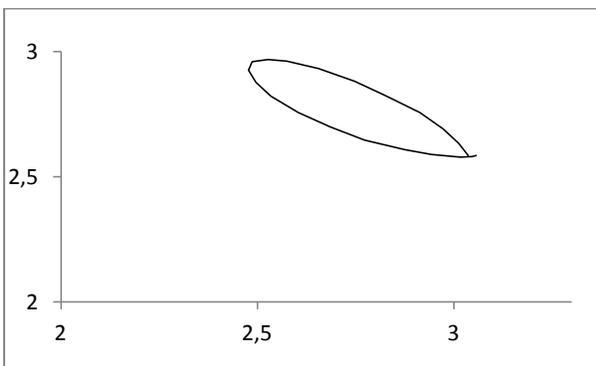
Gambar 10. Gabungan gelombang

Dari grafik gabungan gelombang bunyi yang dihasilkan oleh sumber suara 1, gelombang bunyi yang dihasilkan oleh sumber suara 2 dan superposisi gelombang bunyi, maka dapat terlihat gelombang bunyi sumber suara 1 dan gelombang bunyi sumber suara 2 berbeda fase (ϕ) hampir sebesar 180° . Gelombang bunyi yang dihasilkan oleh sumber suara 1 memiliki amplitudo (A) sebesar 0,28 dB, gelombang bunyi yang dihasilkan oleh sumber suara 2 memiliki amplitudo (A) sebesar 0,21 dB.

Amplitudo superposisi gelombang hampir sama dengan nol karena disebabkan terjadi beda fase (ϕ) hampir 180° . Dari teori yang sudah dipaparkan sebelumnya, maka gelombang-gelombang tersebut berinterferensi secara destruktif. Dengan mensubstitusikan nilai-nilai fungsi kepersamaan (7), maka diperoleh persamaan gelombang total:

$$y_{total} = 0,7 \left[2\pi \sin \frac{1}{2} (3,44x - 2000t - 1) \cos \frac{1}{2} \right]$$

Dari data sumber suara 1 dan sumber suara 2 dapat diplot kedalam gelombang lissajous, sumber suara 1 sebagai y_1 dan sumber suara 2 sebagai y_2 .



Gambar II. Kurva lissajous

Sudut fase (ϕ) pada kurva lissajous tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (10) dan diperoleh ϕ sebesar 30° .

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

- I. alat yang digunakan untuk praktikum, terbukti alat dapat menentukan superposisi gelombang bunyi yang memiliki kesesuaian dengan superposisi gelombang secara teori.

2. Superposisi gelombang bunyi konstruktif terjadi pada frekuensi 500 Hz dan jarak antar kedua sumber suara 30,5 cm. Sedangkan untuk superposisi gelombang destruktif terjadi pada frekuensi 300 Hz dan jarak antar kedua sumber 27,5 cm.

Ucapan Terimakasih

Terimah kasih kepada Dr. Moh. Toifur, M.Si yang telah membimbing dalam penelitian. Terimah kasih kepada Okimustava, M.Pd. Si, Edi Susanto, Eko Nursulistiyono, M.Si, Drs. Ishafit, M.Si dan kepada semua pihak yang banyak membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

Kepustakaan

- [1] Schantz, H.G. On the Superposition and Elastic Recoil of Electromagnetic Waves. Forum for Electromagnetic Research Methods and Application Technologies (FERMAT).
- [2] L. M. Arevalo Aguilar, C. Robledo-Sanchez, M. L. Arroyo Carrasco and M. M. Mendez Otero. The principle of superposition for waves: The amplitude and phase modulation phenomena. Natural Sciences Publishing Cor. Appl. Math. Inf. Sci. 6 No. 2, 307-315 (2012)
- [3] Young, H. D. and Freedman, R. A, *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2*, Jakarta: Erlangga, 2004.
- [4] Halliday, David and Robert Resnick, *Fisika Edisi Ketiga Jilid 1*, Jakarta: Erlangga, 1985
- [5] Widayanti, Lusi, Pengembangan Eksperimen Superposisi Gelombang Bunyi Bonang Barung Secara Simultan dan Mixing Berbantuan Audacity, *Tesis*, Program Study Magister Pendidikan Fisika, Yogyakarta, 2015.
- [6] Serway, Raymond A and John W. Jewett, *Fisika Untuk Sains dan Teknik*, Jakarta: Salembah Teknik, 2004.
- [7] Ramadhan, Pengertian Lissajous, Diagram Lissajous dan Cara Membaca, 2014. Website: <http://ambang-ramadhan.blogspot.com/2014/08/pengertian-lissajous-diagram-lissajous.html>, diakses tanggal 19 Agustus 2015.
- [8] Chattopadhyay, D, *Dasar Elektronika*, Jakarta: UI-Pres, 1989