

Media Bantu Analisis Superposisi Gelombang dengan Amplitudo dan Fasa Awal Berbeda Menggunakan MATLAB

Nurullaeli^{1*} dan Alpi Mahisha Nugraha²
^{1,2} Universitas Indraprasta PGRI Jakarta
* E-mail: leli.biofisika@gmail.com

Abstrak

Perhitungan manual untuk superposisi lebih dari 2 gelombang yang mempunyai amplitudo dan fasa awal yang berbeda cukup rumit sehingga dibutuhkan media bantu yang dapat digunakan untuk menganalisis fenomena tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat media bantu analisis superposisi gelombang dengan amplitudo dan fasa awal berbeda. Analisis rumus superposisi gelombang menggunakan rumus trigonometri dan metode fasor. Sedangkan, algoritma perhitungan dituliskan dalam bahasa pemrograman MATLAB yang dikemas dalam GUI (*Graphical User Interface*) dengan memanfaatkan fasilitas GUIDE. Media ini dapat digunakan untuk perhitungan persamaan gelombang dan besaran-besaran pada gelombang hasil superposisi dari 2 gelombang atau lebih. Media ini juga dilengkapi dengan simulasi gelombang hasil superposisi dalam domain waktu. Media ini dapat menjadi salah satu inovasi media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada materi gelombang dan sekaligus memberikan contoh penerapan GUI MATLAB.

Kata kunci: Superposisi, gelombang, GUI, MATLAB

Abstract

Manual calculations for the superposition of more than 2 waves that have different amplitudes and initial phases are quite complicated so that assistive media is needed that can be used to analyze this phenomenon. The purpose of this research is to create a assistive media to analyze the superposition of waves with different amplitudes and initial phases. Analysis of the wave superposition formula using trigonometry formula and phasor method. Meanwhile, the calculation algorithm is written in the MATLAB programming language which is packaged in a GUI (*Graphical User Interface*) using the GUIDE facility. This media can be used to calculate wave equations and wave quantities resulting from the superposition of 2 or more waves. This media is also equipped with wave simulations resulting from superposition in the time domain. This media can be one of the innovative learning media to increase students understanding of wave material and at the same time provide examples of the application of the GUI in MATLAB.

Keywords: Superposition, wave, GUI, MATLAB

PENDAHULUAN

Gelombang merupakan salah satu materi dalam fisika dimana semakin tinggi jenjang pendidikan, materi gelombang semakin kompleks sehingga perlu pemahaman yang kuat dalam setiap sub materi. Pentingnya konsep gelombang dalam pengembangan konsep fisika dan disiplin ilmu yang lain, maka mahasiswa harus menguasai konsep gelombang tanpa mengalami kesulitan (Amiroh et al., 2021). Selain memahami konsep gelombang sendiri, mahasiswa juga harus mampu menyelesaikan persamaan

gelombang. Akan tetapi persamaan gelombang sangatlah sulit untuk dipahami, karena rumusan matematisnya yang sangat kompleks (Handayani & Ahmad, 2022). Pemahaman persamaan gelombang ini, sebenarnya juga dipengaruhi pemahaman konsep gelombang itu sendiri. Mahasiswa membutuhkan pemahaman kuat mengenai sifat gelombang yang diimbangi dengan kemampuan visualisasi serta pemahaman mendalam tentang fisika dasar.

Terdapat beberapa sub materi dalam mata kuliah gelombang, salah satunya superposisi gelombang. Fenomena tersebut banyak terjadi di sekitar kita, tetapi kita tidak dapat langsung melihat fenomena tersebut. Superposisi gelombang terjadi ketika dua gelombang atau lebih merambat pada medium yang sama. Superposisi beberapa gelombang pada suatu titik dalam ruang berperilaku sebagai penjumlahan (Satira, 2022). Perumusan matematis untuk superposisi gelombang adalah sebagai berikut:

$$y_R = y_1 + y_2 + y_3 + \dots \quad (1)$$

Dengan y_R adalah persamaan gelombang superposisi, sedangkan y_1 , y_2 , dan y_3 adalah persamaan gelombang yang mengalami superposisi.

Penjumlahan persamaan gelombang dapat dilakukan dengan bantuan rumus trigonometri. Tetapi ketika kondisi gelombang yang mengalami superposisi mempunyai amplitudo dan fasa awal yang berbeda, selain dengan bantuan rumus trigonometri diperlukan juga metode fasor. Fasor merupakan vektor berputar atau vektor berotasi untuk bilangan-bilangan kompleks (Sianipar, 2018). Metode fasor, menggambarkan gelombang sebagai suatu fasor (anak panah/vektor). Setelah gelombang yang mengalami superposisi digambarkan ke dalam bentuk fasor, maka hasil akhir dapat dihitung dengan menjumlahkan fasor. Perhitungan manual untuk penjumlahan dua gelombang dengan metode fasor dapat dilakukan dengan cukup mudah, tetapi jika lebih dari 2 gelombang, perhitungan akan menjadi cukup rumit sehingga dibutuhkan media bantu perhitungan.

Pembelajaran berbasis simulasi komputer efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kreatif mahasiswa pada topik superposisi gelombang (Tawil & Rusdiana, 2011). Penggunaan *software* seperti MATLAB, microsoft excel, audacity, dan delphi akan mendukung analisis superposisi gelombang. Beberapa penelitian tentang superposisi gelombang menggunakan simulasi komputer berbantuan *software*, diantaranya yaitu simulasi gelombang berjalan menggunakan MATLAB versi 7.14 (Faruq et al., 2014), visualisasi konsep perlayangan gelombang menggunakan spreadsheet excel (Handayani et al., 2018), animasi superposisi gelombang berbasis VBA dengan microsoft excel (Nurmasyitah & Nurhayati, 2020), analisis percobaan superposisi gelombang suara menggunakan *software* audacity (Widodo et al., 2022), dan simulasi menggunakan delphi 7.0 (Wau, 2024). Dalam penelitian-penelitian terdahulu yang disebutkan belum ada yang membuat media perhitungan dan simulasi analisis superposisi gelombang dengan amplitudo dan fasa awal berbeda. Padahal kondisi tersebut lebih rumit dipahami.

Dalam penelitian ini, peneliti membuat media bantu analisis superposisi gelombang dengan amplitudo dan fasa awal berbeda menggunakan MATLAB, dimana media ini selain menyajikan simulasi gelombang juga menyajikan perhitungan terkait superposisi gelombang yang dapat digunakan untuk 2 gelombang atau lebih. Pembuatan GUI (*Graphical User Interface*) memanfaatkan fasilitas GUIDE yang terdapat di *software* MATLAB. MATLAB dipilih karena kemampuannya dalam melakukan perhitungan numerik dan menghasilkan visualisasi interaktif yang mendukung tujuan penelitian dalam memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai konsep superposisi gelombang. Sedangkan pemilihan penggunaan GUIDE karena pembuatan GUI menggunakan fasilitas GUIDE menawarkan kemudahan pembuatan desain kepada pemrogram (Nurullaeli, 2022).

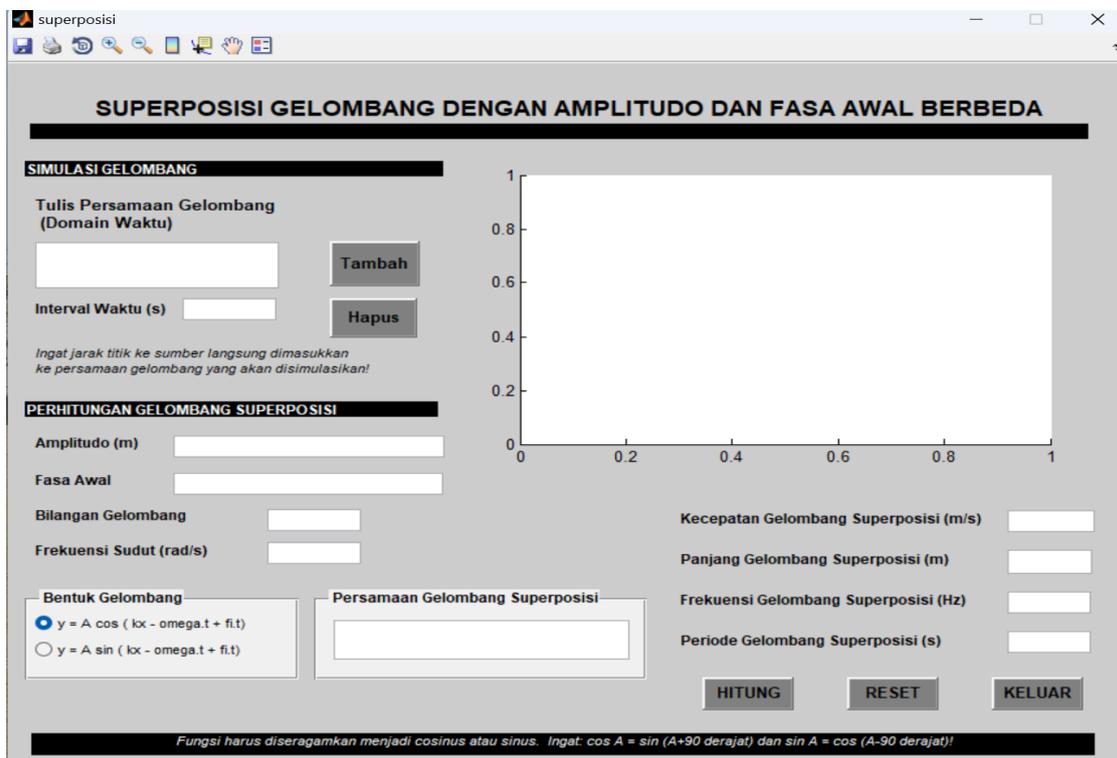
METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu studi pustaka, analisis rumus superposisi gelombang dengan amplitudo dan fasa awal berbeda, pembuatan GUI, dan analisis sistem fisis. Studi pustaka dilakukan agar peneliti lebih memahami konsep superposisi gelombang dan mengetahui penelitian-penelitian sebelumnya yang relevan dengan penggunaan MATLAB untuk analisis superposisi gelombang. Setelah studi pustaka cukup, peneliti melakukan analisis rumus

superposisi gelombang menggunakan rumus trigonometri dan metode fasor. Analisis rumus ini diperlukan untuk mendapatkan rumus persamaan gelombang hasil superposisi dan besaran-besaran yang relevan, seperti kecepatan, panjang, frekuensi, dan periode dari gelombang superposisi yang diperlukan dalam pembuatan GUI. Setelah rumus yang dibutuhkan didapatkan, peneliti menyusun algoritma perhitungan dalam bahasa pemrograman MATLAB. Algoritma ini dikemas dalam GUI menggunakan fasilitas GUIDE yang terdapat di *software* MATLAB. Tahap terakhir, peneliti melakukan analisis sistem fisis dari hasil perhitungan GUI yang dibuat.

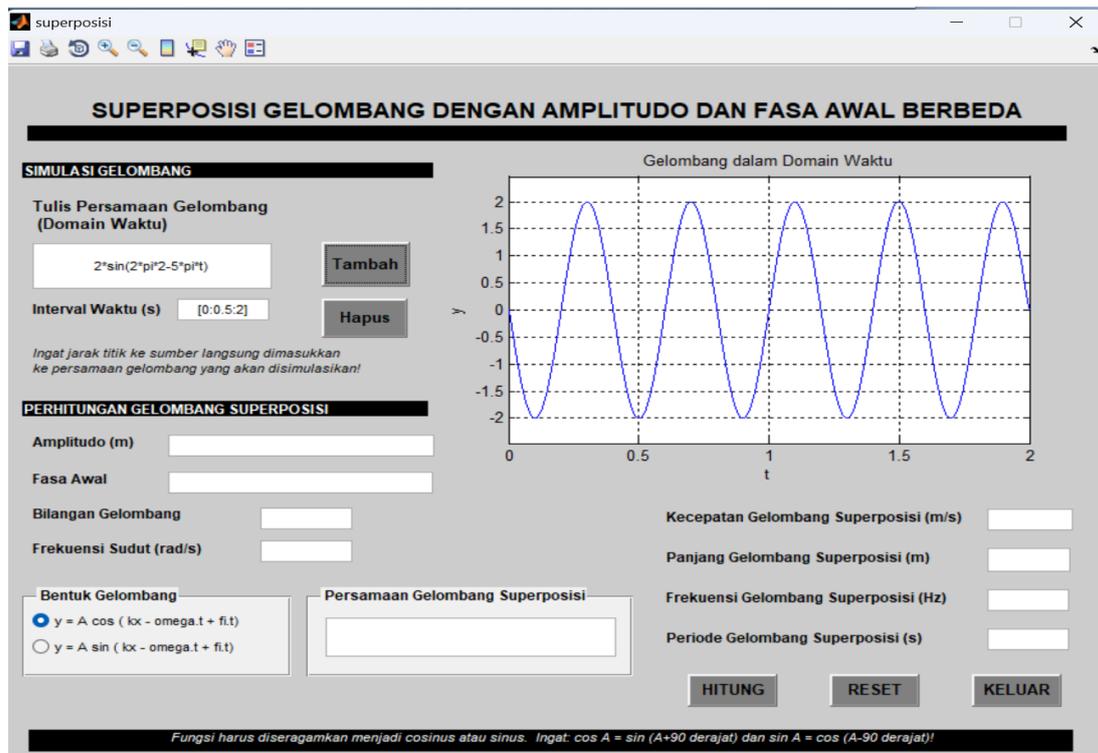
HASIL DAN PEMBAHASAN

Superposisi gelombang banyak terjadi di sekitar kita, tetapi kita tidak dapat melihat langsung fenomena tersebut. Pemahaman materi superposisi gelombang bagi mahasiswa sangatlah penting untuk menunjang pengembangan konsep fisika dan disiplin ilmu lainnya. Perhitungan superposisi gelombang dengan amplitudo dan fasa awal yang berbeda membutuhkan pemahaman rumus trigonometri dan metode fasor. Perhitungan ini cukup rumit jika jumlah gelombang yang mengalami superposisi banyak. Dalam penelitian ini, peneliti membuat media bantu analisis berbasis MATLAB yang dapat digunakan untuk menunjang pemahaman mengenai superposisi gelombang dengan amplitudo dan fasa awal berbeda. Tampilan awal media bantu analisis dapat dilihat pada gambar 1.

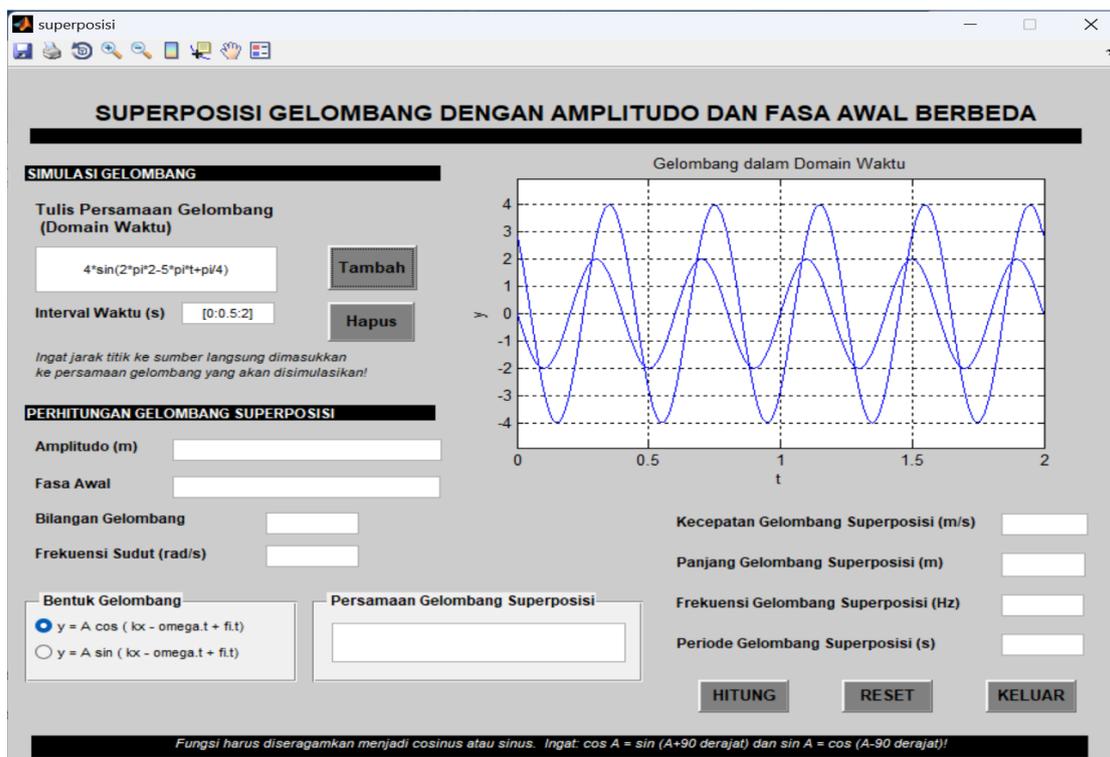


Gambar 1. Tampilan Awal Media Bantu Analisis Superposisi Gelombang dengan Amplitudo dan Fasa Awal Berbeda

Pada media bantu analisis ini, pengguna dapat langsung memasukkan persamaan gelombang dan interval waktu jika ingin melihat hasil simulasi gelombang. Jarak titik ke sumber langsung dimasukkan ke persamaan gelombang karena dalam media ini simulasi gelombang dalam bentuk grafik domain waktu. Tampilan simulasi gelombang yang akan mengalami superposisi dapat dilihat di gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Tampilan Simulasi 1 Gelombang



Gambar 3. Tampilan Simulasi 2 Gelombang

Untuk perhitungan persamaan, kecepatan, panjang, frekuensi, dan periode dari gelombang superposisi, pengguna dapat memasukkan nilai amplitudo, fasa awal, bilangan gelombang, dan frekuensi sudut terlebih dahulu. Kemudian pengguna dapat memilih bentuk gelombang yang dihitung. Pada media analisis ini, peneliti mencoba perhitungan untuk dua kasus. Kasus pertama merupakan superposisi 2 gelombang, yaitu:

$$y_1 = 2 \sin(2\pi x - 5\pi t) \tag{2}$$

$$y_2 = 4 \sin\left(2\pi x - 5\pi t + \frac{\pi}{4}\right) \tag{3}$$

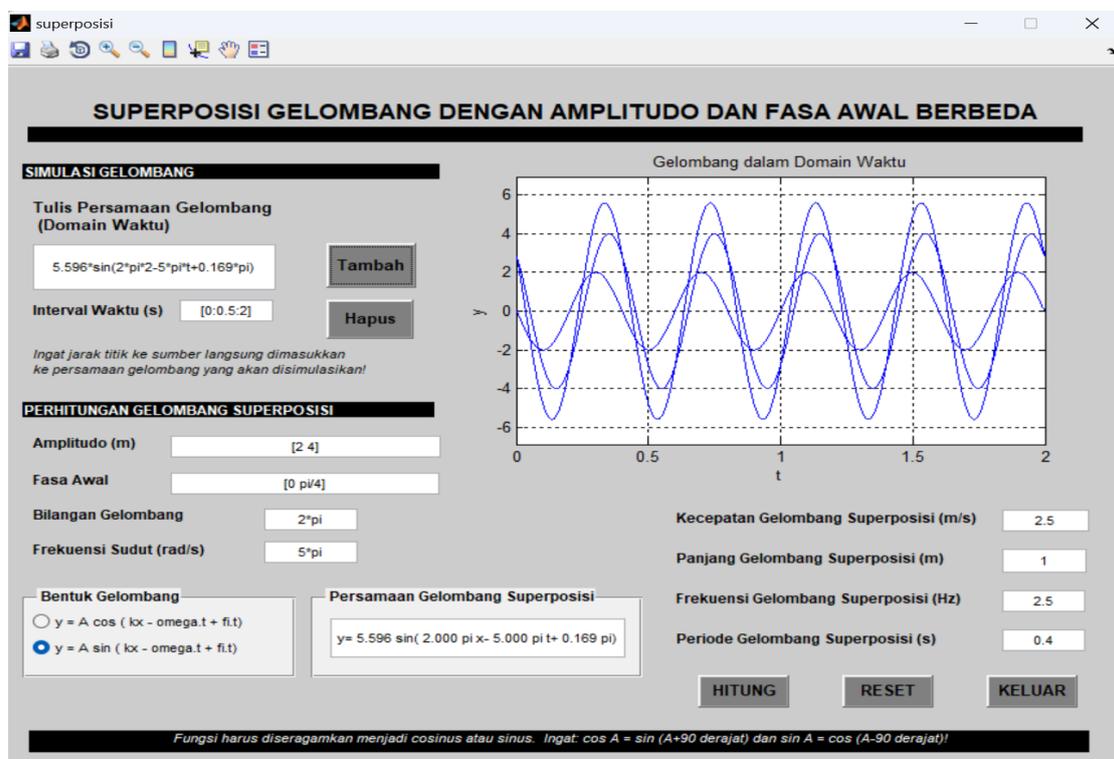
Hasil perhitungan media bantu analisis hampir sama dengan hasil perhitungan manual. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Gelombang Superposisi Kasus Pertama

No	Persamaan dan Besaran pada Gelombang Superposisi	Hasil Perhitungan dengan Media Bantu Analisis	Hasil Perhitungan Manual
1	Persamaan gelombang superposisi	$5,596 \sin(2\pi x - 5\pi t + 0,169\pi)$	$5,226 \sin(2\pi x - 5\pi t + 0,169\pi)$
2	Kecepatan gelombang superposisi (m/s)	2,5	2,5
3	Panjang gelombang superposisi (m)	1	1
4	Frekuensi gelombang superposisi (Hz)	2,5	2,5
5	Periode gelombang superposisi (s)	0,4	0,4

Sumber: Peneliti, 2024

Tampilan hasil perhitungan kasus pertama menggunakan media bantu analisis dapat dilihat pada gambar 4. Pada gambar 4 terlihat bahwa untuk kasus pertama, gelombang hasil superposisi membentuk interferensi gelombang kontruksi parsial.



Gambar 4. Tampilan Hasil Perhitungan untuk Kasus Pertama

Kasus kedua merupakan superposisi 3 gelombang, dimana gelombang tersebut ada yang dituliskan dalam bentuk cosinus dan dalam bentuk sinus. Persamaan gelombang pada kasus kedua, yaitu:

$$y_1 = 2 \cos\left(0,2\pi x - 100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \tag{4}$$

$$y_2 = 3 \cos\left(0,2\pi x - 100\pi t - \frac{\pi}{4}\right) \quad (5)$$

$$y_3 = 5 \sin\left(0,2\pi x - 100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) \quad (6)$$

Karena persamaan gelombang pada kasus 2 dituliskan dalam 2 bentuk fungsi trigonometri, maka ketiga persamaan tersebut harus diseragamkan. Pada kasus ini, peneliti mengubah persamaan gelombang ketiga ke bentuk cosinus, seperti berikut:

$$y_3 = 5 \sin\left(0,2\pi x - 100\pi t - \frac{\pi}{2}\right) = 5 \cos\left(0,2\pi x - 100\pi t - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2}\right) = 5 \cos\left(0,2\pi x - 100\pi t - \pi\right) \quad (7)$$

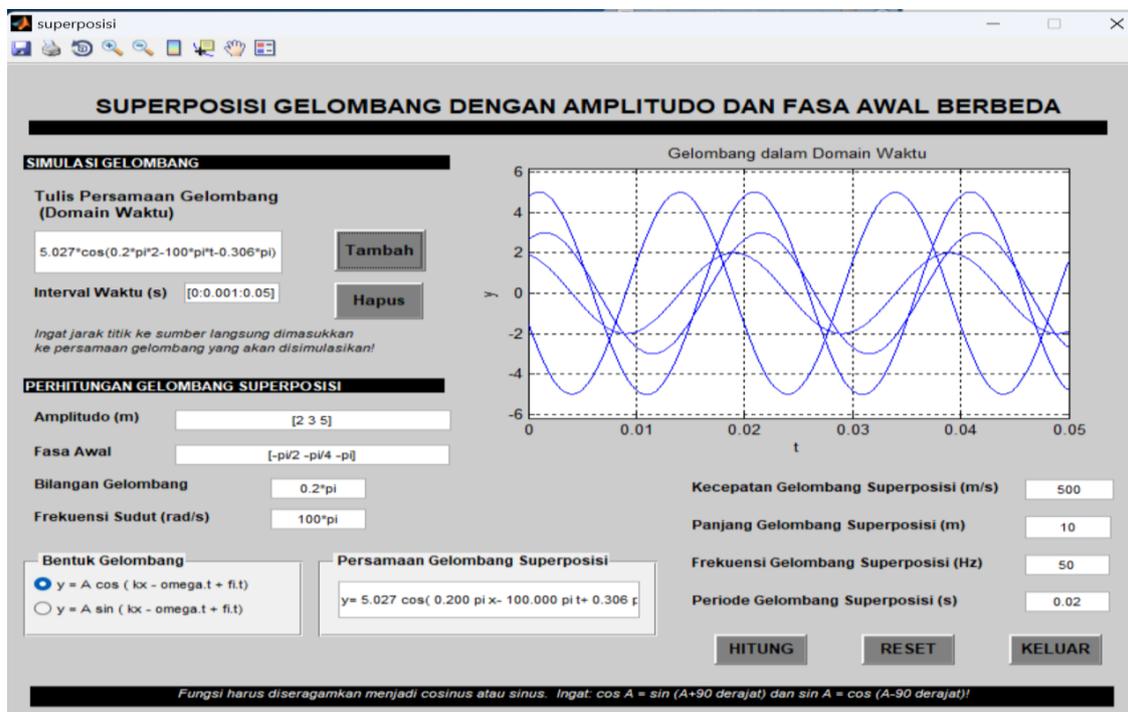
Hasil perhitungan media bantu analisis sama dengan hasil perhitungan manual. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Gelombang Superposisi Kasus Kedua

No	Persamaan dan Besaran pada Gelombang Superposisi	Hasil Perhitungan dengan Media Bantu Analisis	Hasil Perhitungan Manual
1	Persamaan gelombang superposisi	$y=5,027 \cos(0,2\pi x - 100\pi t + 0,306\pi)$	$y=5,027 \cos(0,2\pi x - 100\pi t + 0,306\pi)$
2	Kecepatan gelombang superposisi (m/s)	500	500
3	Panjang gelombang superposisi (m)	10	10
4	Frekuensi gelombang superposisi (Hz)	50	50
5	Periode gelombang superposisi (s)	0,02	0,02

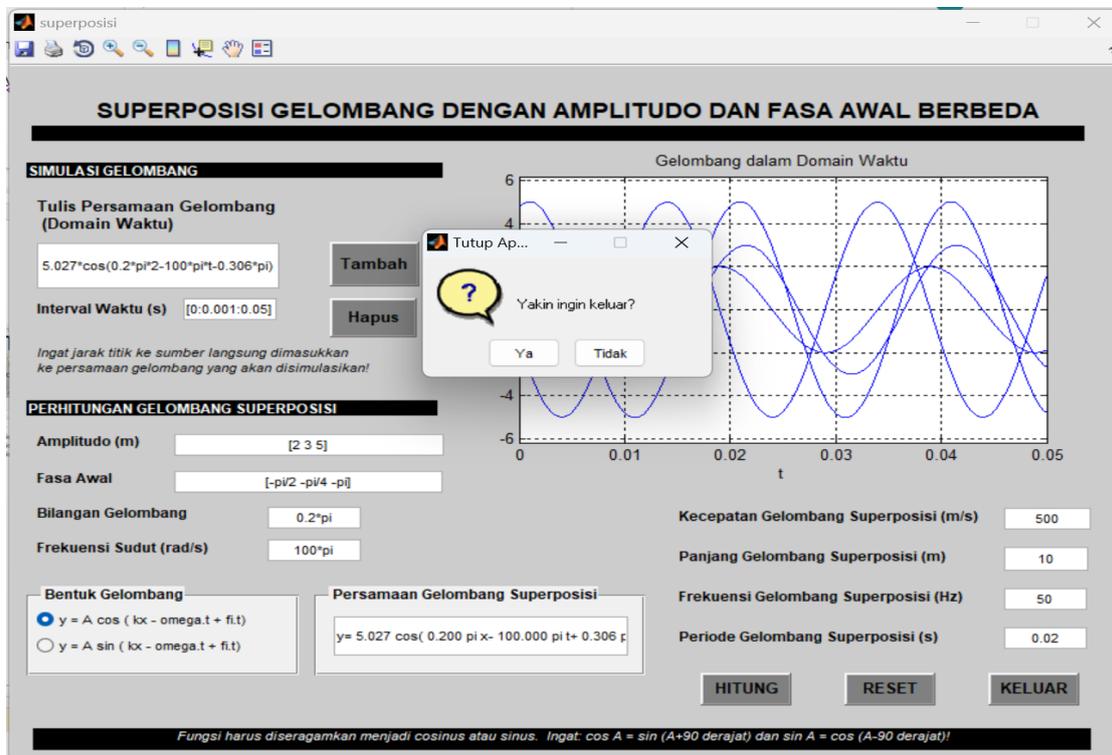
Sumber: Peneliti, 2024

Tampilan hasil perhitungan kasus kedua menggunakan media bantu analisis dapat dilihat pada gambar 5. Pada gambar 5 terlihat bahwa untuk kasus kedua, gelombang hasil superposisi membentuk interferensi gelombang kontruksi parsial.



Gambar 5. Tampilan Hasil Perhitungan untuk Kasus Kedua

Pada toolbar media bantu analisis ini, peneliti melengkapi dengan save, print, rotate, zoom out, zoom in, colorbar, data cursor, pan, dan legend. Hal tersebut bertujuan agar pengguna dapat melakukan banyak modifikasi pada tampilan simulasi. Untuk kembali ke tampilan awal media bantu analisis, pengguna dapat menekan tombol RESET dan untuk menutup media bantu analisis, pengguna dapat menekan tombol KELUAR. Saat pengguna menekan tombol KELUAR, maka akan tampil jendela pertanyaan yang memastikan apakah pengguna yakin akan keluar. Jika pengguna menekan Ya, maka media bantu analisis akan tertutup. Tampilan keluar dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Tampilan Keluar

PENUTUP

Media bantu analisis gelombang superposisi dengan amplitudo dan fasa awal berbeda dapat digunakan untuk perhitungan persamaan gelombang dan besaran-besaran pada gelombang hasil superposisi dari 2 atau lebih gelombang. Selain untuk perhitungan, media ini juga dilengkapi dengan simulasi gelombang hasil superposisi dalam domain waktu. Media ini dapat menjadi salah satu inovasi media pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada materi gelombang dan sekaligus memberikan contoh penerapan GUI MATLAB. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu analisis gelombang dibuat lebih lengkap dan simulasi gelombang dibuat bergerak agar lebih menarik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiroh, D., Sibua, S., & Salim, A. (2021). Pendekatan Multi Representasi untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Pemecahan Masalah Mahasiswa Pada Materi Gelombang. *Briliant: Jurnal Riset Dan Konseptual*, 6(2), 290–302. <https://doi.org/10.28926/briliant.v6i2.615>
- Faruq, F. al, Lanto, M. S., & Hernawati. (2014). Simulasi Gelombang Berjalan dengan Menggunakan Software MATLAB versi 7.14. *JTF: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 1, 18–27.
- Handayani, I. D., & Ahmad, F. (2022). Kajian Konsep Perlayangan Gelombang Berdasarkan Hasil Komputasi Numerik. *ORBITA: Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 8(1), 97–102. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i1.8437>
- Handayani, I. D., Margiantono, A., & Ahmad, F. (2018). Visualisasi Konsep Perlayangan Gelombang

- dengan Memanfaatkan Spreadsheet Excel. *ELEKTRIKAL*, 10(2), 33–36.
- Nurmasyitah, & Nurhayati. (2020). Animasi superposisi gelombang berbasis VBA dengan microsoft excel. *JPros. SemNas. Peningkatan Mutu Pendidikan*, 1(1), 256–261. <http://publikasi.fkip-unsam.org/index.php/semnas2019/article/view/65/76>
- Nurullaeli. (2022). Media Analisis dan Simulasi Gerak Menggelinding di Bidang Datar Berbasis MATLAB. *Seminar Nasional Riset Dan Inovasi Teknologi*, 845–851.
- Satira, S. (2022). *Fisika Dasar Pembahasan Terpadu*. Bandung: ITB Press.
- Sianipar, R. H. (2018). *Komputasi untuk Sains dan Teknik dengan Matlab*. Andi Offset.
- Tawil, M., & Rusdiana, D. (2011). Efektivitas Pembelajaran Berbasis Simulasi Komputer Pada Topik Superposisi Gelombang Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, Dan Penerapan MIPA*, 169–174. <https://ojs.unm.ac.id/JSdPF/article/view/950/229>
- Wau, F. M. B. (2024). Simulasi Gelombang Harmonik dan Superposisi Gelombang Menggunakan Delphi 7.0 Sebagai Media Pembelajaran Fisika Dasar. *Jurnal Teknik, Komputer, Agroteknologi, Dan Sains*, 3(1), 10–16.
- Widodo, A., Aisyah, M. C., Ningrum, I. E., Annas, M. A., & Musfiana, M. (2022). Analisis Percobaan Superposisi Gelombang Suara Menggunakan Software Audacity. *Yasin: Jurnal Pendidikan Dan Sosial Budaya*, 2(4), 459–466. <https://doi.org/10.58578/yasin.v2i4.499>