



1. PENDAHULUAN

Ruang akustik merupakan bentuk dan bahan dalam suatu ruangan yang terkait dengan perubahan bunyi atau suara yang terjadi. Faktor yang mempengaruhi ruang akustik adalah waktu dengung. Waktu dengung merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sumber suara dalam suatu ruangan untuk berkurang sebesar 60 dB sesudah sumber bunyi ruangan dimatikan. Waktu dengung yang pendek menyebabkan bunyi akan segera hilang sebelum sampai pendengar, dan waktu dengung yang panjang akan menyebabkan terjadinya gaung^[1]. Gaung sering terjadi pada gedung-gedung yang ruang akustiknya tidak baik.

Gaung ini dapat diatasi dengan berbagai cara, misalnya dengan pemasangan pemantul panggung, merancang bentuk dan ukuran ruangan dan penggunaan penyerap pada dinding ruangan. Besarnya penyerapan bunyi dinyatakan dengan koefisien serap (α). Koefisien serap (α) dinyatakan dalam bilangan antara 0 dan 1. Nilai koefisien serap 0 menyatakan bahwa bunyi yang diterima akan dipantulkan sempurna dan nilai koefisien serap 1 menyatakan bahwa bunyi yang diterima akan diserap sempurna^[2].

Metode yang sering digunakan untuk menentukan koefisien serap bunyi pada bahan akustik adalah metode ruang gaung dan metode tabung impedansi. Metode tabung impedansi ini masih dibedakan menjadi beberapa cara yaitu menggunakan satu mikropon, dua mikropon dan lain-lain. Biasanya metode yang sering digunakan tersebut tidak praktis dan tidak murah. Dengan demikian, penelitian ini dilakukan untuk merancang bagaimana alat ukur koefisien serapan bunyi pada bahan menggunakan metode tabung impedansi dua mikropon dengan praktis dan murah.

Pada metode tabung impedansi dengan dua mikropon. Mikropon yang digunakan ada dua buah dengan memakai pembangkit isyarat acak dimana gelombang datang dan gelombang pantul dipisahkan untuk menghitung koefisien pantul bahan akustik yang diukur^[3]. Keuntungan dari metode ini adalah biaya relatif murah karena tabung yang digunakan kecil yaitu 1 meter.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan alat ukur koefisien serap bunyi pada bahan-bahan akustik dengan menggunakan tabung impedansi dengan dua mikropon.

Adapun batasan masalah dalam perancangan alat ukur koefisien serap bunyi pada bahan seperti sampel yang digunakan yaitu kaca, karpet, gabus, dan papan, jangkauan ukur alat yang dikehendaki sekitar 273 Hz sampai 2496,57 Hz dan metode yang dipakai adalah metode tabung impedansi dengan menggunakan dua mikropon.

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah alat ukur ini dapat digunakan untuk alat praktikum dalam percobaan di laboratorium dan dapat digunakan sebagai literatur untuk memilih bahan dalam pembuatan bangunan ruang akustik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gelombang Bunyi

Gelombang bunyi adalah gelombang mekanis longitudinal. Gelombang bunyi dapat merambat melalui benda padat, benda cair, dan gas^[4]. Jadi gelombang bunyi merupakan gelombang yang arah rambatnya searah dengan arah getarnya dan memerlukan medium sebagai perambatnya. Tidak semua frekuensi gelombang bunyi dapat didengar manusia. Telinga manusia hanya peka terhadap gelombang dalam jangkauan frekuensi tertentu yaitu sekitar 20 Hz - 20.000 Hz, yang dinamakan jangkauan yang dapat didengar (audible range/audiosonik)^[5]. Sedangkan untuk gelombang bunyi yang jangkauan frekuensinya kurang dari 20 Hz disebut infrasonik. Dan untuk gelombang bunyi yang jangkauan frekuensinya lebih dari 20.000 Hz disebut ultrasonik.

2.2 Perambatan Gelombang dalam Pipa

Suatu gelombang bunyi yang merambat pada pipa dengan panjang gelombang lebih besar dari jari-jari pipa, maka akan terbentuk muka gelombang bidang. Jika salah satu ujung pipa tertutup, maka saat gelombang bunyi sampai ke penutup, gelombang bunyi tersebut akan dipantulkan.

Jika di dalam sebuah tabung terjadi perambatan gelombang ke arah sumbu x positif, maka perbandingan antara tekanan akustik dengan kecepatan partikel

menghasilkan impedansi karakteristik $\rho_0 c$ pada medium dan impedansi akustik pada sembarang luas penampang pipa S adalah,

$$Z = \frac{p}{U} = \frac{1}{S} \frac{p}{u} = \frac{\rho_0 c}{S} \quad (1)$$

Dengan Z adalah impedansi akustik, p adalah tekanan akustik, U adalah kecepatan volume, u adalah kecepatan partikel, S adalah luas penampang pipa, dan ρ_0 adalah kerapatan massa medium pada keadaan kesetimbangan.

Pada posisi tertentu dimana x bernilai 0 terjadi perubahan impedansi akustik dari $\frac{\rho_0 c}{S}$ menjadi Z_0 , dimana Z_0 adalah impedansi pada posisi x adalah 0. Jika gelombang merambat ke sumbu x positif, maka secara matematis persamaan gelombang datang dapat dituliskan sebagai berikut

$$p_i = Ae^{j(\omega t - kx)} \quad (2)$$

dan persamaan gelombang pantul yang merambat ke sumbu x negatif adalah

$$p_r = Be^{j(\omega t + kx)} \quad (3)$$

bentuk kompleks untuk tekanan bunyi adalah,

$$p = Ae^{j(\omega t - kx)} + Be^{j(\omega t + kx)} \quad (4)$$

dimana j adalah bilangan imajiner ($\sqrt{-1}$), ω adalah frekuensi sudut (rad/det), k adalah bilangan gelombang ($\frac{2\pi f}{v}$), dan A, B adalah amplitudo tekanan akustik kompleks.

Jika $U_i = \frac{p_i}{\rho_0 c / S}$, $U_r = -\frac{p_r}{\rho_0 c / S}$ dan dari persamaan (7) dan (8), maka besarnya

impedansi akustik pada sembarang posisi di dalam pipa adalah

$$Z = \frac{p_i + p_r}{U_i + U_r} = \frac{Ae^{j(\omega t - kx)} + Be^{j(\omega t + kx)}}{\frac{p_i}{\rho_0 c / S} - \frac{p_r}{\rho_0 c / S}} = \frac{Ae^{j(\omega t - kx)} + Be^{j(\omega t + kx)}}{\frac{p_i - p_r}{\rho_0 c / S}} \quad (5)$$

$$Z = \left(\frac{\rho_0 c}{S} \right) \frac{Ae^{j(\omega t - kx)} + Be^{j(\omega t + kx)}}{Ae^{j(\omega t - kx)} - Be^{j(\omega t + kx)}}$$

Jika saat waktu t adalah 0, maka besarnya impedansi adalah,

$$Z = \left(\frac{\rho_0 c}{S} \right) \frac{Ae^{-jkx} + Be^{jkx}}{Ae^{-jkx} - Be^{jkx}} \quad (6)$$

Pada posisi x adalah nol, maka impedansinya adalah

$$Z_0 = \left(\frac{\rho_0 c}{S} \right) \frac{A + B}{A - B} \quad (7)$$

Jadi, untuk perbandingan amplitudo gelombang pantul terhadap gelombang datang adalah,

$$\frac{B}{A} = \frac{Z_0 S - \rho_0 c}{Z_0 S + \rho_0 c} = \frac{Z_0 - \frac{\rho_0}{S}}{Z_0 + \frac{\rho_0}{S}} \quad (8)$$

2.3 Koefisien Refleksi dan Koefisien Transmisi Gelombang Bunyi

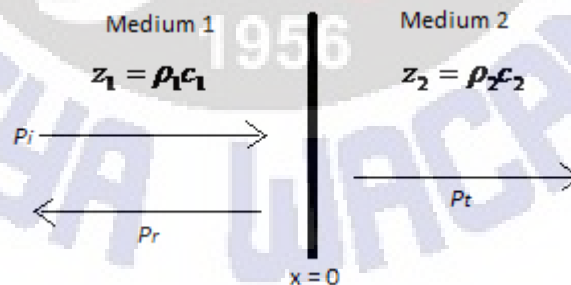
Jika suatu gelombang bunyi merambat dari suatu medium ke medium lain, maka gelombang bunyi tersebut akan direfleksikan dan ditransmisikan oleh bidang batas kedua medium. Perbandingan amplitudo tekanan serta intensitas gelombang yang direfleksikan dan ditransmisikan terhadap gelombang datang tergantung pada impedansi akustik spesifik dan kecepatan penjalaran bunyi pada kedua medium serta sudut yang dibentuk oleh gelombang datang terhadap garis normal^[6].

Impedansi akustik spesifik (z) adalah perbandingan tekanan akustik dalam medium terhadap kecepatan partikel medium, secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut,

$$z = \frac{p}{u} \quad (9)$$

dengan p adalah tekanan akustik dan u adalah kecepatan partikel. Untuk gelombang bidang yang merambat di udara, impedansi akustik spesifiknya adalah $z = \rho_0 c$.

Misal gelombang datang direfleksikan pada medium satu dengan impedansi akustik spesifik $z_1 = \rho_1 c_1$ dimana ρ_1 adalah rapat massa medium satu dan c_1 adalah kecepatan fase gelombang pada medium satu. Setelah itu gelombang ditransmisikan pada medium dua dengan impedansi akustik spesifik $z_2 = \rho_2 c_2$ dimana ρ_2 adalah rapat massa medium dua dan c_2 adalah kecepatan fase gelombang pada medium dua. Refleksi dan transmisi dapat dilihat pada gambar (1)



Gambar 1. Perambatan gelombang melalui bidang batas dua medium

Gelombang datang menjalar ke arah x positif dinyatakan sebagai p_i . Saat gelombang datang mengenai bidang batas, ada sebagian gelombang yang diarahkan ke arah x negatif dan yang lain ditransmisikan ke medium dua. Dimana p_r adalah gelombang refleksi dan p_t adalah gelombang transmisi. Gelombang datang, gelombang refleksi dan gelombang transmisi tersebut memiliki frekuensi yang sama. Dan pada bidang batas kedua medium, gelombang datang dan gelombang refleksi memiliki tekanan dan kecepatan yang sama.

Menentukan besarnya koefisien refleksi dapat digunakan dengan analogi pada rangkaian listrik, yaitu impedansi kompleks terdiri dari bagian real (resistansi) dan bagian imajiner (reaktansi) yaitu

$$Z_0 = R_0 + iX_0 \quad (10)$$

dengan besarnya reaktansi adalah

$$X_0 = \omega v - \frac{1}{\omega c} \quad (11)$$

Jika persamaan (10) disubstitusikan ke persamaan (8) dapat ditentukan besarnya

koefisien refleksi, yaitu $R = \frac{|B|^2}{|A|^2}$ sehingga

$$R = \frac{\left(R_0 - \frac{\rho_0 c}{S}\right)^2 + X_0^2}{\left(R_0 + \frac{\rho_0 c}{S}\right)^2 + X_0^2} \quad (12)$$

Koefisien transmisi didefinisikan sebagai $T = 1 - R$ sehingga diperoleh,

$$T = \frac{4R_0 \frac{\rho_0 c}{S}}{\left(R_0 + \frac{\rho_0 c}{S}\right)^2 + X_0^2} \quad (13)$$

Besarnya koefisien refleksi dan koefisien transmisi pada perambatan bunyi di dalam pipa tergantung pada besar perubahan impedansi pada pipa selama gelombang bunyi merambat.

2.4 Fungsi Pindah

Fungsi pindah adalah perbandingan transformasi fourier tekanan akustik pada dua lokasi mikropon yaitu tekanan pada mikropon yang dekat dengan sampel uji dibagi tekanan pada mikropon yang dekat dengan sumber bunyi. Pada metode tabung impedansi dua mikropon, koefisien refleksi kompleks tidak dapat diukur secara langsung dengan demikian fungsi pindah ini dapat digunakan untuk menentukan koefisien refleksi kompleks. Secara matematis, koefisien refleksi dapat ditentukan sebagai berikut

$$R = \frac{H - e^{-jks}}{e^{jks} - H} e^{2jk(L+s)} \quad (14)$$

Dengan R adalah koefisien refleksi kompleks, H adalah fungsi pindah, k adalah bilangan gelombang, L adalah jarak sampel ke mikropon terdekat, s adalah jarak antara kedua mikropon, fungsi e^{-jks} adalah fungsi pindah gelombang datang dan fungsi e^{jks} adalah fungsi pindah gelombang refleksi^[7].

2.5 Koefisien Serapan Bunyi

Besarnya penyerapan bunyi suatu bahan pada frekuensi tertentu dinyatakan dengan koefisien absorpsi bunyi (α). Koefisien serap ini dinyatakan dalam bilangan

antara 0 dan 1. Nilai koefisien serap 0 menyatakan tidak ada energi bunyi yang diserap dan nilai koefisien serap 1 menyatakan serapan yang sempurna.

Reaksi serap terjadi karena turut bergetarnya material terhadap gelombang suara yang sampai pada permukaan material tersebut. Getaran suara yang sampai dipermukaan turut menggetarkan partikel dan pori-pori udara pada material tersebut. Sebagian dari getaran tersebut terpantul kembali ke ruangan, sebagian berubah menjadi panas dan sebagian lagi diteruskan ke bidang lain dari material tersebut^[8].

Koefisien serapan bunyi pada permukaan bidang dinyatakan sebagai perbandingan dari energi yang diserap terhadap energi yang datang. Secara matematis, dapat dinyatakan sebagai berikut,

$$\alpha = 1 - |R|^2 \quad (15)$$

Dengan α adalah koefisien serapan bunyi dan R adalah koefisien refleksi kompleks.

2.6 Tabung Impedansi

Tabung impedansi berfungsi sebagai ruang bunyi. Untuk itu, ukuran tabung impedansi dalam perancangan alat sangat penting agar dapat dihasilkan batasan frekuensi yang diinginkan.

Panjang tabung berfungsi sebagai pembatas frekuensi minimum yang dipakai. Karena sifat tabung dapat menyerap bunyi maka tidak dapat mengukur satu tingkat tekanan bunyi maksimum dan satu tingkat tekanan bunyi minimum saja. Dengan demikian dibutuhkan dua tingkat tekanan bunyi maksimum dan dua tingkat tekanan bunyi minimum, sehingga besarnya L secara matematis adalah,

$$L = \frac{3}{4} \lambda \quad (16)$$

dengan λ (panjang gelombang) adalah kecepatan bunyi di udara dibagi frekuensi dan L adalah panjang tabung.

Diameter tabung berfungsi sebagai pembatas frekuensi maksimum, sehingga secara matematis,

$$D = \frac{1}{2} \lambda \quad (17)$$

dengan D adalah diameter tabung.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam pembuatan tabung impedansi ini, diperlukan sebuah tabung berbahan PVC dengan loudspeaker yang berfungsi untuk mengeluarkan gelombang bunyi yang diletakkan dibagian ujung tabung dan dua mikrofon yang berfungsi sebagai sensor penerima gelombang bunyi yang dikeluarkan dari loudspeaker yang dapat mengubah besaran fisis ke besaran listrik tegangan. Untuk pengambilan data dibutuhkan alat seperti generator sinyal sebagai penghasil gelombang bunyi, penguat mikropon yang berfungsi sebagai penguat sinyal yang diterima mikropon, sumber tegangan yang

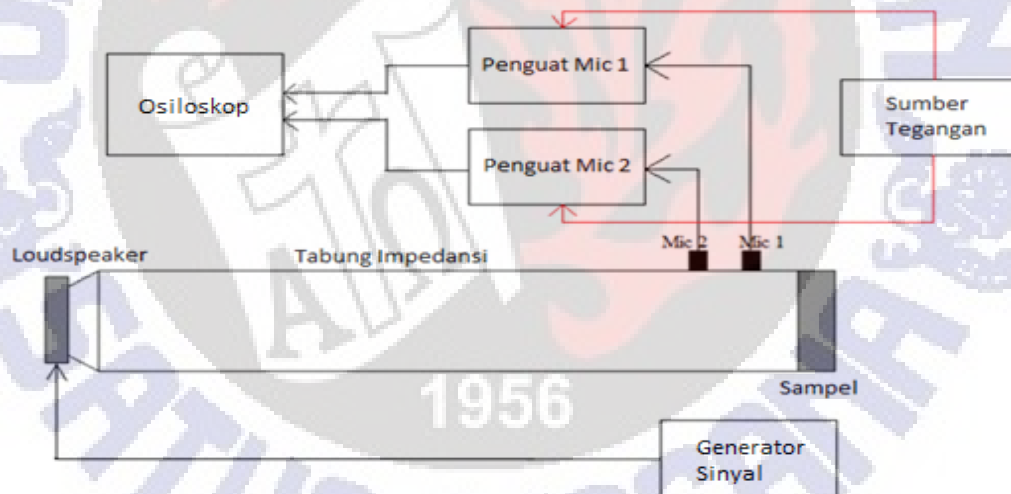
berfungsi sebagai masukan tegangan untuk penguat mikropon, osiloskop yang berfungsi sebagai penerima data. Pengolahan data sendiri digunakan program microsoft excel.

Ukuran tabung impedansi yang dibuat memiliki tebal 0,17 cm, diameter luar adalah 7,63 cm.

Panjang tabung yang digunakan adalah 1 meter. Dengan menggunakan persamaan (16), didapat besarnya frekuensi minimum (f_{\min}) yang terukur dalam tabung tersebut adalah 273 Hz.

Diameter tabung dalam adalah 7,29 cm. Dari persamaan (17) didapat besarnya frekuensi maksimumnya (f_{\max}) adalah 2496,57 Hz.

Letak mikropon pada tabung tidak boleh dilakukan disembarang tempat, ini karena dapat mempengaruhi tingkat tekanan minimal. Untuk itu dilakukan perhitungan bahwa jarak antar mikropon harus $\frac{1}{2}$ panjang gelombang. Pada percobaan, mikropon pertama diletakkan pada jarak 10,23 cm dari tempat sampel sedangkan mikropon yang kedua diletakkan pada jarak 5,1 cm dari mikropon satu. Sehingga untuk v sebesar 364 m/s dan f_{\max} sebesar 2416,99 Hz maka besarnya λ adalah 15 cm. Dari rancangan alat, dapat dilihat seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alat

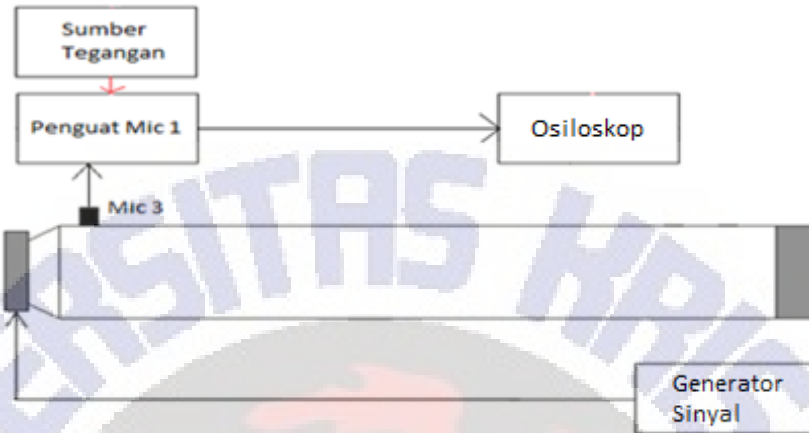
4. HASIL DAN ANALISA

Dari hasil perancangan alat yang sudah sesuai spesifikasi, maka diperlukan pengujian tiap bagian agar dapat diketahui apakah alat sudah dapat digunakan atau tidak. Pengujian pertama adalah pengujian penguat mikropon, kemudian kalibrasi penguat mikropon 1 dan mikropon 2, pengujian berikutnya adalah pengujian tanggapan frekuensi dari tabung impedansi, dan yang terakhir adalah kalibrasi alat.

4.1. Tanggapan Frekuensi Penguat Mikropon

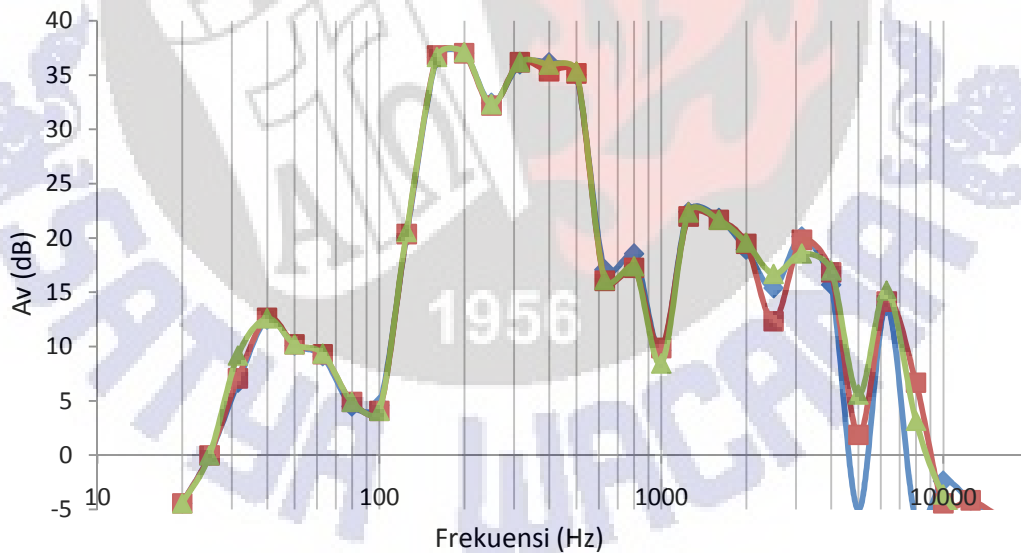
Untuk pengujian penguat mikropon dilakukan dengan cara penambahan mikropon ketiga yang diletakkan di tabung yang dekat dengan loudspeaker, seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Sedangkan untuk tegangan keluaran loudspeaker diatur 50 mV sesuai dengan keluaran mikropon. Karena penguat mikropon yang digunakan ada

tiga, maka ketiga mikropon diuji dengan satu mikropon. Untuk pengukuran tegangan mikropon digunakan osiloskop. Sedangkan untuk pembangkit loudspeaker digunakan generator sinyal dengan frekuensi antara 20 Hz sampai 20.000 Hz.



Gambar 3. Pengukuran penguat mikropon

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa tanggapan frekuensi penguat mikropon antara 100 Hz sampai 1000 Hz. Ini berarti bahwa mikropon hanya mampu menangkap frekuensi bunyi dengan rentang frekuensi tersebut.

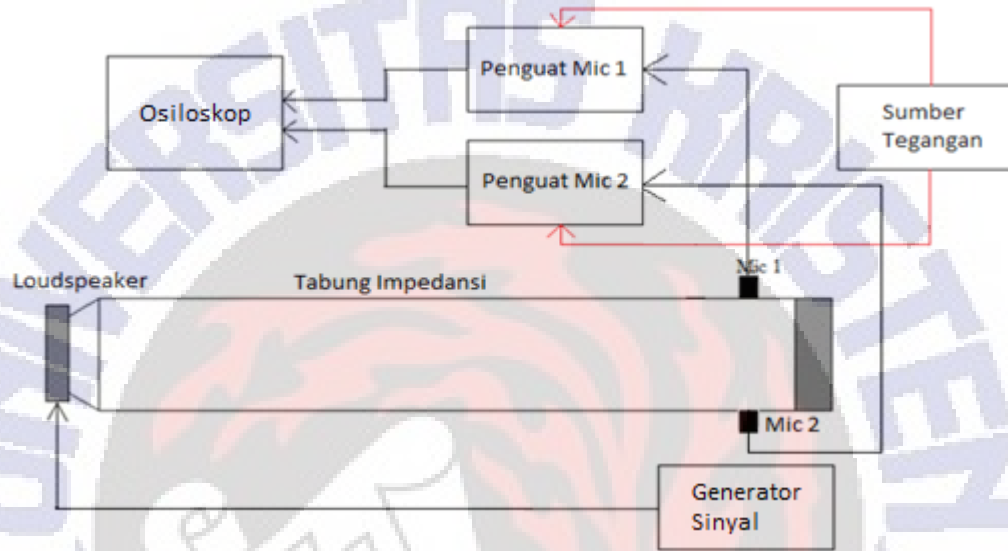


Gambar 4. Grafik tanggapan frekuensi penguat mikropon (◆ penguat mic 1, ■ penguat mic 2, ▲ penguat mic 3)

4.2. Kalibrasi Mikropon 1 dan Mikropon 2

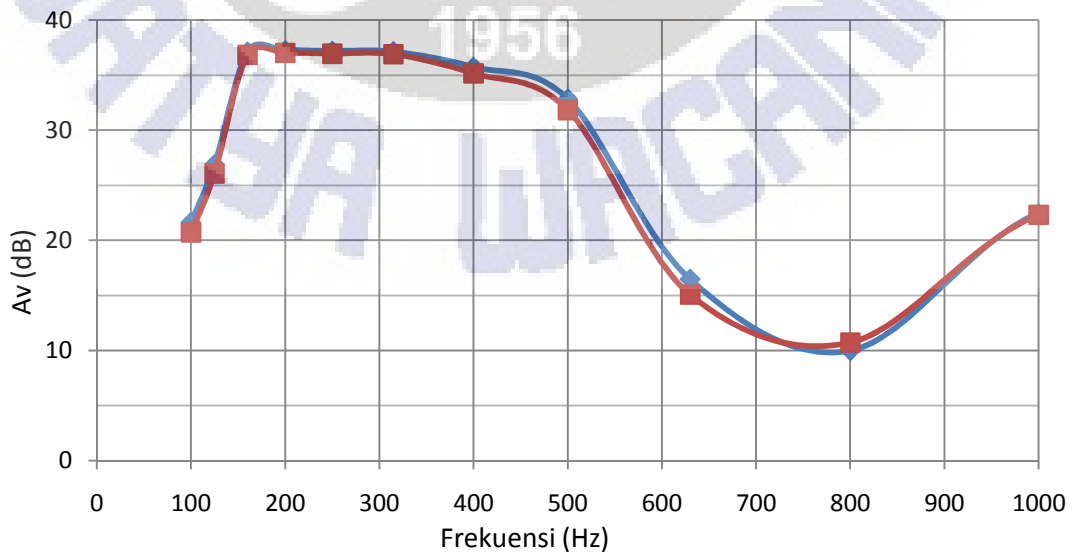
Kalibrasi mikropon ini bertujuan untuk menyamakan keluaran masing-masing mikropon pada pengukuran bunyi yang sama dan melihat kemungkinan adanya perbedaan karakteristik dari mikropon. Karena jangkauan frekuensi dari penguat mikrofon hanya dari frekuensi 100 Hz – 1000 Hz, maka kalibrasi mikrofon disesuaikan dengan tanggapan frekuensi penguat mikropon.

Kalibrasi mikropon dilakukan dengan cara kedua mikropon diletakkan pada jarak yang sama dengan posisi atas dan bawah, seperti yang ditunjukkan pada gambar 5, ini dimaksudkan agar tekanan bunyi yang diukur dari kedua mikropon besarnya sama. Untuk pembangkit loudspeaker digunakan generator sinyal dengan frekuensi antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Setelah itu tegangan keluaran dari mikropon diatur sama dan langkah berikutnya mikropon pertama dan kedua ditukar posisinya.



Gambar 5. Kalibrasi mikropon

Dari percobaan, dengan frekuensi antara 100 Hz sampai 1000 Hz dan posisi mikropon dibalik, didapatkan hasil yang sama seperti yang ditunjukkan oleh gambar 6. Ini berarti kalibrasi mikropon telah berhasil dilakukan, sehingga dapat digunakan dalam pengukuran.

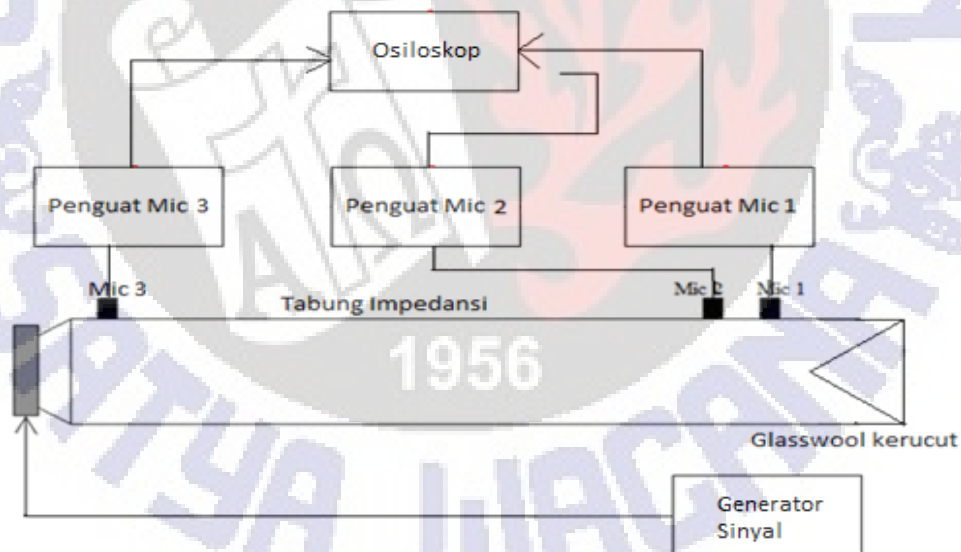


Gambar 6. Grafik kalibrasi mikropon (◆ penguat mic 1, ■ penguat mic 2,)

4.3. Tanggapan Frekuensi Tabung Impedansi

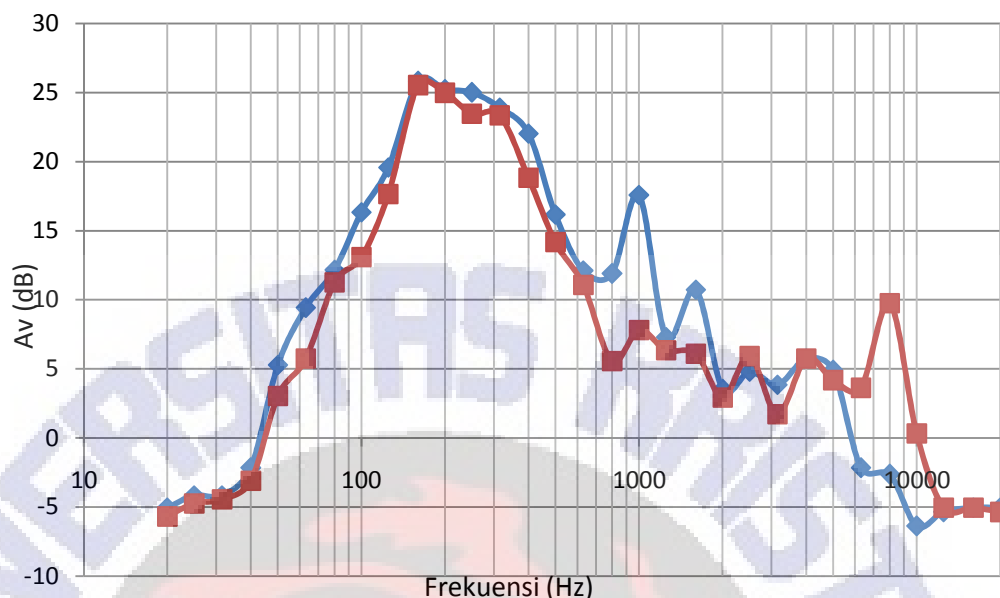
Dari hasil perancangan dengan panjang tabung 1 meter dan diameter 7,29 cm, tabung diharapkan dapat mengukur koefisien serapan dengan frekuensi 273 Hz sampai 2496,57 Hz. Dengan demikian apakah tanggapan frekuensi tabung sudah sesuai dengan perancangan, maka diperlukan pengujian alat. Tanggapan frekuensi tabung adalah kemampuan dari tabung untuk menerima maupun melemahkan frekuensi pada jangkauan frekuensi tertentu.

Tanggapan frekuensi tabung impedansi dilakukan dengan mikropon 3 sebagai mikropon acuan yang digunakan untuk melihat keluaran dari loudspeaker. Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa untuk mengukur tegangan keluaran mikropon diperlukan osiloskop. Karena osiloskop yang digunakan hanya mempunyai dua chanel masukan, maka untuk penguat mikropon 1 dan 2 digunakan satu chanel secara bergantian. Sedangkan untuk pembangkit loudspeaker digunakan generator sinyal dengan frekuensi antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Pada pengukuran tanggapan frekuensi tabung ini ditambahkan *glasswool* berbentuk kerucut yang di tempatkan pada ujung tabung. Fungsi *glasswool* ini adalah untuk mengurangi gelombang tegak, karena gelombang tegak dapat menimbulkan perbedaan tekanan bunyi pada mikropon 1 dan 2 yang begitu besar sehingga sulit diperoleh tanggapan frekuensi tabung.



Gambar 7. Pengujian tanggapan frekuensi tabung

Dari gambar 8, dapat dilihat bahwa pada frekuensi tertentu tegangan di mikropon 1 dan mikropon 2 berbeda. Kemungkinan ini dikarenakan karakteristik dari tanggapan tabung pada frekuensi tertentu responnya tidak sama. Tanggapan frekuensi tabung yang mungkin antara 100 Hz sampai 1000 Hz, namun bentangan terbaik jatuh diantara 100 Hz sampai 630 Hz.



Gambar 8. Grafik tanggapan frekuensi tabung impedansi (◆ mic 1, ■ mic 2)

4.4. Kalibrasi Alat

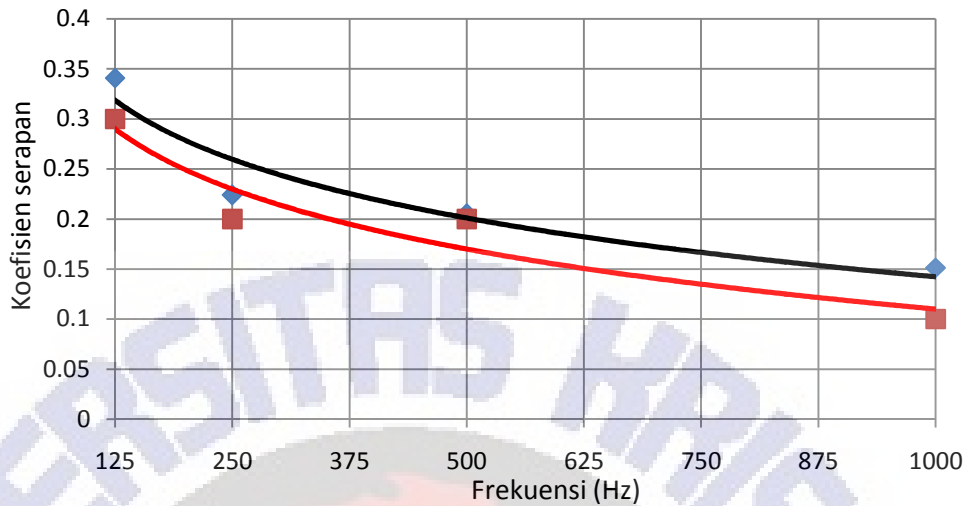
Untuk melihat apakah hasil pengukuran dengan alat yang dibuat dengan referensi yang sudah ada, maka diperlukan proses kalibrasi alat. Dalam kalibrasi alat ini, bahan yang digunakan adalah kaca dengan ketebalan 5 mm dan 3 mm karena sudah mempunyai data yang ditunjukkan pada buku. Koefisien serapan kaca pada penelitian ini dicari dengan menggunakan persamaan (14) dan persamaan (15).

4.4.1. Koefisien serapan kaca dengan ketebalan 5 mm

Tabel 1. Koefisien serapan kaca

Frekuensi (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Koefisien serapan bahan dari referensi ^[2]	0,3	0,2	0,2	0,1	0,07	0,04
Koefisien serapan bahan dari percobaan	0,34	0,22	0,21	0,15	-	-

Dari tabel 1, dibuat grafik seperti pada gambar 9. Dari data besarnya koefisien kaca dengan ketebalan 5 mm hampir sama dengan yang ditunjukkan oleh referensi. Namun koefisien serapan kaca pada penelitian hanya didapat pada rentang frekuensi antara 100 Hz sampai 1000 Hz saja. Ini dikarenakan jangkauan alat yang dibuat hanya mampu menangkap frekuensi bunyi pada rentangan tersebut. Pada gambar 9, dapat dilihat bahwa semakin besar frekuensi bunyi, koefisien serapan kaca mendekati nol. Ini berarti, pada frekuensi tinggi kaca berfungsi sebagai pemantul yang sempurna.



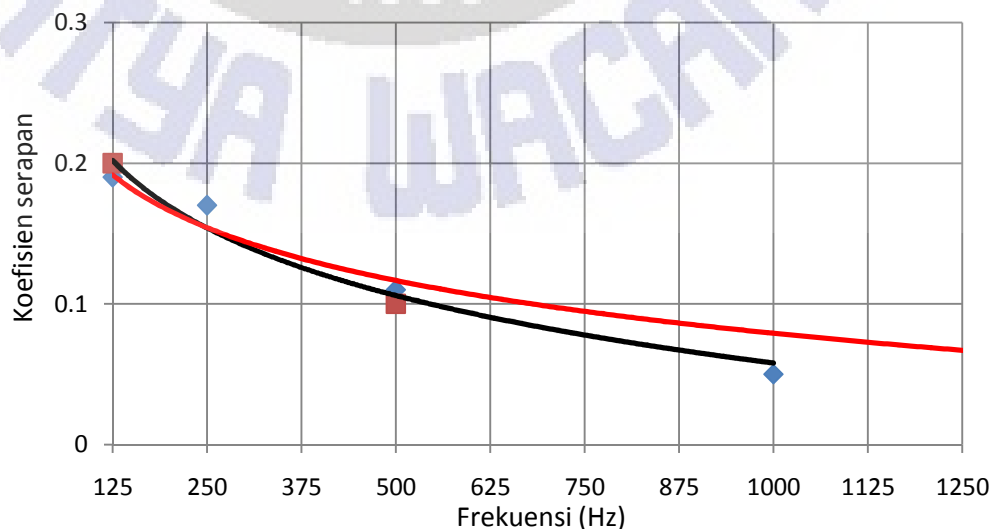
Gambar 9. Koefisien serapan kaca dengan ketebalan 5 mm (◆ koefisien serapan hasil percobaan dan ■ koefisien serapan berdasarkan referensi)

4.4.2. Koefisien serapan kaca dengan ketebalan 3 mm

Tabel 2. Koefisien serapan kaca

Frekuensi (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Koefisien serapan bahan dari referensi	0,2	-	0,1	-	0,05	0,02
Koefisien serapan bahan dari percobaan	0,19	0,17	0,11	0,05	-	-

Dari tabel 2, dibuat grafik seperti pada gambar 10. Sama halnya kaca dengan ketebalan 5 mm, besarnya koefisien serapan kaca dengan ketebalan 3 mm hasil dari penelitian mendekati dengan hasil pada referensi. Ini berarti kaca dengan ketebalan 3 mm tersebut pada frekuensi yang tinggi dapat berfungsi sebagai pemantul yang sempurna.



Gambar 10. Koefisien serapan kaca dengan ketebalan 3 mm (◆ koefisien serapan hasil percobaan dan ■ koefisien serapan berdasarkan referensi)

Dari hasil percobaan dengan alat yang dibuat, dapat dilihat bahwa besarnya koefisien serapan kaca dengan ketebalan 5 mm dan 3 mm besarnya hampir sama yang ditunjukkan pada referensi. Ini berarti alat yang telah dibuat dapat digunakan untuk mengukur koefisien serapan pada bahan-bahan lain seperti karpet, sterofom dan papan. Namun, jangkauan frekuensi alat tidak sesuai dengan perancangan karena mikropon yang digunakan sensitivitasnya kurang baik.

5. KESIMPULAN

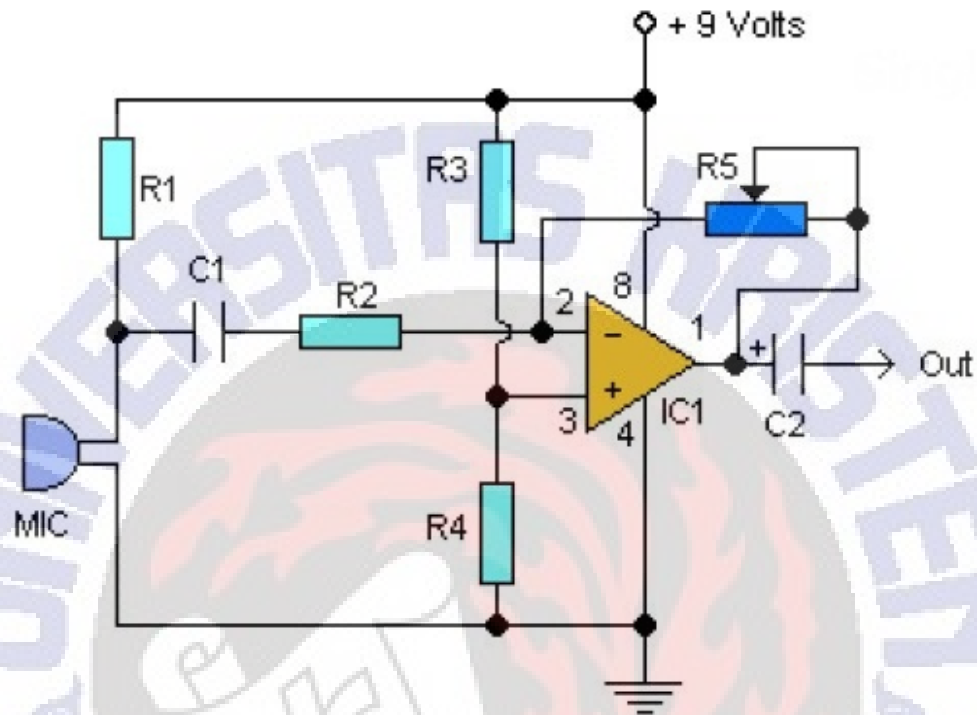
Metode tabung impedansi dua mikropon dapat digunakan sebagai pengukur koefisien serapan bunyi pada bahan. Selain itu penguat mikropon yang digunakan mampu menangkap frekuensi bunyi dengan rentang antara 100 Hz sampai 1000 Hz dan pada jangkauan inilah digunakan dalam kalibrasi mikropon. Sedangkan untuk mikropon yang digunakan memiliki karakteristik yang sama. Tabung yang dibuat memiliki jangkauan frekuensi terbaik antara 100 Hz sampai 630 Hz. Dengan demikian, alat yang telah dibuat dapat digunakan untuk mengukur koefisien serapan bahan dengan jangkauan frekuensi alat ini antara 100 Hz sampai 1000 Hz.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Nugroho, Dwi Apriyanto. 2009. *Pengukuran Koefisien Serapan Bunyi pada Bahan Menggunakan Metode Tabung Impedansi dengan Satu Mikropon*. Skripsi S1 Fakultas Sains dan Matematika UKSW
2. Hall, Donald E. 1987. *Basic Acoustic (copyright)*. Singapore.
3. Raharjo, Bangkit. 2004. *Pengukuran Karakteristik Bahan-Bahan Akustik Menggunakan Metode Tabung Dengan Dua Mikropon dan Masukan Isyarat Acak*. Skripsi S1 Fakultas Teknik Elektro UKSW
4. Halliday dan Resnick. 1991. *Fisika Jilid 1 (Terjemahan)*. Jakarta:Erlangga
5. Young, Hough dkk. 2002. *Fisika Universitas Edisi Kesepuluh Jilid 2*. Jakarta:Erlangga.
6. Kinsler, Lawrence E., Austin R. Frey, Alan B. Coppens, James V. Sanders. 1982. *Fundamentals of Acoustics*. John Wiley & Sons. New York
7. Sriwigiyatno, K. 2006. *Analisis Pengaruh Kolom Udara terhadap Nilai Koefisien Serapan Bunyi pada Dinding Partisi Menggunakan Metode Tabung Impedansi Dua Mikrofon*. Skripsi S1 Fisika UNS.
8. Gunawan, H. 2008. *Tips untuk Membuat Panel Akustik*. Diakses 12 Desember 2011. Dari Blog dan Solusi Akustik. <http://vokuzcom.wordpress.com/2008/07/17/tips-membuat-untuk-membuat-panel-akustik/>.
9. <http://circuitdiagram.net/simple-mic-pre-amp-based-lm358.html/simple-mic-pre-amp-based-lm358>

Lampiran

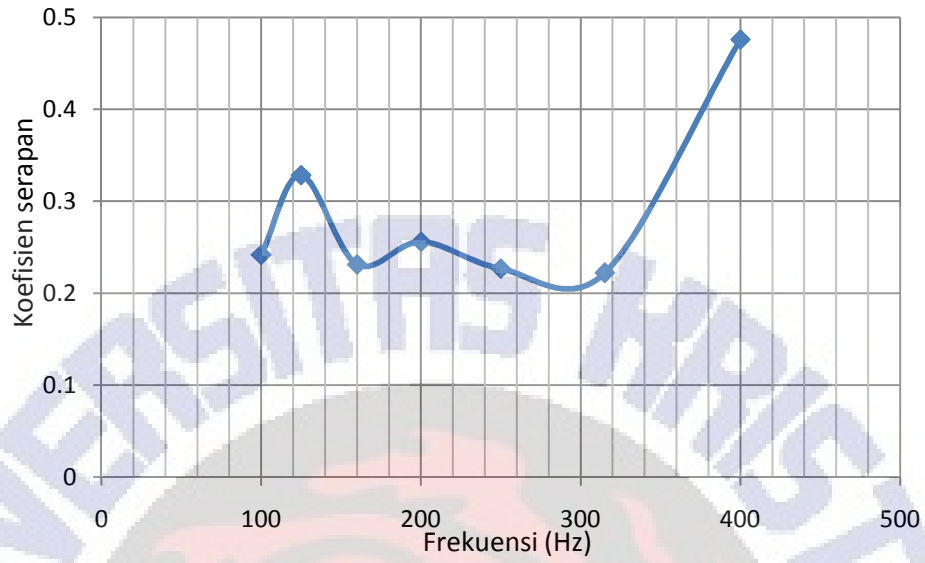
Penguat mic yang digunakan ^[9]



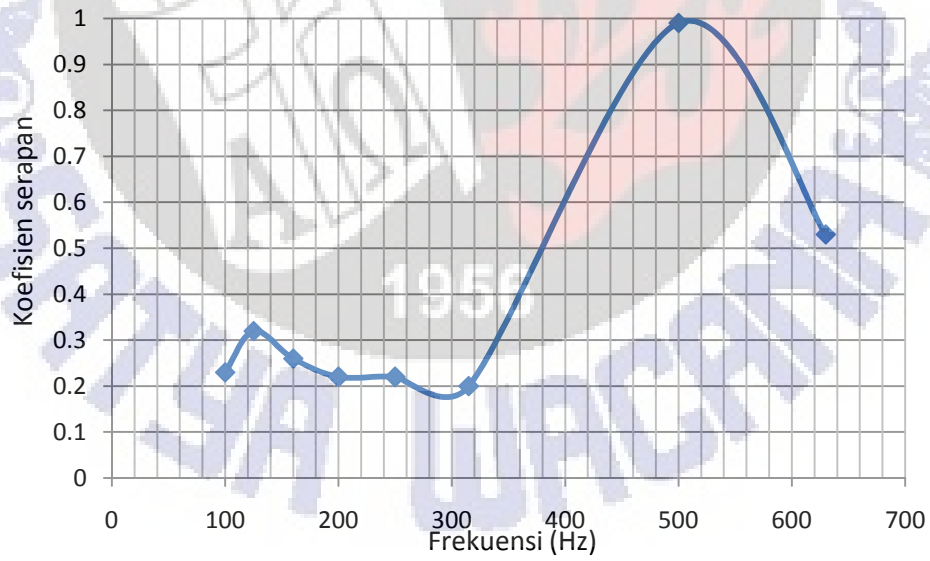
Keterangan:

- R1, R3, R4 = 10 K
- R2 = 1 K
- R5 = Potensiometer
- C1 = 0.1µF
- C2 = 4.7µF/16V
- IC = LM 358

Grafik Koefisien serapan karpet



Grafik koefisien serapan sterofom



Grafik koefisien serapan papan

