

Perancangan Alat Ukur Koefisien Serap Bunyi dalam Skala Laboratorium dengan Menggunakan Tabung Impedansi dan Sensor Suara

Widyastuti^{1,*}, Fadil Nur Hidayat¹

¹Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, Semarang, 50185,

*Corresponding author. E-mail: widya.fisika@walisongo.ac.id

Submisi: 12 Juni 2023; Penerimaan: 12 Januari 2024

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah merancang sebuah alat tabung impedansi yang dilengkapi dengan sensor suara KY-037 yang berguna sebagai alat ukur koefisien serap bunyi. Penelitian ini termasuk dalam penelitian *research and development*. Tabung impedansi yang dirancang menggunakan 3 buah sensor suara KY-037. Alat ukur koefisien serap bunyi dalam skala laboratorium dengan menggunakan tabung impedansi dan sensor suara KY-037 berhasil dibuat dengan baik dan dapat digunakan dalam pengukuran pada rentang frekuensi 250-2KHz. Alat ukur koefisien serap bunyi memiliki ketelitian alat sebesar 77.88%. Hasil penelitian menunjukkan sampel kardus dapat menyerap bunyi lebih besar dibandingkan sampel sterofom dan sampel gabus.

Kata kunci : Alat ukur; koefisien serap bunyi; tabung impedansi; sensor suara; laboratorium

PENDAHULUAN

Persyaratan akustik di dalam sebuah ruangan adalah salah satu aspek penting untuk menciptakan kenyamanan dalam beraktivitas. Kualitas akustik yang optimal dalam ruangan didefinisikan sebagai ketiadaan gangguan suara, baik yang berasal dari dalam maupun luar ruangan tersebut. Untuk mencapai akustik yang baik, pemilihan bahan material sangat berperan penting (Alim and Mitrayana 2013). Teknologi hibrida seperti *diffsorber* atau *abfussor* mampu menyerap bunyi dengan efektivitas lebih tinggi. Meskipun material seperti *glasswool* dan *rockwool* sering digunakan sebagai peredam akustik, mereka memiliki harga yang cukup tinggi (Sani 2020). Berbagai penelitian dilakukan untuk mencari alternatif bahan peredam akustik yang lebih terjangkau secara ekonomis. Bahan peredam akustik ini juga berperan dalam mengurangi fenomena seperti *echo* (gema) dan

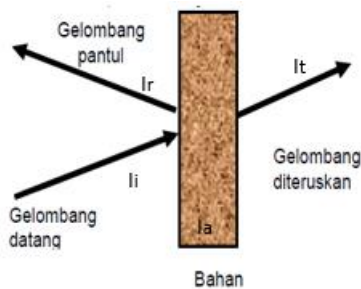
dengung suara di dalam ruangan. Salah satu nilai yang menjadi fokus perhatian dalam pemilihan material peredam bunyi adalah koefisien serap bunyi, yang dapat diukur melalui dua metode, yaitu metode ruang dengung dan metode tabung impedansi. Metode ruang dengung melibatkan pengukuran waktu dengung bunyi dalam suatu ruangan tertentu, sementara metode tabung impedansi berkaitan dengan pengukuran transmisi, refleksi, dan absorpsi bunyi dalam ruang tertutup (Akbar 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Afsholikhussidiq pada tahun 2022 berfokus pada perancangan alat pengukur koefisien serap bunyi menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560. Sidiq memanfaatkan Arduino Mega 2560 untuk menciptakan alat pengukur koefisien serap bunyi. Meskipun alat yang dibuat berhasil beroperasi, namun belum memenuhi standar sebagai perangkat pengukur akustik karena tingkat ketelitiannya

hanya mencapai sekitar 61.3% (Sidiq 2022). Oleh karena itu, alat ini perlu disempurnakan agar dapat memberikan hasil yang lebih akurat. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai koefisien serap bunyi cenderung menurun ketika intensitas sumber suara ditingkatkan. Penelitian sebelumnya oleh Khomaeni pada tahun 2019 menyatakan bahwa metode tabung impedansi lebih efektif dalam mengukur koefisien serap bunyi, karena metode ini menggunakan material yang mudah diakses dan tidak memerlukan ruang yang luas untuk pengujian bahan akustik (Khumaeni, Ahmad Aminudin 2019). Beberapa penelitian lainnya juga telah menggunakan metode tabung impedansi dalam konteks yang berbeda. Muhammad Munir pada tahun 2015 menggunakan metode ini untuk memanfaatkan fluk pada *styrofoam* sebagai bahan peredam suara (Muhammad Munir 2015). Rino Arwanda dan Ridwan Abdullah Sani pada tahun 2019 mengaplikasikan metode tabung impedansi dalam pengukuran koefisien absorpsi bunyi pada bahan beton komposit serat daun nanas (Sani 2020). Selain itu, Mitrayana (2013) merancang alat pengukur koefisien serapan akustik, sementara Syaiful Bahri (2016) menggunakan tabung impedansi dengan platform Arduino untuk mengukur sifat akustik material. Keterbaruan penelitian ini adalah perancangan alat ukur koefisien serap bunyi dengan menggunakan tiga sensor suara KY-037 pada tabung impedansi. Keunggulan alat pengukur koefisien serap bunyi yang diusulkan adalah portabilitasnya, yang memungkinkan alat ini dipindahkan ke berbagai lokasi, serta kemampuannya untuk mengukur koefisien serap bunyi dari frekuensi rendah hingga tinggi, dengan hasil yang dapat ditampilkan melalui osiloskop.

Jurusan Fisika yang terdapat di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang memiliki dua program studi, yakni Program Studi Pendidikan Fisika dan Program Studi Fisika. Dalam lingkungan jurusan ini, terdapat Laboratorium Fisika yang terdiri dari delapan ruang laboratorium. Di antaranya, terdapat tiga laboratorium di Kampus 2 UIN Walisongo, seperti Laboratorium Fisika Dasar, Laboratorium Elektronika Dasar, dan Laboratorium Komputasi. Sementara itu, terdapat lima laboratorium di Kampus 3 UIN Walisongo, termasuk Laboratorium Fisika Material, Laboratorium Fisika Modern, Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, serta Laboratorium Optik (Widyastuti and Susanto 2021). Laboratorium ini tidak hanya digunakan untuk keperluan pendidikan tetapi juga untuk kegiatan penelitian. Dosen dan mahasiswa sama-sama melakukan riset di Laboratorium Fisika UIN Walisongo Semarang. Dalam kurikulum Program Studi Fisika, terdapat mata kuliah dengan berbagai bidang minat, salah satunya adalah bidang minat material. Mahasiswa yang mengambil bidang minat material sering mengalami kesulitan karena belum tersedia alat yang memadai untuk mengukur data sifat akustik bahan yang mereka teliti. Situasi yang serupa juga dialami oleh mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika yang diwajibkan untuk melakukan penelitian mandiri dalam mata kuliah proyek penelitian. Mereka menghadapi kendala dalam mengukur sifat akustik bahan yang mereka teliti karena kurangnya alat ukur sifat akustik di Laboratorium Fisika jurusan Fisika UIN Walisongo Semarang. Pengembangan alat ukur koefisien serap bunyi ini memiliki manfaat ganda, yaitu dapat memperkaya peralatan di Laboratorium Fisika UIN Walisongo Semarang dan juga berguna bagi peneliti di dalam dan

di luar lingkungan UIN Walisongo. Selain itu, alat ukur koefisien serap bunyi ini juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran praktikum untuk mata kuliah eksperimen fisika. Oleh karena itu, peneliti merasa terdorong untuk merancang alat ukur koefisien serap bunyi dalam skala laboratorium dengan menggunakan tabung impedansi dan sensor suara KY-037.



Gambar 1. Pemantulan dan Penyerapan Bunyi melalui Bahan Penyerap Bunyi.

Serapan bunyi adalah proses transformasi energi yang melewati permukaan bahan menjadi energi berbentuk panas. Bunyi bisa mengalir melalui permukaan material, dan seiring waktu, energinya akan merosot (Khusnul Khotimah, Susilawati 2015). Jika suara bertabrakan dengan permukaan material, maka ada dua kemungkinan: suara akan memantul atau diserap oleh bahan tersebut. Sebagian dari energi suara yang diserap pada suatu medium akan berubah menjadi kalor, sementara sebagian energi suara akan diteruskan ke tempat lain melalui medium itu, kecuali jika ada sebuah penghalang yang memiliki kerapatan tertentu dan kedap yang menghalangi transmisi gelombang tersebut. Intensitas bunyi yang datang, bunyi dipantulkan, bunyi yang diserap, dan bunyi yang diteruskan, dinyatakan dalam I_i , I_r , I_a , dan I_t , seperti yang dijelaskan dalam koefisien serap dan koefisien transmisi bunyi (dapat lihat pada Gambar 1). Koefisien serap dan

koefisien transmisi bunyi dapat dirumuskan seperti pada Persamaan 1 dan Persamaan 2, secara berurutan (Evi Indrawati and Tirono 2009):

$$\alpha = \frac{I_i - I_r}{I_i} \quad \text{(Persamaan 1)}$$

$$\tau = \frac{I_t}{I_i} \quad \text{(Persamaan 2)}$$

Suatu gelombang yang mempunyai besar nilai intensitas I_0 yang berada sejauh dx pada suatu medium yang mempunyai koefisien serap bunyi (α) maka persamaan dapat rumuskan seperti Persamaan 3 (Rohman 2022).

$$dI = -I_0 \alpha dx$$

$$\frac{dI}{I_0} = -\alpha dx$$

$$\int \frac{dI}{I_0} = \int -\alpha dx$$

$$\ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = \int -\alpha dx$$

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\alpha x}$$

$$I = I_0 e^{-\alpha x} \quad \text{(Persamaan 3)}$$

Koefisien serap bunyi bernilai satu (1) apabila seluruh energi bunyi yang datang pada bidang tertentu diserap semua. Koefisien serap bunyi bernilai nol (0) apabila energi bunyi yang datang pada bidang tertentu dipantulkan semua (Risandi and Elvaswer 2017). Oleh karena itu, tingkat serapan bunyi melalui media akustik dapat diukur dengan menggunakan koefisien serap bunyi (α). Perumusan nilai koefisien serap bunyi dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 4.

$$I = I_0 e^{-\alpha x}$$

$$\ln(I) = \ln(I_0 e^{-\alpha x})$$

$$\ln(I) = \ln(I_0) + \ln(e^{-\alpha x})$$

$$\ln(I) = \ln(I_0) + (-\alpha x)$$

$$\alpha = \frac{\ln(I_0) - \ln(I)}{x} \quad \text{(Persamaan 4)}$$

Keterangan :

I_0 = intensitas bunyi sebelum ada sampel (dB)

I = intensitas bunyi setelah ada sampel (dB)

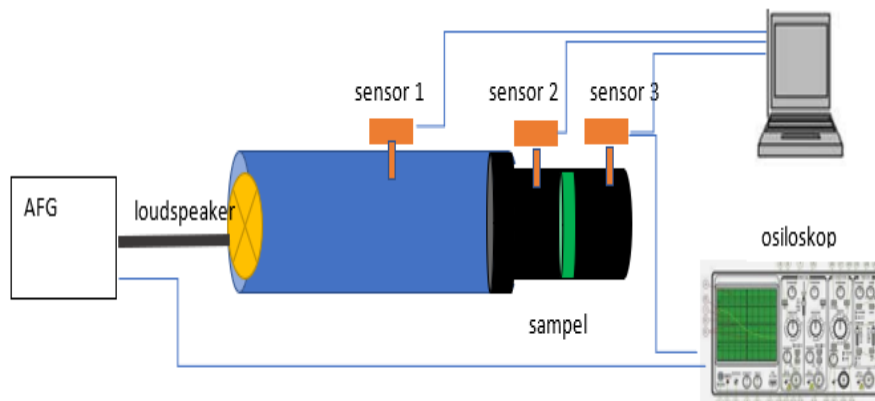
x = ketebalan sampel (cm)

α = koefisien serap bunyi (cm^{-1})

METODE PENELITIAN

Langkah penelitian adalah sebagai berikut : (1) Analisis. Tahap analisis ini meliputi studi literatur, survey lapangan, menganalisis data-data kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian. Selain itu, pada tahap ini adalah persiapan alat dan bahan, persiapan bahan uji (sampel). (2) Desain produk (perancangan alat). Rancangan alat ukur serap bunyi dengan menggunakan tabung impedansi dan sensor suara adalah sebagai berikut : tabung impedansi dibuat dari bahan material pipa PVC dengan menggunakan 2 buah pipa PVC yang memiliki diameter yang berbeda. Tabung impedansi dilengkapi dengan 3 buah sensor suara yang berfungsi sebagai mikrofon. Sensor suara 2 buah diletakkan di ruang depan sampel dan 1 buah sensor suara di ruang belakang sampel. Loudspeaker terhubung dengan pembangkit sinyal (AFG) yang berfungsi sebagai sumber suara. Osiloskop berfungsi sebagai alat untuk mengamati gelombang bunyi yang keluar dan mengukur frekuensi gelombang. Pengolahan data menggunakan program IDE (Integrated Development Environment) dan pengolahan data dibantu oleh program microsoft excel. (3) Pembuatan produk. Pembuatan produk diawali dengan pembuatan tabung impedansi menggunakan pipa PVC dengan cara memotong pipa diameter 10cm dengan panjang 20cm dan memotong pipa diameter 8.8cm dengan panjang 50cm.

Pipa diameter 10cm dan diameter 8.8cm dihubungkan dengan sambungan pipa. Sampel ditempatkan ditengah pipa diameter 8.8cm yang terletak 15cm didepan sambungan dengan pipa diameter 8.8cm. Pipa diameter 10cm dilubangi untuk menempatkan sensor 1. Pipa diameter y dilubangi untuk menempatkan sensor 2 dan sensor 3. Sensor 1 diletakkan 10cm dari sumber suara. Sensor 2 diletakkan 5cm dekat dengan sampel dan sensor 3 diletakkan 5cm dibelakang sampel. Sensor suara digunakan untuk mengukur parameter fisis berupa intensitas bunyi yang dengan satuan desibel (dB). Tabung impedansi dihubungkan ke arduino uno yang telah dilengkapi program sensor suara menggunakan kabel USB sehingga diperoleh hasil pengukuran dari sensor yang akan ditampilkan oleh LCD. Pengujian pada penelitian ini meliputi : (1) Pengujian sensor suara. Pengujian sensor suara dilakukan dengan membandingkan hasil keluaran sensor suara yang dihasilkan sebelum ada sampel dan setelah ada sampel. (2) Pengujian frekuensi. Pengujian frekuensi dilakukan dengan membandingkan hasil frekuensi yang dihasilkan sebelum ada sampel dan setelah ada sampel. (3) Kalibrasi tabung impedansi. Kalibrasi tabung impedansi dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran sensor suara dengan hasil pengukuran SLM. Setelah diperoleh hasil kalibrasi selanjutnya tabung impedansi siap digunakan untuk menguji keakurasian nilai koefisien serap bunyi.



Gambar 2. Rancangan alat ukur serap bunyi menggunakan tabung impedansi dan sensor suara

Metode perhitungan untuk mencari nilai error, nilai rata-rata dan mencari nilai standar deviasi untuk mencari nilai error pada tahap ini data yang diperhitungkan dilakukan dengan membandingkan dengan alat ukur standar dari pabrikan yaitu dengan mencari nilai error dari hasil perhitungan dengan persamaan berikut (Faradiba 2020).

$$Error (\%) = \frac{P_{manual} - P_{alat}}{P_{manual}} \times 100\%$$

Setelah didapat nilai error, selanjutnya mencari nilai rata-rata dari error yang didapatkan masing-masing dengan persamaan berikut.

$$Rata - rata(\%) = \frac{\sum Error}{N} \times 100\%$$

Selanjutnya nilai rata-rata error digunakan untuk mencari nilai standar deviasi. Standar deviasi merupakan simpangan baku yang dihitung dari akar kuadrat dari varias dengan menentukan simpangan titik data relatif pengukuran dengan persamaan (Faradiba 2020) :

$$\sigma = \frac{\sqrt{\sum (xi - \mu)^2}}{N - 1}$$

Keterangan :

σ = deviasi standar

xi = nilai tengah

μ = nilai rata-rata

N = jumlah data

Alat dan Bahan

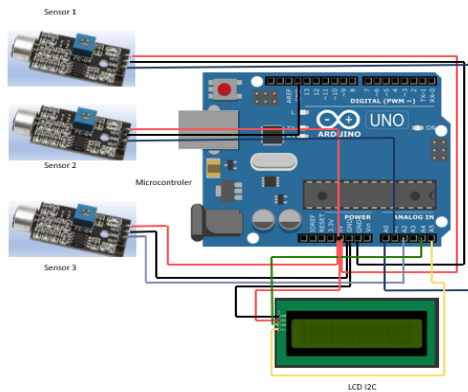
Penelitian ini dilakukan di laboratorium elektronika dasar kampus 2 Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Waktu yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah bulan Mei s.d bulan November 2023. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain: Pipa PVC yang digunakan sebagai tabung impedansi, Sensor KY-037 yang berfungsi menangkap gelombang suara, Modul arduino uno, LCD 16x2, Modul LCD 12C, Audio Frekuensi Generator (AFG), Sound Level Meter (SLM), Osiloskop digital 100MHz, Program IDE untuk mengolah sinyal, Alat pendukung : tang, gergaji, solder, obeng, timah, bor listrik, multimeter digital.



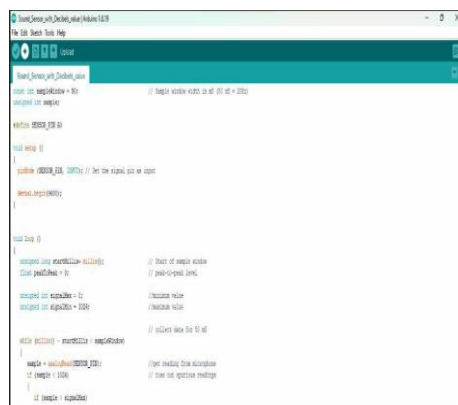
Gambar 3. Rangkaian Alat Ukur Koefisien Serap Bunyi dengan Tabung Impedansi dan Sensor Suara KY-037

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan alat ukur koefisien serap bunyi dengan menggunakan tabung impedansi diawali dengan menguji sensor suara dan arduino uno dengan aplikasi program IDE.



Gambar 4. Skema Rangkaian Sensor Suara

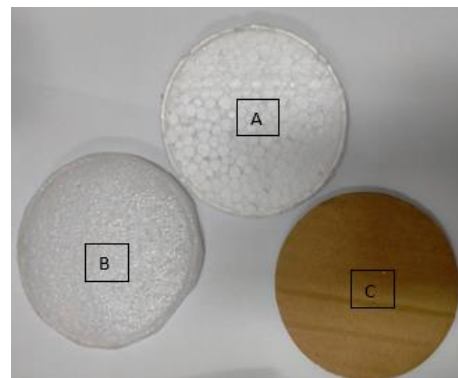


Gambar 5. Program IDE

Sampel dibuat dengan menggunakan 3 jenis bahan yaitu styrofoam, gabus dan kardus dengan diameter sebesar 10cm. Sampel styrofoam memiliki ketebalan sebesar 1cm. sampel gabus memiliki ketebalan 0.8cm dan sampel kardus memiliki ketebalan 0.4cm.

Perancangan alat ukur koefisien serap bunyi yang dibuat dengan metode tabung impedansi dan menggunakan sensor suara KY-03. Tahapan

perancangan alat ukur adalah sebagai berikut: tahap pertama yaitu membuat tabung impedansi yang dibuat dari bahan material pipa PVC dengan menggunakan 2 buah pipa PVC yang memiliki diameter yang berbeda. Tabung impedansi dilengkapi dengan 3 buah sensor suara yang berfungsi sebagai mikrofon. Sensor suara 2 buah diletakkan diruang depan sampel dan 1 buah sensor suara diruang belakang sampel. Loudspeaker terhubung dengan pembangkit sinyal (AFG) yang berfungsi sebagai sumber suara. Osiloskop berfungsi sebagai alat untuk mengamati gelombang bunyi yang keluar dan mengukur frekuensi gelombang. Pengolahan data software menggunakan program IDE (Integrated Development Environment) dan pengolahan data hasil pengukuran menggunakan program microsoft excel.



Gambar 6. Sampel Pengujian Koefisien Serap Bunyi Variasi Jenis Bahan.

A. Sampel bahan styrofoam, B. Sampel bahan gabus, C. Sampel bahan kardus)

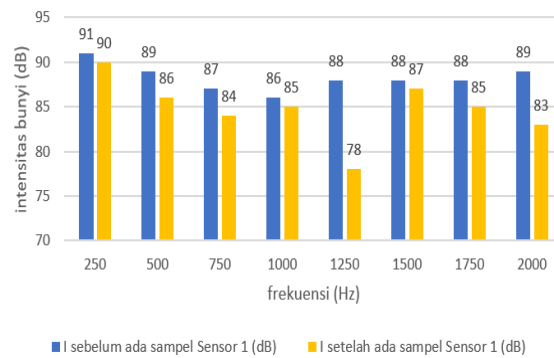
Setelah alat ukur koefisiensi serap bunyi selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian. Ada empat tahapan pengujian dalam penelitian ini yaitu pengujian sensor suara, pengujian frekuensi dan pengujian kalibrasi serta pengujian koefisien serap bunyi. Tahapan pengujian yang pertama yaitu pengujian sensor suara. Tahapan pengujian sensor suara dilakukan dengan membandingkan keluaran

sensor suara sebelum ada sampel dan sensor suara setelah ada sampel. Hasil pengukuran sensor 1 berfungsi dengan baik ditunjukkan dengan adanya perubahan intensitas bunyi yang dihasilkan sebelum dan setelah diberikan sampel. Nilai intensitas bunyi menurun setelah diberi sampel. Penurunan paling signifikan terlihat pada frekuensi 1250 Hz yaitu dari nilai 88 dB menjadi 78 dB. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7.

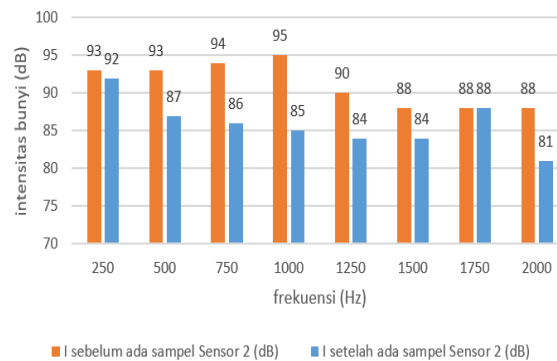
Hasil pengukuran sensor 2 berfungsi dengan baik ditunjukkan dengan adanya perubahan intensitas bunyi yang dihasilkan sebelum dan setelah diberikan sampel. Nilai intensitas bunyi menurun setelah diberi sampel.

Penurunan paling signifikan terlihat pada frekuensi 1 KHz yaitu dari nilai 95 dB menjadi 85 dB. Namun pada frekuensi 1750 Hz tidak terjadi perubahan intensitas bunyi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8.

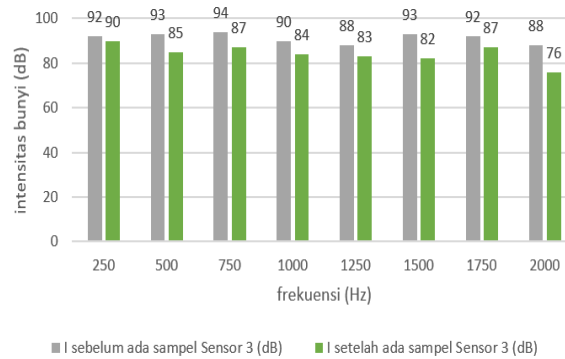
Hasil pengukuran sensor 3 berfungsi dengan baik ditunjukkan dengan adanya perubahan intensitas bunyi yang dihasilkan sebelum dan setelah diberikan sampel. Nilai intensitas bunyi menurun setelah diberi sampel. Penurunan paling signifikan terlihat pada frekuensi 2KHz yaitu dari nilai 88 dB menjadi 76 dB. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 7. Grafik Intensitas Bunyi Sebelum Ada Sampel dan Intensitas Bunyi Setelah Ada Sampel Pada Sensor 1.



Gambar 8. Grafik Intensitas Bunyi Sebelum Ada Sampel dan Intensitas Bunyi Setelah Ada Sampel Pada Sensor 2.



Gambar 9. Grafik Intensitas Bunyi Sebelum Ada Sampel dan Intensitas Bunyi Setelah Ada Sampel Pada Sensor 3.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Nilai Error

Keterangan	%		
	Sensor 1 (dB)	Sensor 2 (dB)	Sensor 3 (dB)
Nilai error (%)	22.22	26.67	26.67
Rata-rata nilai error (%)	22.04	26.45	26.45
Standar deviasi	0.52	0.52	0.52

Tahapan pengujian kedua yaitu pengujian frekuensi dari sumber sinyal melalui tabung impedansi. Pengujian dilakukan dengan mengukur koefisien serapan pada frekuensi tertentu dengan sebuah sampel. Pengujian ini untuk mengetahui apakah tabung impedansi dapat menerima atau melemahkan frekuensi dalam rentang frekuensi tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada frekuensi 250-2KHz tidak adanya pelemahan frekuensi yang dihasilkan oleh tabung impedansi.

Tahapan pengujian ketiga yaitu pengujian kalibrasi alat ukur serap bunyi yang dibuat. Pengujian kalibrasi alat ukur serap bunyi bertujuan untuk melihat bagaimana hasil pengukuran koefisien serap bunyi dengan menggunakan alat ukur yang dibuat dibandingkan dengan hasil pengukuran koefisien serap bunyi dari alat yang sudah terstandar dalam hal ini menggunakan SLM yang dibuat oleh pabrikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat tingkat error sebesar 22.22% pada sensor 1 dan pada sensor 2 dan sensor 3 sebesar 26.67%. Hasil pengukuran tingkat error dapat dilihat pada Tabel 4.4. Besarnya nilai error pada

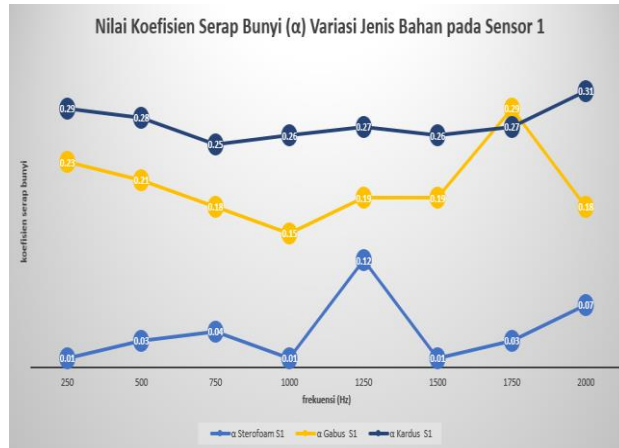
penelitian ini dapat disebabkan oleh faktor sensitifitas sensor KY-037 yang digunakan, faktor bahan yang digunakan dalam pembuatan tabung impedansi dan adanya lubang pada tempat sensor sehingga bunyi dapat menyebar ke luar tabung. Ketelitian alat sebesar 77.88% dapat dikatakan masih kurang valid sehingga alat ukur koefisien serap bunyi dengan menggunakan tabung impedansi dan sensor suara KY-037 belum dapat dikatakan sebagai alat ukur koefisien serap bunyi. Suatu alat ukur dikatakan valid memiliki ketelitian lebih dari 90% atau memiliki toleransi error maksimum sebesar 10%.

Tahapan selanjutnya adalah pengujian koefisien serap bunyi dengan frekuensi sumber bunyi rentang antara 250-2KHz. Pengujian koefisien serap bunyi pada penelitian ini menggunakan 2 variasi sampel yaitu variasi jenis bahan dan variasi ketebalan sampel.

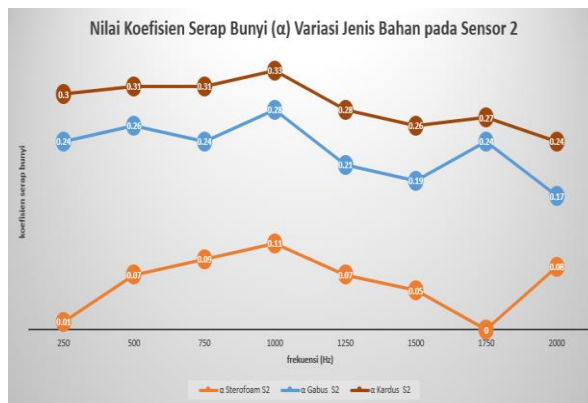
Hasil penelitian pada pengujian koefisien serap bunyi menggunakan variasi jenis bahan yaitu sterofoam, gabus dan kardus yang terbaca pada sensor 1 menunjukkan nilai koefisien serap bunyi terbesar terjadi pada

frekuensi 2KHz oleh sampel kardus dengan nilai koefisien serap bunyi sebesar 0.31 cm⁻¹ sedangkan nilai koefisien serap bunyi terkecil pada

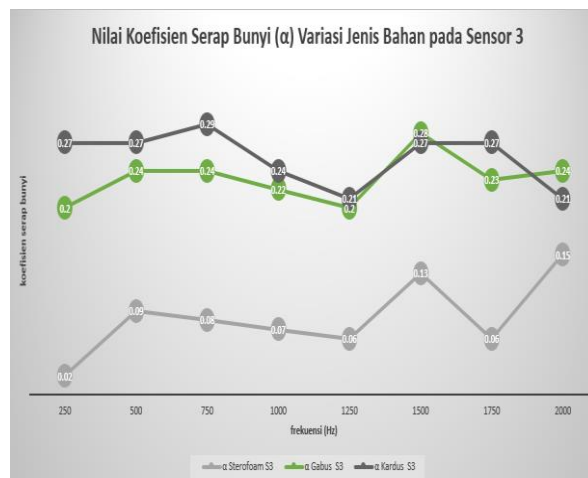
frekuensi 250Hz, 1KHz, dan 1,5KHz oleh sampel sterfoam sebesar 0.01 cm⁻¹. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Nilai Koefisien Serap Bunyi Variasi Jenis Bahan pada Sensor 1



Gambar 11. Grafik Nilai Koefisien Serap Bunyi Variasi Jenis Bahan Pada Sensor 2



Gambar 11. Grafik Nilai Koefisien Serap Bunyi Variasi Jenis Bahan pada Sensor 3

Sensor 2 menunjukkan nilai koefisien serap bunyi terbesar terjadi pada frekuensi 1KHz oleh sampel kardus dengan nilai koefisien serap bunyi sebesar 0.33 cm^{-1} sedangkan nilai koefisien serap bunyi terkecil pada frekuensi 1750Hz oleh sampel sterofom sebesar 0 cm^{-1} artinya tidak terjadi penyerapan bunyi atau bunyi seluruhnya dipantulkan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 11.

Sensor 3 menunjukkan nilai koefisien serap bunyi terbesar terjadi pada frekuensi 750Hz oleh sampel kardus dengan nilai koefisien serap bunyi sebesar 0.29 cm^{-1} sedangkan nilai koefisien serap bunyi terkecil pada frekuensi 250Hz oleh sampel sterofom sebesar 0.01 cm^{-1} . Hal ini dapat dilihat pada Gambar 12.

Dari hasil pembacaan ketiga sensor tersebut, dapat disimpulkan bahwa sampel bahan kardus dapat menyerap bunyi lebih besar dibandingkan 2 bahan lain yaitu sterofom dan gabus. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Frando Heremba dkk dengan judul "Koefisien Absorpsi Bunyi Menggunakan Kardus Yang Didesain Seperti Ventilasi yaitu bahan sampel kardus dapat menyerap maksimum sebanyak 25% pada frekuensi 1000 Hz, sedangkan pada frekuensi 250 Hz sampai 500 Hz kardus kurang bagus sebagai bahan absorpsi karena penyerapannya hanya 1,4% sampai 6%". Penelitian yang dilakukan oleh Fitri Alvionita tahun 2023 dengan judul "Pemanfaatan Bahan Kardus Sebagai Material Penyerap Suara hasil koefisien serap bahan dari limbah kardus adalah 0,57 dengan intensitas bunyi 90 dB dan variasi frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, dan 4 KHz". Hal tersebut terjadi karena material akustik yang terbuat dari bahan kardus memiliki nilai kerapatan dan kepadatan yang cukup besar yang

dilihat dari intensitas bunyi akhir yang dihasilkan juga semakin rendah sehingga menghasilkan nilai koefisien serap yang tinggi. Selain itu, nilai koefisien serap bunyi yang terbaca pada sensor 1, sensor 2 dan sensor 3 menunjukkan nilai terbesar koefisien serap bunyi pada pembacaan sensor 2. Hal ini disebabkan karena sensor 2 berada pada jarak yang sangat dekat dengan sampel.

SIMPULAN

Alat ukur koefisien serap bunyi dalam skala laboratorium dengan menggunakan tabung impedansi dan sensor suara KY-037 berhasil dibuat dengan baik dan dapat digunakan dalam pengukuran pada rentang frekuensi 250-2KHz. Alat ukur koefisien serap bunyi dalam skala laboratorium dengan menggunakan tabung impedansi dan sensor suara KY-037 memiliki ketelitian alat sebesar 77.88%. Hasil pengukuran koefisien serap bunyi dalam skala laboratorium dengan menggunakan tabung impedansi dan sensor suara KY-037 diperoleh hasil sampel bahan kardus dapat menyerap bunyi lebih besar dibandingkan 2 bahan lain yaitu sterofom dan gabus.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai oleh anggaran BOPTN tahun 2023. Terimakasih kami ucapkan kepada LP2M UIN Walisongo Semarang dan reviewer yang sudah membimbing selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Muchammad Akhirul. 2017. "Evaluasi Dan Optimasi Waktu Dengung Ruang Pada Ruang Dengung (Reverberation Chamber) Departemen Fisika Institut Teknologi Sepuluh

- Nopember Surabaya.” Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Alim, Fajar Wahid, and Mitraryana. 2013. “Rancang Bangun Alat Ukur Koefisien Serapan Akustik.” *Jurnal Fisika Indonesia* XVII:26–30.
- Evi Indrawati, and M. Tirono. 2009. “Koefisien Penyerapan Bunyi Bahan Akustik Dari Pelepeh Pisang Dengan Kerapatan Yang Berbeda.” *Jurnal Neutrino* 2(1):31–39.
- Faradiba. 2020. *Buku Materi Pembelajaran Metode Pengukuran Fisika*. edited by Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA JAKARTA.
- Khumaeni, Ahmad Aminudin, Judhistira Arya Utama. 2019. “Rancang Bangun Alat Ukur Koefisien Penyerapan Suara Bahan Peredam Suara Mobil Dengan Metode Impedansi Akustik.” *Prosiding Seminar Nasional Fisika 5.0* 339–46.
- Khusnul Khotimah, Susilawati, Harry Soeprianto. 2015. “Sifat Penyerapan Bunyi Pada Komposit Serat Batang Pisang (SBP) – Polyester.” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)* 1(1).
- Muhammad Munir, dkk. 2015. “Pemanfaatan Fluk Pada Styrofoam Sebagai Bahan Dasar Peredam Suara Dengan Metode Tabung Impedansi.” *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia* 04(03):41–47.
- Risandi, Azri, and Elvaswer Elvaswer. 2017. “Koefisien Absorpsi Bunyi Dan Impedansi Akustik Dari Panel Serat Kulit Jeruk Dengan Menggunakan Metode Tabung.” *Jurnal Fisika Unand* 6(4):331–35. doi: 10.25077/jfu.6.4.331-335.2017.
- Rohman, dkk. 2022. “Aplikasi Styrofoam Sebagai Absorpsi Bunyi.” *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika* 10(1):1–10. doi: 10.23960/jtaf.v10i1.2817.
- Sani, Rino Arwanda dan Ridwan Abdullah. 2020. “EINSTEIN (e-Journal).” *EINSTEIN (e-Journal) Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika* 21–24.
- Sidiq, Muhammad Afsholikhus. 2022. “Rancang Bangun Alat Uji Koefisien Serap Bunyi Menggunakan Mikrokontroler Arduino Mega 2560.” UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG.
- Widyastuti, and Nugroho Noto Susanto. 2021. “Pengembangan Perangkat Praktikum Materi Gerak Parabola Pada Mata Kuliah Praktikum Fisika Dasar 1.” *Integrated Lab Journal* 9(2).