

ANALISIS PENGARUH MASSA JENIS CAIRAN TERHADAP FREKUENSI DAN AMPLITUDO DALAM PRAKTIKUM RESONANSI MENGGUNAKAN WINE GLASS

¹⁾Mohammad Roy Thoriqul Haq, ²⁾Riski Dwi Handayani, ³⁾Luluk'Atul Jannah, ⁴⁾Septiko Aji

¹⁾ Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, email:

roythorigh@students.unnes.ac.id

²⁾ Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, email:

handayaniriski720@students.unnes.ac.id

³⁾ Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, email:

luluatuljannahjekulo@students.unnes.ac.id

⁴⁾ Program Studi Pendidikan IPA, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, email:

septikoaji@mail.unnes.ac.id

Abstrak

Resonansi merupakan fenomena fisika di mana suatu sistem bergetar dengan amplitudo maksimum ketika mendapat rangsangan pada frekuensi tertentu. Fenomena ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, terutama dalam pembuatan alat musik untuk menghasilkan bunyi yang indah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis peristiwa resonansi pada *wine glass* dengan memfokuskan kajian pada pengaruh massa jenis cairan yang dimasukkan ke dalam gelas. Aplikasi Phyphox digunakan sebagai alat bantu untuk merekam data frekuensi dan amplitudo resonansi secara digital dan *real-time*. *Wine glass* dipilih sebagai medium eksperimen karena bentuk dan sifatnya memungkinkan terjadinya resonansi akustik yang dapat diamati secara jelas. Melalui pengujian dengan berbagai cairan yang memiliki perbedaan massa jenis, penelitian ini berupaya mengungkap bagaimana karakteristik fluida memengaruhi perilaku resonansi, terutama dalam kaitannya dengan gelombang bunyi dan amplitudo getaran.

Kata Kunci: amplitudo; frekuensi; massa jenis; phyphox; resonansi

Abstract

Resonance is a physical phenomenon in which a system vibrates with maximum amplitude when stimulated at a certain frequency. This phenomenon is widely utilized in various fields, especially in the manufacture of musical instruments to produce beautiful sounds. This research aims to analyze resonance events in wine glass by focusing on the effect of the density of the liquid put into the glass. Phyphox application is used as a tool to record the frequency and amplitude of resonance data digitally and in real-time. Wine glass was chosen as the experimental medium because its shape and properties allow acoustic resonance to be observed clearly. Through testing with various liquids that have different densities, this research seeks to reveal how fluid characteristics affect resonance behavior, especially in relation to sound waves and vibration amplitude.

Keywords: amplitude; frequency; density; phyphox; resonance

I. PENDAHULUAN

Resonansi merupakan fenomena fisika ketika suatu sistem bergetar dengan amplitudo maksimum akibat kesesuaian antara frekuensi gaya luar dan frekuensi alami sistem tersebut (Sahoo & Chatterjee, 2025).

Fenomena resonansi pada *wine glass* telah lama digunakan sebagai contoh sederhana dalam kajian fisika akustik. Ketika bibir gelas digesek menggunakan jari basah, gelas akan menghasilkan getaran dengan frekuensi tertentu. Frekuensi resonansi ini dipengaruhi oleh sifat mekanik gelas, seperti bentuk dan ketebalan gelas serta karakteristik cairan yang mengisi gelas.

Penambahan cairan ke dalam gelas menyebabkan perubahan pada massa sistem yang berosilasi, sehingga mempengaruhi frekuensi dan amplitudo resonansi yang dihasilkan. Studi oleh Wawan et al. (2022) menunjukkan bahwa frekuensi resonansi *wine glass* dipengaruhi oleh penambahan volume air dan variasi jenis cairan. Peningkatan volume atau massa cairan menyebabkan pergeseran frekuensi resonansi ke arah yang lebih rendah. Selain itu, interaksi antara gelas dan cairan juga meningkatkan redaman energi, yang berdampak pada penurunan amplitudo getaran (Lee, 2018). Hal ini menunjukkan bahwa sifat fisik cairan berperan penting dalam menentukan karakteristik resonansi sistem.

Sebagian besar penelitian terdahulu mengkaji pengaruh volume atau jenis cairan secara umum terhadap resonansi *wine glass*. Namun, kajian yang secara khusus memfokuskan variasi massa jenis larutan sebagai parameter utama masih relatif terbatas. Padahal, massa jenis berkaitan langsung dengan massa sistem yang berosilasi dan dapat memengaruhi respons dinamis gelas secara lebih terkontrol (Fatimah et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang menelaah pengaruh massa jenis cairan terhadap karakteristik resonansi *wine glass* secara lebih spesifik.

Dalam konteks eksperimen pendidikan, pengukuran resonansi *wine glass* dapat dilakukan menggunakan aplikasi Phyphox berbasis *smartphone*. Aplikasi ini memungkinkan perekaman frekuensi, amplitudo, dan bentuk gelombang secara *real-time* dengan tingkat ketelitian yang memadai, sehingga mendukung pelaksanaan eksperimen resonansi menggunakan alat sederhana tanpa mengurangi kualitas data yang diperoleh (Imtinan & Kuswanto, 2023). Pendekatan eksperimen menggunakan *wine glass* juga sejalan dengan prinsip pembelajaran sains berbasis inkuiri dan pemanfaatan alat sehari-hari. Dalam konteks pembelajaran abad ke-21, eksperimen semacam ini tidak hanya melatih keterampilan sains, tetapi juga mendorong kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah (Ayu et al., 2021).

Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi massa jenis larutan garam terhadap frekuensi dan amplitudo resonansi pada *wine glass*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih jelas mengenai peran massa jenis cairan dalam fenomena resonansi. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memperkuat pemanfaatan *wine glass* sebagai media pembelajaran fisika yang kontekstual dan aplikatif.

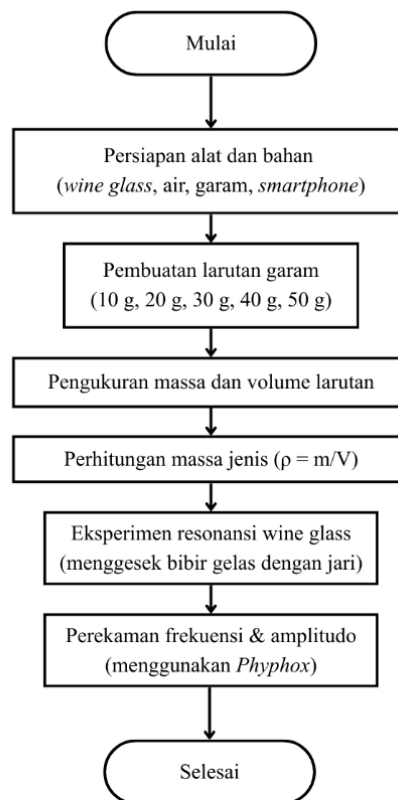
II. METODE

A. Rancangan Penelitian

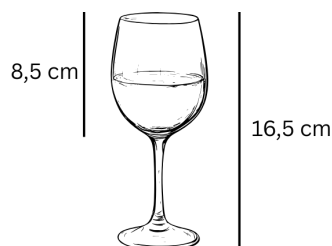
Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh massa jenis larutan garam terhadap frekuensi dan amplitudo resonansi pada *wine glass*. Rancangan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel-variabel yang berpengaruh, sekaligus mengamati secara langsung perubahan karakteristik resonansi akibat perlakuan yang diberikan..

Eksperimen dilakukan menggunakan *wine glass* dengan ukuran tertentu untuk memastikan konsistensi kondisi percobaan. Spesifikasi ukuran *wine glass* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 2**.

Eksperimen dilakukan dengan menyiapkan enam kondisi perlakuan, yaitu satu gelas berisi air murni sebagai kontrol dan lima gelas lainnya yang masing-masing berisi larutan garam dengan massa berbeda, yaitu 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram, dan 50 gram. Larutan disiapkan dengan menambahkan garam ke dalam volume air yang sama, kemudian diukur kembali massa dan volumenya untuk memperoleh nilai massa jenis secara akurat. Konfigurasi pelaksanaan eksperimen, termasuk posisi *smartphone*, jarak perekaman, dan teknik penggesekan bibir gelas, ditunjukkan secara skematis pada **Gambar 3**.



Gambar 1. Diagram alur penelitian



Gambar 2. Ukuran *wine glass* yang digunakan



Gambar 3. Sketsa pelaksanaan eksperimen resonansi *wine glass*

Resonansi pada *wine glass* diperoleh dengan cara menggesek bibir gelas menggunakan jari yang telah dibasahi air secara melingkar dan konstan. Bunyi resonansi yang dihasilkan dari perlakuan ini selanjutnya direkam menggunakan aplikasi Phyphox yang terpasang pada *smartphone*. Aplikasi ini digunakan karena mampu menampilkan data frekuensi dan amplitudo resonansi secara *real-time*, sehingga mendukung akurasi dalam proses pengumpulan data. Seluruh prosedur eksperimen dilaksanakan di ruangan dengan tingkat kebisingan rendah guna menghindari adanya gangguan eksternal terhadap hasil pengukuran. Dengan rancangan penelitian tersebut, diperoleh data numerik berupa frekuensi resonansi, amplitudo getaran, serta

massa jenis larutan. Data ini menjadi dasar dalam menganalisis hubungan antara karakteristik fisik cairan dengan perilaku resonansi pada *wine glass*.

B. Variabel Operasional Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah massa jenis larutan, yang diperoleh dari hasil pencampuran garam dengan volume air yang sama namun dengan jumlah massa garam yang berbeda. Variabel terikatnya adalah frekuensi resonansi dan amplitudo getaran yang dihasilkan oleh *wine glass* ketika mengalami resonansi. Adapun variabel kontrol mencakup jenis gelas yang digunakan (tinggi total 16,5 cm dan tinggi mangkuk 8,5 cm), volume air yang dituang ke dalam gelas, teknik penggosokan bibir gelas yang dilakukan secara melingkar dan konstan oleh praktikan yang sama, serta kondisi lingkungan percobaan yang minim kebisingan. Validitas pengukuran variabel bebas dipastikan melalui penimbangan massa total setiap larutan dan pengukuran volumenya sehingga diperoleh nilai massa jenis yang akurat.

C. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui serangkaian eksperimen resonansi menggunakan *wine glass* dengan variasi larutan yang memiliki massa jenis berbeda. Proses pengumpulan data diawali dengan pembuatan larutan, yaitu mencampurkan garam dapur ke dalam air dengan massa yang telah ditentukan, mulai dari 10 gram hingga 50 gram. Setiap larutan kemudian ditimbang massanya dan diukur volumenya untuk memperoleh nilai massa jenis secara akurat. Resonansi dihasilkan dengan cara menggosok bibir *wine glass* menggunakan jari yang telah dibasahi air secara melingkar dan konstan. Teknik ini dipilih karena menghasilkan gaya gesek periodik yang mampu memicu resonansi akustik pada gelas.

Selama proses resonansi berlangsung, data frekuensi dan amplitudo direkam menggunakan aplikasi Phyphox yang dioperasikan pada *smartphone*. Aplikasi ini menyediakan fitur *audio scope* dan *frequency history* yang memungkinkan pencatatan data secara *real-time*. *Smartphone* diletakkan pada posisi tetap dengan jarak sekitar 5–8 cm dari bibir *wine glass*, dengan mikrofon dari *handphone* diarahkan langsung ke sumber bunyi untuk memastikan penerimaan sinyal akustik yang optimal dan konsisten pada setiap pengukuran. Posisi *smartphone* dan gelas dijaga tetap sama untuk seluruh variasi larutan guna meminimalkan variasi pengukuran akibat perubahan konfigurasi eksperimen.

Pengambilan data dilaksanakan di ruangan tertutup dengan tingkat kebisingan rendah sehingga pengaruh *noise* lingkungan terhadap hasil pengukuran dapat diminimalkan. Sumber suara eksternal seperti percakapan, kipas angin, dan perangkat elektronik lain dihindari selama proses pengukuran. Dengan demikian, data yang diperoleh berupa frekuensi resonansi, amplitudo getaran, serta bentuk gelombang akustik yang ditampilkan oleh aplikasi Phyphox.

D. Teknik Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil eksperimen berupa massa larutan, volume larutan, frekuensi resonansi, amplitudo getaran, serta bentuk gelombang yang ditampilkan melalui aplikasi Phyphox. Tahap pertama dalam pengolahan data adalah menghitung massa jenis setiap larutan menggunakan persamaan berikut (Yulianto et al., 2016):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Dengan

ρ = massa jenis (g/mL),

m = massa larutan (g), dan

V = volume larutan (mL).

Hasil perhitungan tersebut kemudian disajikan dalam bentuk tabel agar terlihat perbedaan nilai massa jenis antara tiap larutan yang digunakan. Selanjutnya, data frekuensi dan amplitudo resonansi yang diperoleh dari aplikasi Phyphox dianalisis dengan cara membandingkan hasil dari setiap variasi massa jenis cairan.

Setiap kondisi larutan diukur melalui tiga kali pengulangan pengukuran resonansi. Nilai frekuensi resonansi ditentukan sebagai nilai rata-rata dari seluruh pengulangan pengukuran untuk memperoleh nilai yang lebih representatif dan mengurangi pengaruh fluktuasi selama proses resonansi. Amplitudo resonansi juga ditentukan sebagai nilai rata-rata amplitudo maksimum yang terukur pada setiap pengulangan percobaan. Hubungan antara massa jenis dengan frekuensi dianalisis untuk mengetahui pola kecenderungan yang terjadi, apakah terdapat penurunan atau peningkatan frekuensi seiring perubahan massa jenis. Hal serupa dilakukan untuk amplitudo, dengan tujuan mengidentifikasi bagaimana perubahan massa jenis memengaruhi besar kecilnya getaran resonansi yang dihasilkan.

E. Analisis Ketidakpastian Pengukuran

Pengukuran frekuensi dan amplitudo resonansi dalam penelitian ini dilakukan menggunakan aplikasi Phyphox yang memanfaatkan sensor audio pada smartphone. Oleh karena itu, hasil pengukuran memiliki ketidakpastian yang berasal dari keterbatasan resolusi sensor, sensitivitas mikrofon, serta proses pemrosesan sinyal digital berbasis *Fast Fourier Transform* (FFT) yang digunakan oleh aplikasi. Sensor audio *smartphone* memiliki batas keakuratan pengukuran frekuensi dalam orde beberapa hertz, bergantung pada karakteristik perangkat dan kondisi pengukuran (Chandra et al., 2025), namun nilai ini relatif kecil dibandingkan pergeseran frekuensi resonansi akibat variasi massa jenis larutan. Selain itu, faktor eksperimental seperti kestabilan gesekan jari, posisi smartphone terhadap sumber bunyi, dan kondisi lingkungan juga dapat memengaruhi konsistensi sinyal yang terekam.

Ketelitian pengukuran frekuensi ditentukan oleh resolusi spektrum frekuensi (nilai skala terkecil, NST) yang bergantung pada *sample rate* dan ukuran FFT yang digunakan dalam aplikasi Phyphox. Dengan konfigurasi pengukuran yang digunakan pada penelitian ini, resolusi frekuensi berada pada orde sekitar 1 Hz. Oleh karena itu, ketidakpastian pengukuran frekuensi (Δf) diestimasi sebesar setengah dari nilai NST, yang dirumuskan sebagai:

$$\Delta f = \frac{1}{2} \times NST \quad (2)$$

Dengan $NST \approx 1$ Hz, maka ketidakpastian pengukuran frekuensi (Δf) diperkirakan sebesar $\pm 0,5$ Hz. Nilai ketidakpastian ini relatif kecil dibandingkan perubahan frekuensi resonansi yang dihasilkan oleh variasi massa jenis larutan, sehingga tidak memengaruhi kecenderungan hasil secara signifikan.

Pengukuran frekuensi dan amplitudo resonansi untuk setiap variasi massa jenis larutan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Nilai frekuensi yang digunakan dalam analisis selanjutnya merupakan nilai rata-rata dari hasil pengulangan tersebut. Sementara itu, amplitudo resonansi memiliki ketidakpastian yang lebih besar karena dipengaruhi oleh intensitas gesekan, jarak mikrofon, orientasi perangkat, serta kondisi lingkungan pengukuran. Oleh karena itu, meskipun nilai amplitudo ditentukan secara kuantitatif sebagai nilai rata-rata maksimum dari pengulangan pengukuran, analisis ketidakpastian amplitudo dalam penelitian ini dilakukan secara kualitatif berdasarkan kecenderungan perubahan relatif antar variasi massa jenis larutan. Pendekatan ini dinilai memadai untuk mengidentifikasi pengaruh karakteristik fisik cairan terhadap perilaku resonansi *wine glass* dalam konteks eksperimen pendidikan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Hasil eksperimen diperoleh dari pengukuran massa, volume, frekuensi resonansi, dan amplitudo getaran pada *wine glass* dengan variasi massa garam yang dilarutkan dalam air. Data awal berupa massa dan volume larutan digunakan untuk menghitung massa jenis (ρ) setiap larutan sesuai dengan persamaan $\rho = m/V$. Nilai massa jenis yang diperoleh ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Massa Jenis tiap Gelas

Gelas	Massa (gram)	Volume (mL)	Massa Jenis (g/mL)
Gelas 1	147	150	0,98

Gelas 2	160	154	1,039
Gelas 3	171	160	1,069
Gelas 4	179	162	1,105
Gelas 5	187	165	1,133
Gelas 6	200	170	1,176

Dari **Tabel 1** terlihat bahwa massa jenis larutan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah garam yang dilarutkan. Pada Gelas 1 yang berisi air murni, massa jenisnya adalah 0,98 g/mL, sedangkan pada Gelas 6 yang berisi larutan dengan 50 gram garam, massa jenisnya meningkat hingga 1,176 g/mL. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang konsisten antara jumlah garam terlarut dengan nilai massa jenis larutan. Peningkatan ini sejalan dengan prinsip dasar larutan, yaitu semakin banyak zat terlarut yang ditambahkan, maka massa larutan bertambah sedangkan perubahan volume relatif kecil, sehingga rasio massa terhadap volume meningkat. Dengan demikian, data pada Tabel 1 dapat dijadikan landasan untuk melihat pengaruh massa jenis terhadap frekuensi dan amplitudo resonansi pada tahap berikutnya.

Setelah nilai massa jenis diperoleh, dilakukan pengukuran frekuensi resonansi dan amplitudo getaran menggunakan aplikasi Phyphox. Pengukuran ini dilakukan secara berulang untuk memastikan konsistensi data dan meminimalkan kesalahan akibat faktor eksternal. Nilai frekuensi dan amplitudo yang diperoleh kemudian dibandingkan antarvariasi larutan untuk melihat pola perubahan yang muncul. Data pengukuran ini selanjutnya disajikan pada **Tabel 2**, yang memperlihatkan perbedaan nilai frekuensi dan amplitudo pada masing-masing larutan secara lebih rinci.

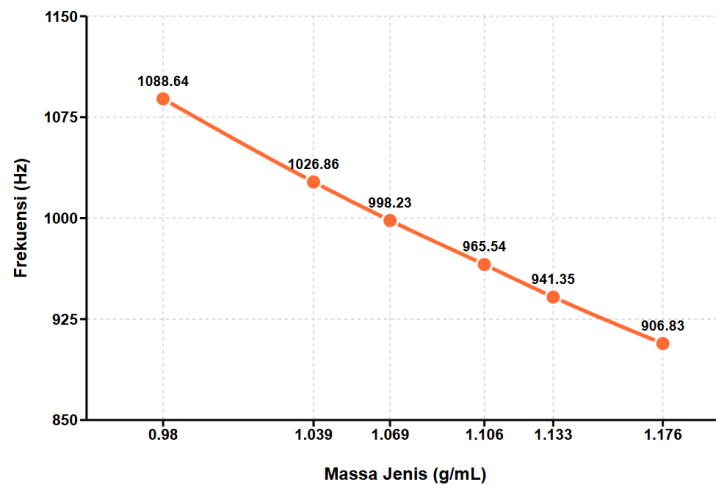
Tabel 2. Pengaruh Massa Jenis Cairan pada Resonansi *Wine glass*

Gelas	Frekuensi (Hz)	Δf	Amplitudo (au)
Gelas 1	1088,64	$\pm 0,5$	0,07184
Gelas 2	1026,86	$\pm 0,5$	0,06776
Gelas 3	998,23	$\pm 0,5$	0,06588
Gelas 4	965,54	$\pm 0,5$	0,06372
Gelas 5	941,35	$\pm 0,5$	0,06212
Gelas 6	906,83	$\pm 0,5$	0,05984

Berdasarkan data pada **Tabel 2**, terlihat bahwa peningkatan massa jenis larutan berdampak pada penurunan frekuensi resonansi. Pada Gelas 1 (massa jenis 0,98 g/mL), frekuensi resonansi yang terukur adalah 1088,64 Hz, sedangkan pada Gelas 6 (massa jenis 1,176 g/mL), frekuensi resonansi menurun menjadi 906,83 Hz. Tren serupa juga tampak pada amplitudo, di mana nilai amplitudo tertinggi sebesar 0,07184 au terdapat pada Gelas 1, kemudian terus menurun hingga 0,05984 au pada Gelas 6.

B. Pembahasan

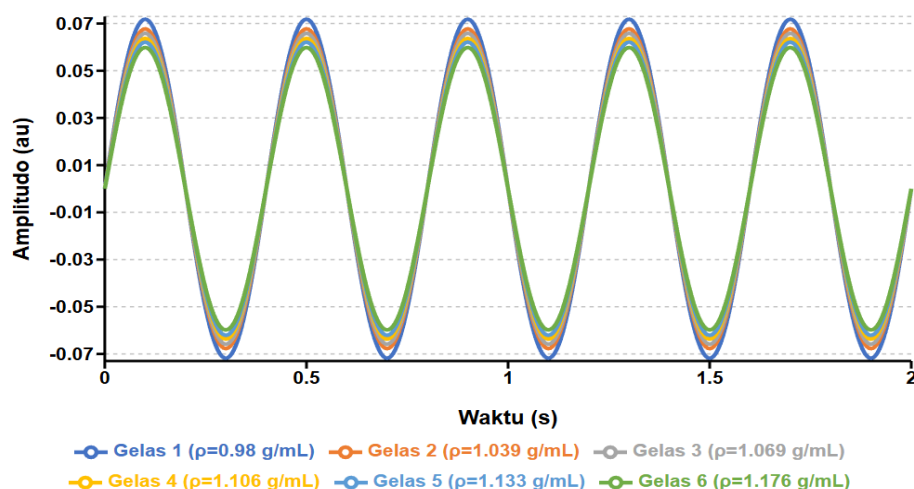
Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang jelas antara massa jenis larutan dengan karakteristik resonansi pada *wine glass*. Peningkatan massa jenis cairan terbukti menyebabkan penurunan frekuensi resonansi. Pada larutan dengan massa jenis paling rendah, yaitu air murni (0,98 g/mL), frekuensi resonansi mencapai 1088,64 Hz, sedangkan pada massa jenis tertinggi sebesar 1,176 g/mL frekuensi resonansi menurun hingga 906,83 Hz. Fenomena ini sesuai dengan teori osilasi harmonik, di mana penambahan massa dalam suatu sistem menyebabkan frekuensi alami bergeser ke nilai yang lebih rendah karena sistem yang lebih berat memerlukan energi lebih besar untuk berosilasi (Halliday et al., 2011; Giancoli, 2005). Selain itu, temuan ini juga sejalan dengan hasil penelitian Wawan et al. (2022) dan Rojas et al. (2017), yang melaporkan bahwa penambahan massa atau cairan pada *wine glass* menyebabkan pergeseran frekuensi resonansi ke arah yang lebih rendah. Meskipun nilai frekuensi yang diperoleh dalam penelitian ini berbeda secara numerik, kecenderungan perubahan yang diamati menunjukkan kesesuaian secara kualitatif dengan penelitian sebelumnya.



Gambar 4. Grafik pengaruh massa jenis terhadap frekuensi

Gambar 4 memperlihatkan grafik hubungan massa jenis dengan frekuensi yang menegaskan adanya pola penurunan linier seiring peningkatan massa jenis larutan. Selain frekuensi, amplitudo resonansi juga mengalami perubahan akibat variasi massa jenis cairan. Data menunjukkan bahwa amplitudo resonansi tertinggi terdapat pada gelas berisi air murni, dengan nilai 0,07184 au, dan menurun hingga 0,05984 au pada gelas dengan larutan garam bermassa jenis tertinggi. Penurunan amplitudo resonansi ini secara langsung berkaitan dengan peningkatan massa jenis cairan, yang menyebabkan bertambahnya massa efektif sistem dan meningkatkan redaman energi selama osilasi. Dalam penelitian ini, massa jenis merupakan variabel utama yang dimanipulasi, sehingga pengaruh terhadap amplitudo dapat secara langsung dikaitkan dengan perubahan sifat inertial sistem gelas-cairan.

Meskipun viskositas cairan juga diketahui berperan dalam proses redaman osilasi, penelitian ini tidak secara khusus memvariasikan atau mengukur viskositas larutan. Oleh karena itu, pengaruh viskositas dalam penelitian ini dipandang sebagai faktor implisit yang kemungkinan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi garam, namun tidak dianalisis sebagai variabel independen. Temuan ini tetap sejalan dengan studi sebelumnya yang menunjukkan bahwa peningkatan viskositas cairan dapat memperkuat redaman amplitudo resonansi (Oktavian & Purwoko, 2024).



Gambar 5. Bentuk gelombang dalam peristiwa resonansi *wine glass* dengan variasi massa jenis

Gambar 5 menunjukkan perbandingan bentuk gelombang resonansi untuk setiap variasi massa jenis. Terlihat bahwa meskipun frekuensi gelombang relatif sama, amplitudonya semakin menurun pada larutan dengan massa jenis yang lebih besar. Fenomena penurunan amplitudo ini juga mengindikasikan terjadinya osilasi teredam. Sistem *wine glass* tetap berosilasi secara harmonik, tetapi energi yang diberikan oleh gaya

eksitasi sebagian besar terserap oleh redaman akibat massa jenis dan viskositas cairan. Hal ini menjelaskan mengapa bentuk gelombang masih berbentuk sinusoidal, tetapi amplitudonya semakin mengecil.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa massa jenis cairan merupakan faktor utama yang memengaruhi penurunan amplitudo resonansi pada sistem wine glass. Sementara itu, viskositas dipandang sebagai faktor teoretis yang berpotensi berkontribusi terhadap mekanisme redaman energi, meskipun tidak diukur secara langsung dalam penelitian ini. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penambahan massa cairan pada *wine glass* berimplikasi pada penurunan amplitudo dan frekuensi resonansi (Lee, 2018; Rojas et al., 2017; Zhao et al., 2020). Dengan demikian, eksperimen *wine glass* ini memberikan ilustrasi yang jelas mengenai pengaruh massa jenis terhadap osilasi teredam, sekaligus menunjukkan keterkaitan konseptual antara resonansi, redaman, dan sifat fisik cairan dalam konteks pembelajaran fisika.

IV. PENUTUP

A. Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa massa jenis cairan berpengaruh signifikan terhadap karakteristik resonansi pada *wine glass*. Semakin tinggi massa jenis cairan, frekuensi resonansi yang dihasilkan cenderung menurun, sedangkan amplitudo getarannya juga mengalami penurunan akibat peningkatan redaman sistem. Bentuk gelombang resonansi tetap sinusoidal, namun amplitudo puncaknya semakin mengecil pada larutan dengan massa jenis lebih tinggi. Selain itu, penggunaan aplikasi Phyphox terbukti efektif dalam mengukur frekuensi, amplitudo, dan bentuk gelombang secara *real-time* dengan akurasi yang baik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar penelitian selanjutnya dapat memperluas variasi jenis cairan yang digunakan, misalnya dengan membandingkan cairan yang memiliki viskositas berbeda secara signifikan, sehingga pengaruh redaman dapat diamati lebih detail. Selain itu, penelitian dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan pengukuran tambahan yang lebih sensitif untuk memvalidasi hasil dari aplikasi Phyphox, sehingga data yang diperoleh lebih komprehensif. Dalam konteks pembelajaran, eksperimen *wine glass* ini layak untuk dikembangkan sebagai media praktikum sederhana pada mata pelajaran Fisika. Oleh karena itu, guru atau dosen dapat memanfaatkan percobaan ini untuk melatih keterampilan inkuiri siswa sekaligus memberikan pemahaman langsung mengenai fenomena resonansi dan osilasi harmonik teredam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksan, H. (2023). Kamus Fisika: Istilah, Rumus, Penemuan. Bandung: Nuansa Cendekia.
- Ayu, L. R., Astutik, S., & Arifin, M. B. (2021). Penerapan Pembelajaran Inkuiri Menggunakan Alat Sederhana untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*, 7(2), 129–138.
- Chandra, D., Makmur, A., Impron, A., Utomo, I. C., Yuhane, A., Supriyadi, E., ... & Triyono, A. (2025). *Sistem Komunikasi Nirkabel: Konsep, Teknologi, dan Aplikasi*. Banjarnegara: PT Penerbit Qriset Indonesia.
- Fatihah, N., Khomsati, N. N., Widyadhari, T. S., & Aziz, K. N. (2023). Analisis Konsep Fisika Osilasi Terkopel pada Sistem Pegas Bermassa. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (JUPITER)*, 5(1), 10–15.
- Giancoli, D. C. (2005). *Physics: Principles with Applications (Vol. 1)*. Naucalpan: Pearson Educación.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2011). *Waves-I. Fundamentals of Physics*. New Jersey: Hoboken.
- Handhayani, A. S., Suhaila, A., Rahmi, L., & Fajriyah, U. A. (2025). Membuktikan Cepat Rambat Di Udara Pada Alat Musik Gitar Menggunakan Aplikasi Frequency Counter. *Jurnal Dinamika Pendidikan Nusantara*, 6(2).
- Imtinan, N., & Kuswanto, H. (2023). Pemanfaatan Aplikasi Phyphox dalam Percobaan Fisika. *JIPF*, 8, 183–191.
- Irawan, R., Suwandi, S., & Bethaningtyas, H. (2014). Analisis Koefisien Absorpsi Pada Material Berbahan Baku Kertas Duplex Menggunakan Tabung Impedansi. *eProceedings of Engineering*, 1(1).
- Lee, J. (2018). The Effect of Liquid on the Vibrational Intensity of a Wineglass at Steady State Resonance. *arXiv preprint arXiv:1801.07514*.

- Maryanto, A. (2013). *Pengantar Mekanika Panas dan Bunyi*. Sleman: Universitas Negeri Yogyakarta Press.
- Mulfiana, T. (2023). Analisis Resonansi Gelombang Bunyi Durallex Glass Menggunakan Aplikasi Phyphox. *Institut Agama Islam Negeri Parepare*, 1-4.
- Oktavian, N. Y., & Purwoko, P. (2024). Pengaruh Ketinggian Beban Jatuh dan Kekentalan Oli Suspensi Depan Terhadap Getaran Shock Absorber Sepeda Listrik. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 3(3), 01-14.
- Prawira, N. B., & Rouf, A. (2018). Perancangan Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Menggunakan Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik. *IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst)*, 8(2), 143.
- Rusdiani, S., Suhendar, D., & Sudiarti, T. (2017). Perbandingan sifat koligatif campuran larutan garam (NaCl, KCl, dan Na-benzoat) dengan air Zamzam berdasarkan berat jenisnya. *al-Kimiya*, 4(1), 9-16.
- Rojas, S. M., Martinez, L., & Villanueva, J. (2017). Effect of Added Mass on the Natural Frequency of Oscillating Systems. *Journal of Physics: Conference Series*, 935(1), 012067.
- Sahoo, P. K., & Chatterjee, S. (2025). Effects and applications of non-resonant high-frequency excitation on nonlinear systems: a literature review. *Nonlinear Dynamics*, 113(8), 7553-7612.
- Tirtasari, Y., Latief, D. F. E., & Amahoru, A. H. (2016). Penggunaan teknik video tracking untuk mengamati fenomena osilasi teredam pada pegas. *Prosiding SNIPS*, 785-794.
- Tanaka, H., & Sato, Y. (2016). Damping Behavior in Resonant Fluid-Container Systems. *Journal of Sound and Vibration*, 375, 98-108
- Wawan, W., Marwoto, P., Iswari, R. S., Sudarmin, S., & Sumarni, W. (2022, September). Analisis Resonansi Pada Wine Glass Menggunakan Aplikasi Phyphox. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana* (Vol. 5, No. 1, pp. 1146-1150).
- Yulianto, E., Rofingah, J., Finda, A., & Hakim, F. N. (2016). Menentukan Tegangan Permukaan Zat Cair. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 2(2), 176-186.
- Zhao, X., Li, H., & Liu, Y. (2020). Acoustic Liquid Resonance-Based Sensor with Wine Glass Geometry for Viscosity Detection. *Sensors and Actuators A: Physical*, 312, 112097.