



Rancang bangun alat ukur koefisien penyerapan suara bahan peredam suara mobil dengan metode impedansi akustik

Khumaeni*, Ahmad Aminudin, Judhistira Arya. Utama.

Program Studi Fisika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudi No.229. Kota Bandung

*e-mail: Khumaeni7@gmail.com

Abstrak

Kebisingan merupakan suatu hal yang tidak diinginkan dalam kehidupan sehari-hari yang salah satu penyebabnya adalah mobil. Peningkatan jumlah mobil juga menyebabkan meningkatnya polusi suara. Salah satu solusi untuk mengurangi kebisingan yang disebabkan oleh mobil adalah dengan cara menggunakan bahan peredam suara terutama pada Kap mesin. Telah banyak dilakukan Penelitian tentang material akustik namun penelitian kali ini bertujuan untuk membuat alat pengukur kemampuan adsorpsi akustik bahan peredam suara mobil, berupa tabung impedansi. Bahan yang diuji adalah material glasswool dan rockwool, dengan melakukan pengambilan data untuk rentang frekuensi 300 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 1000 Hz & 2000 Hz serta variasi ketebalan bahan 1 cm, 2,5 cm dan 5 cm. Ditunjukkan hasil bahwa untuk ketebalan tertentu dan frekuensi tertentu dua bahan tersebut memiliki kemampuan penyerapan suara yang baik. Semoga dengan penelitian ini pengguna mobil makin sadar untuk menggunakan peredam suara pada mobilnya

Kata kunci : absorpsi, akustik, glasswool, rockwool.

1. Pendahuluan

a. Latar belakang

Bunyi merupakan fenomena yang tidak bisa lepas dari hidup manusia sehari-hari, salah satu sumber bunyi yang sering ditemui terutama di jalan adalah bunyi yang berasal dari kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat. Mesin bergerak dengan energy yang dihasilkan dari peristiwa pembakaran bahan bakar baik bahan bakar minyak maupun elektrik, selain menghasilkan gerak yang dapat dimanfaatkan manusia dalam memudahkan hidup. Mesin juga menimbulkan suara yang dalam skala tertentu dapat menyebabkan gangguan pada manusia sendiri. Gangguan pendengaran disebut juga trauma akustik disebabkan oleh suara yang keras atau bising yang terus menerus dalam waktu panjang. Suara bising juga dapat menimbulkan efek psikologis, misalnya perasaan tertekan dan jenuh. Selain itu kebisingan juga merupakan polusi udara yang dapat menyebabkan gangguan komunikasi antar manusia.

Saat ini jumlah kendaraan bermotor mulai dari roda dua hingga roda empat

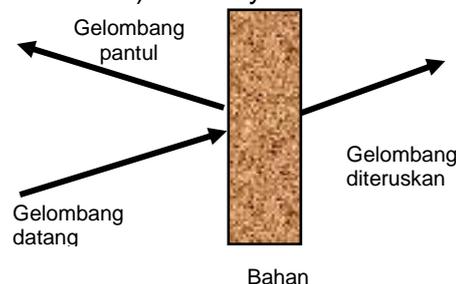
mengalami peningkatan jumlah yang pesat, pada tahun 2017 Badan Pusat Statistik (BPS) mendata bahwa di tahun 2016 terdapat 23,6 juta kendaraan mobil, dan tiap tahun dapat kita lihat bahwa jumlah kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat semakin meningkat jumlahnya. Hal tersebut dapat berdampak meningkatnya polusi suara di jalan. Kebisingan merupakan suatu fenomena yang tidak diinginkan dan dapat mengganggu aktivitas sehari-hari.

Peredam suara merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan sebagai media untuk meredam bunyi yang digunakan dalam berbagai bidang dalam kehidupan, seperti peredam suara untuk bangunan ketika hujan, peredam bunyi dalam ruangan untuk ruangan karaoke, peredam bunyi pada mesin kendaraan, dan lain sebagainya. Peredam suara digunakan agar suara yang dihasilkan sumber bunyi tidak terlalu mengganggu sehingga dapat membuat pendengar menjadi lebih nyaman. Dalam kendaraan mobil bunyi atau suara dihasilkan dari ruang mesin. Namun sejauh ini penulis masih belum mengetahui seberapa efektifkah peredam suara yang sudah ada dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan seberapa koefisien yang

dapat diserap oleh bahan tersebut. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk mengukur dan mengetahui karakteristik kemampuan redam bahan dalam kehidupan sehari-hari seperti dengan menggunakan material berongga PVC, komposit daun jati, Styrofoam, kertas duplex dan bahan-bahan lainnya. Atas dasar masalah tersebut maka penting untuk meneliti karakteristik peredaman bahan yang berfungsi sebagai penghalang / *barrier* untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan kadar suara mesin kendaraan khususnya mobil.

b. Landasan teori

Gelombang adalah fenomena perpindahan energi dan momentum dari satu titik di dalam ruang ke titik lain tanpa perpindahan materi. (Tipler, 1998). Gelombang dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik. Pada gelombang mekanik terdapat gelombang transversal dan longitudinal. Dalam satu gelombang terdapat satu lembah dan satu bukit (gelombang transversal). Bunyi



Gambar 1. Skema gelombang suara ketika mengenai bahan

Skema di atas merupakan skema gelombang suara apabila mengenai sebuah bahan atau material, terdapat dua kondisi gelombang ketika mengenai suatu material atau bahan yaitu mengalami refleksi dan transmisi.

Fungsi gelombang datang dapat dituliskan:

$$\psi_d(\vec{r}, t) = A_d e^{i(k_d \cdot r - \omega t)} \quad (2)$$

Untuk gelombang pantul dan gelombang yang diteruskan:

$$\psi_p(\vec{r}, t) = A_p e^{i(k_p \cdot r - \omega t)} \quad (3)$$

$$\psi_t(\vec{r}, t) = A_t e^{i(k_t \cdot r - \omega t)} \quad (4)$$

Untuk memperoleh koefisien refleksi dapat diketahui dengan persamaan:

merupakan gelombang longitudinal yang terjadi karena perapatan dan peregangan dalam medium gas, cair, atau padat. Gelombang bunyi ini dihasilkan dari sebuah benda yang bergetar atau digetarkan sehingga menyebabkan gangguan kerapatan medium.

Persamaan umum gelombang:

$$\psi(x, t) = A \sin kx \quad (1)$$

Dengan (x, t) : persamaan gelombang

A : amplitude gelombang (m)

k : bilangan gelombang

1.1 Karakteristik Gelombang ketika mengenai permukaan bahan.

Suara secara fisis merupakan penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium akustik seperti udara. Selain itu juga suara dapat mengalami peristiwa pemantulan, penyerapan, dan penerusan ketika bertemu dengan sebuah permukaan zat.

$$r = \frac{A_p}{A_d} \quad (5)$$

Dengan r: koefisien refleksi (pantul)

A_p : amplitude gelombang pantul

A_d : amplitude gelombang datang

Sedangkan untuk memperoleh koefisien transmisi dari gelombang dapat diperoleh dengan persamaan:

$$t = \frac{A_t}{A_d} \quad (6)$$

Dengan t: koefisien transmisi

A_t : amplitude gelombang transmisi

A_d : amplitude gelombang datang

Hubungan antara koefisien refleksi dan transmisi adalah:

$$1+r=t \quad (7)$$

Untuk memperoleh nilai koefisien pada percobaan ini digunakan metode *standing wave* yang menggunakan satu mikrofon pada posisi tengah tabung. Untuk memperoleh koefisien penyerapan (α) dapat dihasilkan dari persamaan:

$$\alpha=1-|r|^2 \quad (8)$$

Dengan α : koefisien penyerapan bahan

r : koefisien refleksi (pemantulan)

c. Tabung Impedansi

Impedansi akustik merupakan definisi dari sebuah kemampuan dari sebuah bahan untuk melewatkan gelombang bunyi. Tabung impedansi (gambar.2) merupakan salah satu metode pengukuran akustik yang digunakan salah satunya untuk pengukuran karakteristik akustik suatu bahan atau material seperti kemampuan menyerap suara, memantulkan, dan mentransmisikan gelombang suara dari sebuah bahan.



Gambar 2. Tabung impedansi

d. Osiloskop

Osiloskop merupakan alat ukur elektronik yang dapat memetakan atau memproyeksikan sinyal listrik dan frekuensi menjadi gambar grafik agar dapat dibaca dan mudah dipelajari. Dengan menggunakan Osiloskop, kita dapat

mengamati dan menganalisa bentuk gelombang dari sinyal listrik atau frekuensi dalam suatu rangkaian Elektronika. Pada penelitian ini osiloskop digunakan untuk membaca amplitude dari gelombang suara yang akan diberikan. Bentuk osiloskop dapat dilihat pada gambar.3.



Gambar 3. Osiloskop

e. Audio Generator

Audio generator seperti pada gambar 4, adalah alat yang memiliki fungsi untuk membangkitkan sinyal ataupun gelombang listrik. Jenis gelombang listrik yang diukur

tersebut terdiri dari 3 jenis yakni bentuk segitiga, persegi dan juga sinusoida. Bergantung pada jenis audiogenerator yang digunakan dan spesifikasinya.



Gambar 4. Audio generator.

f. Bahan Peredam

Bahan peredam suara bisa berupa bahan yang menyerap, memantulkan atau

membalikkan suara ketika mengenai bahan tersebut. Selain itu juga memiliki berbagai macam jenis seperti diantaranya adalah

glasswool, Rockwool, busa atau foam, serat selulosa, dan atau bahan komposit lainnya. Komposit merupakan material yang berasal dari kombinasi dua atau lebih material yang memiliki sifat mekanik berbeda-beda, yang umumnya salah satunya sebagai pengisi (matrik) dan yang lainnya sebagai fasa penguat.

Secara teknis bahan peredam merupakan bahan yang dapat menginsulasi perpindahan suara, yang digunakan untuk mencegah gangguan yang disebabkan oleh suara.

Kualitas bahan peredam bunyi dapat diketahui dari koefisien serapnya, yang merepresentasikan kemampuan bahan untuk menyerap suara. Koefisien serap memiliki rentang 0 sampai 1, apabila nilai dihasilkan 0 maka berarti suara dipantulkan namun apabila nilai absorpsi bernilai 1 atau mendekati 1 maka suara akan diserap seluruhnya.

g. Rumusan masalah

Adapun dalam penelitian kali ini penulis membuat rumusan masalah sebagai berikut:

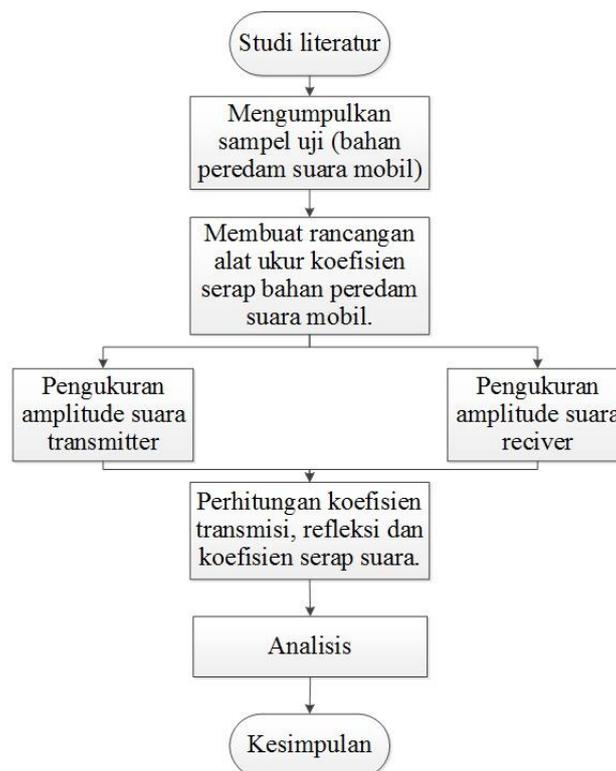
- 1.2 Bagaimana cara membuat alat ukur penyerapan suara?
- 1.3 Apakah kemampuan redaman suara pada bahan yang umum digunakan pada peredam suara mobil sudah efektif ?

h. Tujuan penelitian

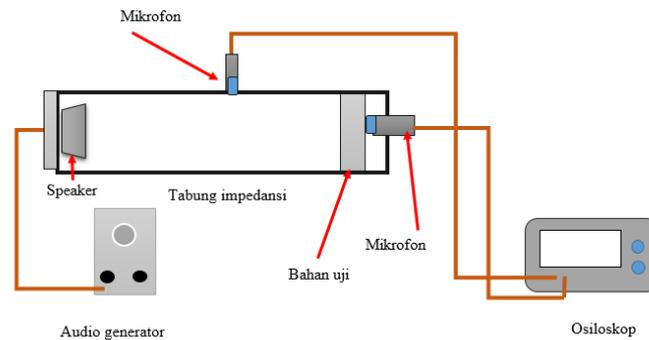
Tujuan pada penelitian ini adalah untuk membuat alat ukur koefisien serap akustik dan mengetahui kemampuan penyerapan suara pada bahan peredam suara untuk mesin mobil.

2. Metode

Pada penelitian ini tahapan-tahapan yang dilakukannya dapat di lihat pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram alir



Gambar 6. Desain alat

a. Lokasi

Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Fisika Instrumentasi gedung B Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA) Universitas Pendidikan Indonesia.

b. Metode

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental, dengan alat yang dirancang seperti pada gambar 6 eksperimen yang dilakukan yaitu pengukuran amplitudo bunyi dengan menggunakan tabung impedansi dan teori sabine tentang penyerapan suara dengan menggunakan perbandingan intensitas suara yang tidak dipantulkan dengan intensitas suara insiden. Penyerapan suara berlangsung di belakang proses disipasi dimana energi ditransmisikan ke sisi yang lain dari material dan dilanjutkan ke bagian penyerap suara. Percobaan ini akan melakukan pengukuran koefisien penyerapan suara untuk bahan dengan ketebalan yang berbeda yaitu 1 cm, 2,5 cm, dan 5 cm. Masing-masing untuk bahan yang berbeda yaitu *Glasswool* dan *Rockwool*. Dengan memberikan pada setiap sampel frekuensi yang sama dengan besar variasi

300 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz. Dengan panjang tabung 60 cm dan diameter 8,7 cm.

Pengukuran dilakukan dengan mengukur amplitude gelombang datang dan amplitude yang ditangkap oleh mikropon yang terletak tepat dibelakang material uji, kemudian dihitung koefisien transmisi dan dicari koefisien refleksi sehingga kemudian dengan persamaan (8) dapat diperoleh harga koefisien penyerapan suara bahan pada ketebalan tertentu dan frekuensi tertentu.

3. Hasil dan pembahasan

a. Hasil pengukuran Nilai Amplitudo gelombang sebelum dan sesudah melewati bahan.

Berdasarkan hasil percobaan pengukuran amplitudo gelombang yang dilakukan dengan memberikan variasi ketebalan bahan dan frekuensi yang digunakan, diperoleh hasil nilai amplitudo sebelum dan sesudah melewati bahan seperti terdapat pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Amplitude uji bahan *Glasswool*

f	Amplitudo terusan			Amplitudo datang		
	1 cm	2,5 cm	5 cm	1 cm	2,5 cm	5 cm
300	0,00225	0,0015	0,00125	0,095	0,07	0,06
400	0,005	0,004	0,0045	0,02	0,02	0,018
500	0,006	0,00575	0,0055	0,015	0,014	0,016
1000	0,005	0,0055	0,004	0,011	0,004	0,0085
2000	0,01	0,008	0,00975	0,021	0,01	0,0075

Tabel 2. Amplitude uji bahan *Rockwool*

f	Amplitudo terusan			Amplitudo datang		
	1 cm	2,5 cm	5 cm	1 cm	2,5 cm	5 cm
300	0,003	0,002	0,0025	0,13	0,085	0,06
400	0,009	0,0085	0,009	0,046	0,046	0,05
500	0,014	0,009	0,005	0,04	0,022	0,018
1000	0,011	0,007	0,0095	0,018	0,0075	0,013
2000	0,014	0,021	0,016	0,04	0,034	0,001

b. Nilai koefisien serap

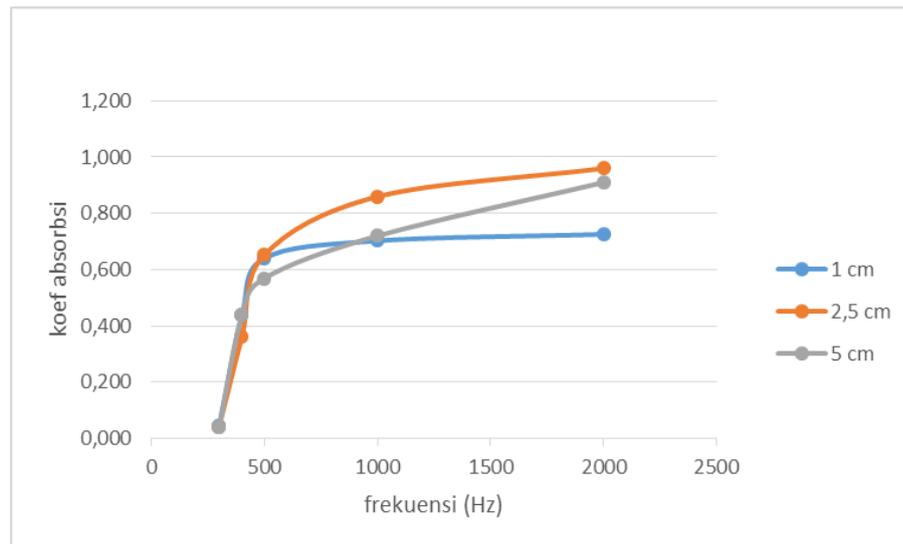
Pada pengujian perdam suara dengan bahan glasswool dengan ketebalan berbeda-beda yaitu 1 cm, 2,5 cm, dan 5 cm dengan diameter 8 cm. menghasilkan grafik 1 yang menunjukkan bahwa pada frekuensi 300 Hz untuk setiap ketebalan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda dan terus mengalami peningkatan seiring meningkatnya frekuensi. Untuk penyerapan glasswool paling baik ditunjukkan pada bahan dengan ketebalan 2,5 cm pada frekuensi 2000 Hz, sedangkan paling rendah ditunjukkan oleh bahan dengan ketebalan 5 cm pada frekuensi 300 Hz. Dari grafik dapat difahami bahwa gradient menunjukan tingkat koefisien yang bertambah besar seiring bertambahnya frekuensi, hal ini dapat terjadi karena semakin besar frekuensi yang diberikan pada bahan maka akan semakin besar energy yang diserap oleh bahan ini dengan koefisien tertingginya adalah 0,96 Dan yang terendahnya adalah 0,41. Dan pada gambar.7 grafik dari Bahan glasswool ini dapat diamati bahwa pada rentang >300 Hz – 2000 Hz dengan ketebalan yang berbeda untuk setiap sampel menunjukan kemampuan serap yang baik. Pada

frekuensi 400 Hz nilai koefisien serap bunyinya adalah 0,36. Hal ini karena bahan peredam suara yang baik memiliki koefisien penyerapan dengan nilai minimum 0,15.

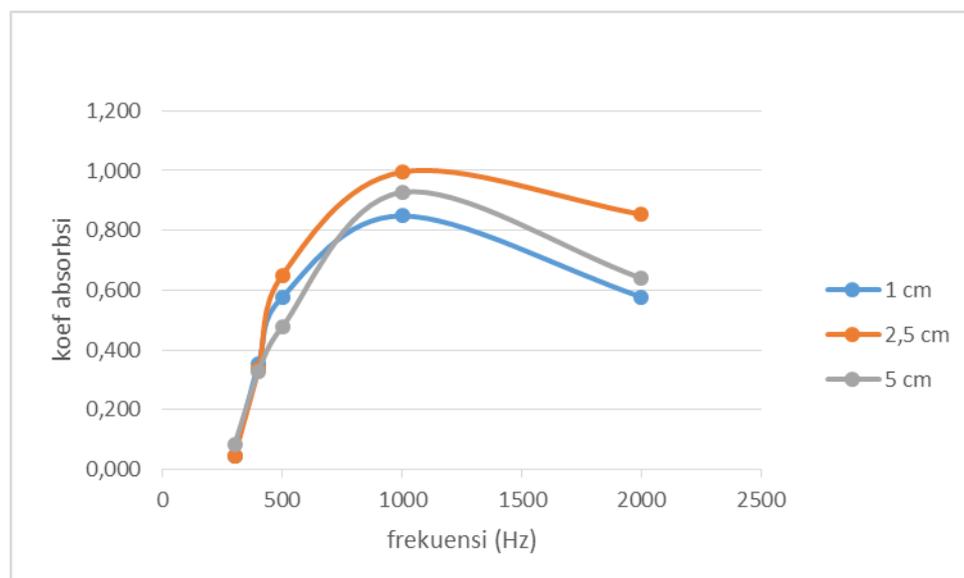
Pada bahan perdam suara rockwool yang ditunjukkan gambar.8 menunjukkan grafik yang cenderung linear hingga pada batas maksimum di frekuensi 1000 Hz namun pada frekuensi 2000 Hz koefisien serap dari bahan Rockwool ini mengalami penurunan koefisien penyerapannya kembali menurun secara keseluruhan untuk setiap ketebalan, hal ini berarti bahan rockwool ini memiliki kemampuan penyerapan suara yang baik pada rentang frekuensi >300Hz – 1000 Hz dan berkurang pada frekuensi yang lebih dari 1000 Hz pada percobaan ini . Pada bahan Rockwool ini dari hasil eksperimen menunjukkan koefisien absorpsi tertinggi diperoleh pada bahan dengan ketebalan 2,5 cm pada frekuensi 1000 Hz yaitu sebesar 0,996. Dan koefisien terendah ditunjukan pada bahan dengan ketebalan 1 cm pada frekuensi 300 Hz yaitu 0,046. Semakin besar nilai koefisien serap yang dimiliki bahan, semakin tinggi kemampuan bahan menyerap energy dari gelombang suara.

Tabel 3. Koefisien penyerapan suara bahan uji dengan variasi ketebalan dan frekuensi

F	α Glasswool			α RockWool		
	1 cm	2,5 cm	5 cm	1 cm	2,5 cm	5 cm
300	0,047	0,042	0,041	0,046	0,047	0,082
400	0,438	0,360	0,438	0,353	0,335	0,328
500	0,640	0,653	0,569	0,578	0,651	0,478
1000	0,702	0,859	0,720	0,849	0,996	0,928
2000	0,726	0,960	0,910	0,578	0,854	0,793



Gambar 7. Grafik koefisien serap bahan glasswool terhadap frekuensi



Gambar 8. Grafik koefisien serap bahan Rockwool terhadap frekuensi

4. Simpulan

Kesimpulan dari percobaan ini adalah bahan peredam yang umum digunakan seperti *Glasswool* dan *Rockwool* merupakan material yang baik dalam menyerap suara pada frekuensi tertentu dan memiliki karakter yang berbeda. Semua bahan uji percobaan kali ini memiliki kemampuan serap bunyi yang baik hingga frekuensi 2000 Hz, yaitu batas maksimal frekuensi yang digunakan pada percobaan ini.

Dari hasil penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dan menyempurnakan penelitian-penelitian yang sudah ada terkait bahan peredam yang baik dan dapat diperoleh dengan mudah dan murah.

Daftar pustaka

Astika, & Dwijana, G.K., 2016. Karakteristik serapan suara komposit polyster berpenguat serat tapis kelapa. *Jurnal*

- dinamika teknik mesin*, 6, (1).
- Bahri, S., Manik T.N., dan Suryajaya. 2016. "Pengukuran Sifat Akustik Material Dengan Metode Tabung Impedansi Berbasis Platform Arduino." *Jurnal Fisika Flux* 13: 148–54.
- Hidayat, Dody. 2005. "Meredam Bising dengan Bising." [Online]. Available: <http://www.komputasi.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1133613208>. [Accessed: 05-Mar-2019].
- Ikhsan, Khairatul, Kampus Unand, and Limau Manis. 2000. "Impedansi Akustik Dari Material Berongga, 8,(2), 64–69.
- Kencanawati, dan P. Kusuma. 2017. Akustik, Noise Dan Material Penyerap Suara. Denpasar, program studi teknik mesin Universitas Udayana Denpasar.
- Mulyadi, dkk. Tanpa Tahun. Kaji Eksperimental Panel Penyerap Suara Menggunakan Impedance Tube Kit Dua Mikrofon. *Journal of Mechanical Engineering*. 1–5.
- Prakoso, dkk. 2017. "Pembuatan Alat Impedance Tube Dan Simulasi Pengukuran Koefisien Serap Menggunakan Software MATLAB R2013A." *Positron*, 7, (1).
- Risandi, & Azri. 2017. "Koefisien Absorpsi Bunyi Dan Impedansi Akustik Dari Panel Serat Kulit Jeruk Dengan Menggunakan Metode Tabung, 6, (4), 331–35.
- Shabrina, andisa. 2018. Trauma Akustik, Gangguan Pendengaran Akibat Suara Bising dan Keras. [Online]. Available: <https://hellosehat.com/hidup-sehat/tips-sehat/apa-itu-trauma-akustik/>. [Accessed: 05-Mar-2019].
- Testing, Sound Absorption, Performance On, and T H E Composite. "Pengujian Kinerja Serapan Bunyi Pada Bahan Komposit Daun Jati Dengan Metode Tabung Impedansi." : 103–10.