

KARAKTERISTIK KOEFISIEN ABSORBSI BUNYI DAN IMPEDANSI AKUSTIK DARI MATERIAL BERONGGA PLAFON PVC MENGGUNAKAN METODE TABUNG IMPEDANSI

Khairatul Ikhsan, Elvaswer, Harmadi
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163
e-mail: khairatul.ikhsan@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan karakteristik koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari material berongga plafon polivinil klorida (*PVC*) yang bermerek Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga yaitu : 5, 6, 7, 8, dan 9 mm menggunakan metode tabung impedansi. Rentang frekuensi yang digunakan adalah 1000, 2000, 4000, 8000, dan 16000 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga 5 mm sampai 9 mm dapat dikategorikan sebagai bahan penyerap bunyi yang cukup baik karena memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi terendah lebih besar dari 0.15. Koefisien absorpsi bunyi dan impedansi tertinggi yaitu 0.84 dan $0,97 + i 0,07$, terdapat pada material Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga 9 mm pada frekuensi 1000 Hz. Dengan demikian material akustik terbaik dari penelitian ini adalah Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga 9 mm. Namun penggunaan Shunda Plafon untuk penyerapan bunyi dapat disesuaikan dengan tingkat frekuensi kebisingan yang akan diserap. Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga 5 mm menunjukkan penyerapan bunyi yang cukup baik karena memiliki koefisien absorpsi bunyi besar dari 0.15.

ABSTRACT

This research was performed to determine the character of sound absorption coefficient and acoustic impedance from the hollow material of PVC ceiling branded Shunda Plafon with the diameter side of hollow latitude as mentioned: 5, 6, 7, 8 and 9 mm, using the method of impedance tube. the used range of frequency are 1000, 2000, 4000, 8000 and 16.000 HZ. The result of this research showed that the material of Shunda Plafon with 5 mm – 9 mm diameter side of hollow latitude can be categorized as the quite good sound absorption material because of having the lowest rate of sound absorption coefficient bigger than 0.15. 0.84 and $0.97 + i 0.07$ sound absorption coefficients and the highest impedance appear in the material of Shunda Plafon with 9 mm diameter side of hollow latitude in 1.000 Hz frequency. Therefore, the best acoustic material for this research is Shunda Plafon with 9 mm diameter side of hollow latitude. However, the using of Shunda Plafon to absorb sound can be adjusted by the rate of noise frequency which will be absorbed. Shunda Plafon with 5 mm diameter side of hollow latitude showed quite good sound absorption because of having the sound absorption coefficient bigger than 0.15

Keyword: sound absorption coefficient, acoustic impedance, and hollow material.

1. PENDAHULUAN

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan termasuk ternak, satwa, dan sistem alam (Kusuma, 1996). Kebisingan menimbulkan berbagai dampak bagi kesehatan dimana orang yang hidupnya dalam kebisingan cenderung memiliki tekanan darah tinggi dari pada orang yang hidup ditempat yang tenang (Suandika, 2009), mudah marah dan mudah lelah (Nilson, 1990) serta menderita bunyi dengung permanen di telinga (*Tinitus*) (Agustian, 1995). Kebisingan dapat diatasi menggunakan material akustik. Material akustik dapat dibagi menjadi tiga kelompok dasar yaitu: material penyerap bunyi, material penghalang bunyi dan material peredam bunyi (Lewis dan Douglas, 1993). Material penyerap bunyi dikelompokkan menjadi tiga yaitu bahan berpori, penyerap panel, dan resonator rongga. Material akustik digunakan pada perancangan plafon, dinding, lantai dan interior lainnya (Doelle, 1986).

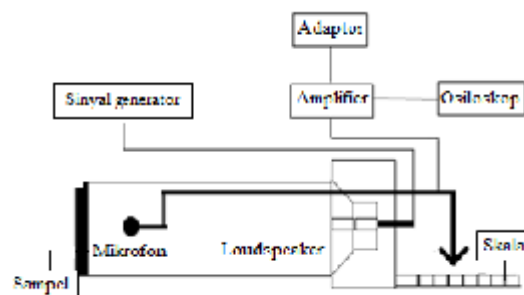
Salah satu jenis material akustik bunyi adalah Shunda Plafon. Struktur Shunda Plafon menyerupai penyerap panel berongga. Shunda Plafon termasuk jenis plafon yang tidak membahayakan bagi kesehatan karena terbuat dari bahan polimer jika digunakan untuk plafon ruangan. Shunda plafon dibuat dari bahan PVC yang sangat ringan dan memiliki banyak keunggulan diantaranya tahan air, anti rayap dan tidak merambat api (*flame retardant*) dan juga merupakan jawaban atas kekurangan dari material plafon lainnya yang tersedia saat ini (<http://shundaplafon-plafonshundapvc.blogspot.co.id/2015/06>).

Kualitas material akustik bunyi ditentukan dari nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik. Koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dapat ditentukan dengan dua metode yaitu metode tabung impedansi dan metode reverberasi sabine. Kelebihan metode Tabung Impedansi adalah hanya menggunakan sampel seluas penampang tabung dan sangat sesuai dengan kajian-kajian teoritis (Baranek, 1993). Kelemahan metode reverberasi sabine adalah menggunakan banyak material akustik untuk menutupi seluruh ruangan yang dirancang tetapi metode ini sangat sesuai dengan keadaan yang real (Doelle, 1986).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menentukan koefisien absorpsi bunyi dari bahan polimer dan serat alam. Fatkhurrohman (2013), meneliti tentang tingkat redaman bunyi suatu bahan (triplek, gypsum dan Styrofoam). Hasil yang diperoleh yaitu koefisien absorpsi bunyi yang terbesar pada frekuensi 600 – 1000 Hz adalah gypsum. Zhongbin (2015) telah meneliti tentang kemampuan penyerapan bunyi dari plastic multi layer film (*MCF*) dengan metode tabung impedansi. Hasil yang diperoleh bahwa plastik multi layer film (*MCF*) memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi lebih baik dari bahan berpori dan panel berlubang pada frekuensi rendah. Nilai koefisien absorpsi bunyi pada suatu material akustik sangatlah penting dalam perancangan sebuah ruangan. Dari sekian banyak penelitian yang telah dilakukan material yang digunakan sebagai sampel uji hanyalah berbahan dasar polimer belum ada yang menggunakan sampel plafon PVC. Plafon PVC yang ada di pasaran tidak ada yang mencantumkan nilai koefisien absorpsinya sebagai rujukan bagi konsumen terutama shunda plafon. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur nilai koefisien absorpsi dan impedansi akustik menggunakan metode tabung impedansi dari shunda plafon sebagai pertimbangan dalam perancangan ruangan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan material Shunda Plafon yang di produksi oleh PT Shunda Sucai Indonesia. Material Shunda Plafon yang digunakan memiliki bentuk permukaan yang sama dan sisi tampang lintang rongga yang berbeda yaitu 5, 6, 7, 8, dan 9 mm. Ukuran ini dipilih karena yang banyak beredar di pasaran. Metode yang digunakan yaitu metode tabung impedansi bunyi dengan menggunakan frekuensi 1000, 2000, 4000, 8000, dan 16000 Hz. Frekuensi 1000 Hz dipilih karena frekuensi ini adalah frekuensi normal yang dapat didengar oleh telinga manusia, sedangkan frekuensi 16000 Hz adalah frekuensi ambang atas yang dapat didengar oleh telinga manusia dewasa (Latifah, 2015). Frekuensi 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz adalah frekuensi oktaf yang sering digunakan dalam penelitian tentang akustik lingkungan (Doelle, 1986). Penelitian ini menggunakan beberapa alat antara lain : tabung impedansi yang terbuat dari besi berdiameter 8 cm dan panjang 125 cm, mikrofon, amplifler, osiloskop, sinyal generator dan loudspeaker, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema rangkaian tabung impedansi

Gelombang bunyi yang berada didalam tabung merambat sepanjang sumbu x dapat dikatakan sebagai gelombang bidang, dan secara matematis dapat dinyatakan pada Persamaan (1)

$$P = Ae^{i(\omega t - kx)} + Be^{i(\omega t + kx)} \quad (1)$$

Suku pertama dari persamaan (1) menyatakan gelombang datang dan suku kedua gelombang pantul pada bidang material. Hasil interferensi akan membentuk amplitudo tekanan maksimum dinyatakan dengan $A+B$ dan amplitudo tekanan minimum dinyatakan dengan $A-B$. Perbandingan amplitudo tekanan maksimum dengan tekanan minimum disebut dengan rasio gelombang tegak (*Standing Wave Ratio*) yang dinotasikan dengan SWR, secara matematis dinyatakan dengan Persamaan (2)

$$SWR = \frac{A+B}{A-B} \quad (2)$$

Koefisien absorpsi bunyi dapat ditentukan dari Persamaan 3. Impedansi akustik dihitung dari Persamaan 3.

$$\alpha = 1 - \left[\frac{SWR-1}{SWR+1} \right]^2 \quad (3)$$

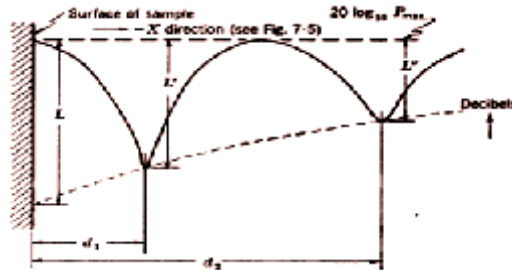
$$Z_s = \coth(\psi_1 + i\psi_2) \rho c \quad (4)$$

Dengan α adalah koefisien absorpsi sedangkan Z_s adalah impedansi akustik ($\text{kg/m}^2\text{s}$). Untuk dapat menentukan impedansi akustik terlebih dahulu harus ditentukan nilai ψ_1 dan ψ_2 yang dapat dinyatakan pada Persamaan 5 dan Persamaan 6.

$$\psi_1 = \coth^{-1}(\log_{10}(SWR/20)) \quad (5)$$

$$\psi_2 = \pi \left(\frac{1}{2} - \frac{d_1}{d_2} \right) \tag{6}$$

Dengan d_1 adalah jarak minimum pertama (cm) dari sampel dan d_2 adalah jarak minimum kedua (cm) dari sampel. Distribusi amplitudo di dalam tabung impedansi sebagai fungsi jarak diukur dari permukaan sampel seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2 (Baranek, 1993)

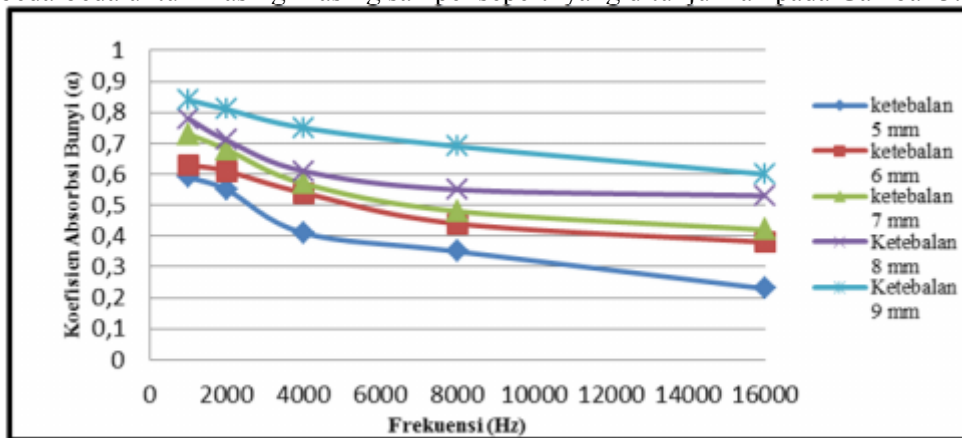


Gambar 2 Distribusi amplitudo didalam tabung impedansi

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Koefisien Absorpsi Material Akustik (α)

Dari hasil pengukuran yang dilakukan diperoleh nilai koefisien absorpsi bunyi yang berbeda-beda untuk masing-masing sampel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Koefisien absorpsi bunyi (α) terhadap frekuensi (Hz)

Dari Gambar 3.1 terlihat bahwa koefisien absorpsi bunyi tertinggi di dapatkan 0.84 pada material Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga 9 mm pada frekuensi 1000 Hz. Hal ini disebabkan karena kemungkinan frekuensi alamiah yang dimiliki oleh material Shunda Plafon mendekati frekuensi 1000 Hz sehingga setelah masuk ke dalam rongga terjadi resonansi sebagian gelombang bunyi tidak mampu keluar dari rongga sehingga amplitudo gelombang pantul menjadi kecil. Koefisien absorpsi bunyi semakin besar disebabkan juga karena ukuran rongga yang semakin besar sehingga energi gelombang bunyi sebagian besar dihabiskan oleh peristiwa resonansi dalam rongga (Sarwono, 2008).

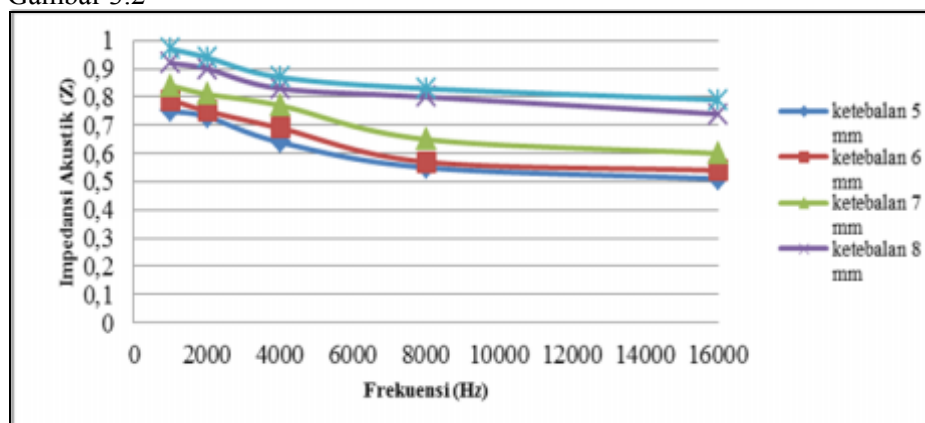
Koefisien absorpsi bunyi terendah didapatkan 0.23 pada material Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga 5 mm pada frekuensi 16000 Hz. Hal ini disebabkan dua yaitu frekuensi tinggi dan ukuran tinggi rongga yang kecil. Frekuensi tinggi atau diatas 1000 Hz adalah frekuensi yang lebih besar dari frekuensi alamiah yang dimiliki oleh Shunda Plafon, maka ketika gelombang bunyi datang memasuki rongga hanya sebagian kecil energi yang beresonansi didalam rongga menyebabkan amplitudo gelombang pantul (B) masih besar sehingga nilai koefisien absorpsi bunyi menjadi rendah. Sisi tampang lintang rongga yang kecil menyebabkan resonansi yang terjadi masih mampu mengeluarkan

sebagian besar gelombang bunyi dari rongga mengakibatkan amplitudo gelombang pantul (B) masih besar sehingga nilai koefisien absorpsinya rendah.

Suatu material dapat dikategorikan sebagai bahan penyerap bunyi apabila material tersebut memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi minimum sebesar 0.15 (ISO 11654, 1997). Semua material Shunda Plafon yang terdapat pada penelitian ini dapat dikategorikan sebagai material penyerap bunyi yang baik karena memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi minimum diatas 0.15. Salah satu ciri penyerap bunyi yang baik pada frekuensi rendah adalah memiliki ruang resonansi yang besar (Sarwono, 2008). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi yang besar dimiliki oleh material Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga yang besar yaitu 9 mm.

3.2 Analisis Nilai Impedansi Akustik (Z) Terhadap Frekuensi (Hz)

Dari hasil pengukuran d_1 dan d_2 diperoleh nilai impedansi akustik (Z) yang ditunjukkan pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Impedansi akustik terhadap frekuensi (Hz)

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan bahwa material Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga 9 mm mempunyai impedansi akustik tertinggi yaitu $0.97 + i 0.07$ pada frekuensi 1000 Hz. Maksudnya nilai real impedansi akustiknya sebesar 0.97 dan besarnya energi gelombang bunyi datang yang hilang didalam rongga sebesar 0.07. Hal ini disebabkan karena material Shunda Plafon dengan sisi tampang lintang rongga 9 mm memiliki volume rongga udara yang besar sehingga gelombang bunyi yang masuk terperangkap didalam rongga dan akhirnya habis, maksudnya berubah bentuk menjadi energi panas.

Material Shunda Plafon dengan ukuran tinggi rongga 5 mm mempunyai impedansi akustik terendah yaitu $0.51 + i 1.80$ pada frekuensi 16000 Hz. Maksudnya nilai real dari impedansi akustik sebesar 0.51 dan besarnya energi gelombang yang hilang adalah 1.80. Hal ini disebabkan karena frekuensi 16000 Hz mempunyai energi besar sehingga mampu mengatasi rongga yang kecil. Sisi tampang lintang rongga yang kecil dan volume udara rongga yang rendah dapat menurunkan impedansi akustik.

4. KESIMPULAN

Shunda Plafon yang digunakan pada penelitian ini dapat dikategorikan sebagai penyerap bunyi yang baik karena mempunyai nilai koefisien absorpsi yang lebih besar dari 0.15 selain itu koefisien absorpsi bunyi bertambah besar dengan bertambah besarnya sisi penampang lintang rongga. Koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik tertinggi yaitu $0.84 + i 0.07$ terdapat oleh material Shunda Plafon dengan sisi penampang lintang rongga 9 mm pada frekuensi 1000 Hz. Hal ini disebabkan karenakemungkinan frekuensi alamiah dari Shunda Plafon mendekati frekuensi 1000 Hz. Koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik terendah yaitu $0.23 + i 1.80$ terdapat oleh material Shunda Plafon dengan sisi penampang lintang rongga 5 mm pada frekuensi 16000 Hz.

DAFTAR PUSTAKA

1. Agustian, R, A., 1995. Anatomi Fisiologi dan Pemeriksaan pada Gangguan Pendengaran. *Proceeding Seminar Nasional Akustik*. Teknik Fisika ITB.
2. Baranek, L., 1993, *Acoustis Measurement*, Jhon Wiley & Sons Inc., Newyork.
3. Doelle, E.L., 1986, *Akustik Lingkungan*, Erlangga, Jakarta
4. Fatkhurrohman, Aji.M, Supriyadi.,2013, Tingkat Redaman Bunyi Suatu Bahan (Triplek, Gypsum dan Styrofoam), *Jurnal Fisika Vol 3 No 2:138-143*.
5. <http://shundaplafon-plafonshundapvc.blogspot.co.id/2015/06/ukuran-shunda-plafon-spesifikasi-shunda.html>
6. ISO 11654., 1997, *Acoustical Sound Absorbers for Use in Buildings-Rating of Sound Absorbtion*.
7. Kusuma, atmadja, S., 1996, *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : Kep.Men-48/MEN.LH/11/1996 Tentang Baku Tingkat Kebisingan*. 1996, Menti Negara Lingkungan Hidup.
8. Latifah, L, Nur., 2015, *Fisika Bangunan 2*, Griya Kreasi, Jakarta.
9. Lewis, H. dan Douglas, H., 1993, *Industrial Noise Control Fundamentals and Application, Revised*, New York.
10. Nilson, P.O.L., 1990. Noise Induced Hearing Loss, *Proceedings of the 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem*. Volume 4, Swedish Council for Building Research: Stockholm.
11. Sarwono, J., *Wawancara Virtual tentang Absorpsi dan Refleksi Gelombang Suara dalam Ruang*. <http://jokosarwono.wordpress.com/2008/03/14/wawancara-virtual-tentang-absorpsi-dan-refleksi-gelombang-suara-dalam-ruang/>.
12. Suandika, M., 2009, Pengaruh Biologis Efek Kebisingan Terhadap Makhluk Hidup, 3 : 27-29.
13. Zhongbin, X., Baicun, W., Zhang, S., Rongjun, C., 2015, Design and acoustical performance investigation of sound absoption structure based on plastic micro-capillary films, *Journal Applied Acoustics*, 89, 1