

PENGUKURAN KOEFISIEN ABSORBSI MATERIAL AKUSTIK DARI SERAT ALAM AMPAS TEBU SEBAGAI PENGENDALI KEBISINGAN

Fajri Ridhola, Elvaswer

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163
e-mail : fajri_ridhola@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengukuran koefisien absorpsi material akustik dari serat alam ampas tebu sebagai pengendali kebisingan. Metode yang digunakan yaitu metode tabung. Komposit berbahan dasar serat ampas tebu dengan matriks resin poliester-MEKPO. Komposit tersebut dibuat dengan massa serat berbeda dan massa resin poliester sama pada setiap sampel yaitu 60 g. Sampel 1 dengan massa serat 0,4 g, sampel 2 dengan massa serat 0,6 g, sampel 3 dengan massa serat 0,8 g, sampel 4 dengan massa serat 1 g dan sampel 5 dengan massa serat 1,2 g. Range frekuensi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi pada sampel ke 4 paling tinggi terjadi pada frekuensi 1000 Hz yakni 0,961 dan sampel ke 5 memiliki nilai koefisien absorpsi paling rendah pada frekuensi 500 Hz dengan nilai 0,363. Nilai impedansi akustik tertinggi terjadi pada sampel ke 4 yaitu pada frekuensi 8000 Hz dengan nilai 0,9774 dyne.s/cm⁵. Serat ampas tebu ini sangat cocok digunakan pada ruangan audio karena memiliki nilai koefisien absorpsi yang cukup tinggi pada frekuensi 1000 Hz.

Kata kunci : koefisien absorpsi, impedansi akustik, serat ampas tebu, resin poliester-MEKPO, matriks, frekuensi

1. PENDAHULUAN

Penggunaan mesin dan teknologi di bidang industri akan menimbulkan efek kebisingan. Kebisingan adalah salah satu masalah yang perlu diperhatikan. Pentingnya kenyamanan akustik suatu ruangan sangat ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya pemilihan bahan penyerap suara yang baik. Kebisingan dapat dikendalikan dengan menggunakan berbagai bahan material akustik. Penggunaan material akustik yang tepat dapat meredam kebisingan. Bahan yang digunakan bisa berasal dari serat sintetis dan serat alam.

Jenis bahan penyerap suara yang akan digunakan yaitu serat alam berpori berbentuk panel, dimana bahan tersebut dari serat alam ampas tebu. Serat alam ampas tebu (*bagasse*) adalah bahan limbah berserat yang telah mengalami ekstraksi, sehingga ampas tebu ini dapat memenuhi persyaratan diolah menjadi papan panel (Indriani dan Sumiarsih, 1992). Pemanfaatan bahan serat ampas tebu ini sangat jarang dimanfaatkan. Selain itu upaya pemanfaatan produk dari serat ampas tebu untuk meningkatkan nilai tambah dari limbah ampas tebu dan mengurangi polusi limbah padat.

Farid, dkk. (2012) melakukan penelitian mengenai serat tebu sebagai penyerap akustik berkelanjutan. Dari hasil penelitiannya diketahui kinerja akustik penyerap tebu dengan ketebalan 1,25 cm dengan koefisien absorpsi rata-rata 0,65 pada frekuensi 1,2 sampai 4,5 KHz. Kartikaratri, dkk. (2012) telah melakukan penelitian mengenai pembuatan komposit serat serabut kelapa dan resin *fenol formadehide* sebagai material peredam akustik. Hasil penelitian diketahui serabut kelapa memenuhi persyaratan untuk peredam suara dengan nilai koefisien absorpsi 0,94 pada jangkauan frekuensi 752 sampai 6400 Hz.

Komposit adalah campuran dua bahan atau lebih yang memiliki sifat yang berbeda. Secara umum penyusun komposit tersusun dari pengikat (*matriks*) dan material penguat (*reinforcement*). Bahan komposit juga mempunyai kestabilan mekanik yang baik karena terjadi ikatan antara dua bahan tersebut. Komposit mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan bahan lain misalnya bahan tunggal diantaranya serat komposit memiliki massa yang lebih ringan karena komposit merupakan bahan yang terdiri atas penguat dan matriks dengan massa yang berbeda (Wirajaya, 2007). Material akustik merupakan komposit yang terdiri dari matriks dan penguat. Matriks yang banyak digunakan oleh para peneliti adalah jenis polimer. Polimer yang digunakan sebagai matriksnya adalah resin poliester dan katalis MEKPO (*methyl ethyl ketone peroxide*). Resin poliester adalah suatu material yang berbentuk cairan pada suhu ruang atau berupa material padatan yang dapat meleleh pada suhu di atas 200°C. Pada dasarnya resin poliester adalah matriks, sehingga memiliki fungsi yang sama dengan matriks (Surdia dan Saito, 1995).

Penelitian ini, dilakukan untuk menentukan nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari campuran material serat ampas tebu dengan resin poliester-MEKPO. Pengujian akustik dapat dibedakan berdasarkan tempat pengujiannya yakni pengujian di dalam tabung dua mikrofon dan pengujian dalam ruang dengung (Doelle, 1993). Pada penelitian penentuan koefisien absorpsi akustik dilakukan dengan menggunakan metode tabung. Metode tabung dipilih karena praktis dan material yang diperlukan relatif sedikit dibandingkan dengan metode ruang dengung dan metode tabung dua mikrofon. Koefisien absorpsi bunyi dinyatakan dalam bilangan antara 0 sampai 1. Nilai koefisien serapan 0 menyatakan tidak ada energi bunyi yang diserap dan nilai koefisien serapan 1 menyatakan serapan yang sempurna (Doelle, 1993). Pada metode tabung penentuan koefisien absorpsi bunyi dilakukan dengan menghitung perbandingan amplitudo tekanan maksimum dengan amplitudo tekanan minimumnya. Perbandingan amplitudo tekanan ini dinamakan rasio gelombang tegak (*Standing Wave Ratio, SWR*). Secara matematis nilai rasio gelombang tegak dapat dinyatakan pada Persamaan 1.

$$SWR = \frac{A+B}{A-B} \quad (1)$$

Dengan $A+B$ adalah amplitudo tekanan maksimum, $A-B$ adalah amplitudo tekanan minimum.

Sedangkan koefisien absorpsi bunyi (α) dapat ditentukan dari Persamaan 2.

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

Dengan SWR adalah rasio gelombang tegak.

Impedansi akustik dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.

$$\frac{Z_s}{\rho_c} = \coth(\psi_1 + \psi_2) \quad (3)$$

Dengan Z_s adalah impedansi akustik (dyne.s/cm^5). ρ_c adalah impedansi karakteristik udara. Untuk dapat menentukan impedansi akustik terlebih dahulu harus ditentukan nilai ψ_1 dan ψ_2 yang dapat dinyatakan pada Persamaan 4 dan Persamaan 5.

$$\psi_1 = \coth^{-1} \left(\log_{10}^{-1} (SWR/20) \right) \quad (4)$$

$$\psi_2 = \pi \left(\frac{1}{2} - \frac{d_1}{d_2} \right) \quad (5)$$

ψ_1, ψ_2 adalah bilangan kompleks, d_1 adalah jarak amplitudo minimum pertama (cm) dan d_2 adalah jarak amplitudo dari minimum pertama ke minimum kedua (cm).

2. METODE

2.1 Pembuatan Komposit Serat Ampas Tebu

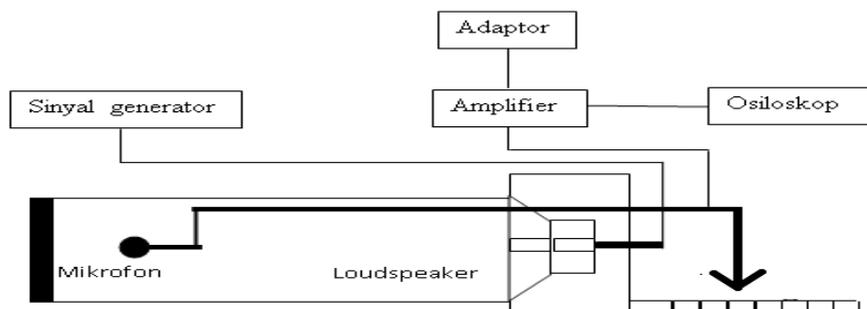
Awal pembuatannya yaitu serat ampas tebu diambil dari salah satu tempat penggilingan tebu dan dicuci bersih dengan air terlebih dahulu. Kemudian dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 5 hari. Selanjutnya serat ampas tebu dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 70°C selama 2 jam. Setelah proses pengeringan, ampas tebu dipisahkan menggunakan sikat besi untuk mendapatkan serat yang dibutuhkan. Setelah serat ampas tebu dipisahkan, kemudian serat ampas tebu dipotong dengan ukuran 3 cm. Teknik yang digunakan untuk membuat sampel material akustik menggunakan teknik *sandwich* dimana komposit ini tersusun dari tiga lapis yaitu resin sebagai permukaan dan penutup komposit, serta serat ampas tebu sebagai material inti di bagian tengah. Sampel yang dibuat sesuai dengan ukuran tabung dengan panjang 125 cm dan diameter 8 cm dengan massa resin sama yaitu 60 g. Massa matriks dan serat ditunjukkan oleh Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan massa serat ampas tebu dengan matriks resin poliester-MEKPO

Sampel	Matriks (g)	Serat (g)
1	60	0,4
2	60	0,6
3	60	0,8
4	60	1,0
5	60	1,2

2.2 Pengujian menggunakan Tabung Impedansi

Pengujian ini dilakukan dengan tabung impedansi untuk mengetahui kemampuan material komposit serat ampas tebu dalam menyerap bunyi. Tabung impedansi digunakan karena pengoperasiannya lebih mudah dan material uji memiliki ukuran yang cukup kecil, sesuai dengan ukuran tabung. Tabung impedansi yang akan digunakan terbuat dari besi yang dirangkai sedemikian rupa. Dalam pengoperasiannya tabung impedansi ini dihubungkan dengan beberapa alat antara lain yaitu *amplifier*, osiloskop, generator sinyal, catu daya, mikrofon dan *loudspeaker*. Skema rangkaian tabung impedansi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema rangkaian tabung impedansi

Pada pengujian, bunyi dihasilkan oleh sinyal generator yang dihubungkan dengan *loudspeaker*. Pada salah satu ujung tabung diletakkan *loudspeaker*, pada ujung tabung yang lain diletakkan sampel yang akan diuji nilai koefisien absorpsinya. Mikrofon diletakkan di tengah-tengah diameter tabung menghadap ke sampel material akustik. Mikrofon dihubungkan dengan sebuah kawat sehingga dapat digeser untuk menentukan amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimumnya. Mikrofon diperkuat dengan *amplifier* dan dihubungkan ke osiloskop untuk menampilkan bentuk gelombang yang akan dihitung amplitudo tekanan maksimum dan minimumnya. Frekuensi yang digunakan adalah frekuensi pada *oktaf-band*, yaitu 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz (Doelle, 1993).

3. HASIL DAN DISKUSI

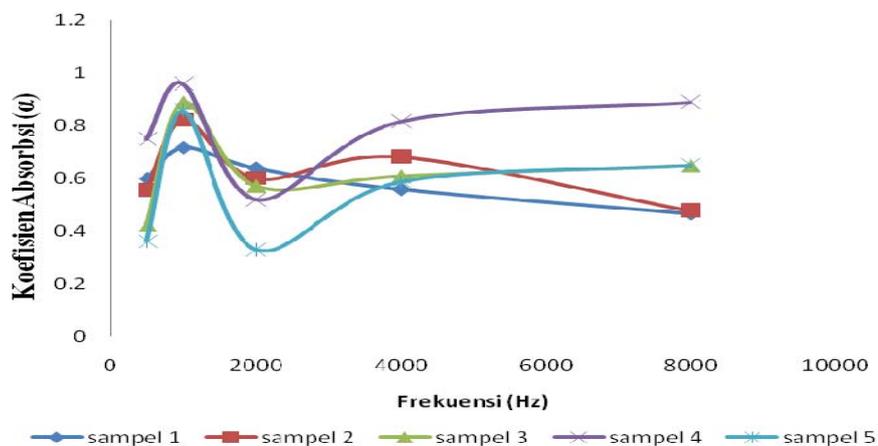
3.1 Pengaruh frekuensi terhadap koefisien absorpsi bunyi

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa pada frekuensi 500 Hz untuk setiap sampel, nilai koefisien absorpsi bunyinya bernilai rendah jika dibandingkan dengan frekuensi lainnya yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena pada frekuensi rendah, gelombang bunyi yang merambat di dalam tabung memiliki panjang gelombang (λ) yang panjang sehingga gelombang yang dipantulkan lebih besar dibandingkan gelombang diserap oleh material.

Koefisien absorpsi bunyi paling tinggi terjadi pada sampel 4 dengan frekuensi 1000 Hz yang bernilai 0,961, kemudian menurun pada frekuensi 2000 Hz. Hal ini disebabkan frekuensi 1000 Hz merupakan frekuensi optimum dimana pada frekuensi tersebut terjadi pembuangan energi pada sampel mengakibatkan terjadinya peningkatan koefisien absorpsi bunyi (Sinaga, dkk., 2012). Pada frekuensi 2000 Hz koefisien absorpsinya menurun, hal ini disebabkan material akustik cenderung bersifat resesif dimana mengalami penurunan koefisien absorpsi bunyi pada frekuensi tertentu.

Pada frekuensi 4000 Hz terjadi peningkatan koefisien absorpsi bunyi kecuali pada sampel 1. Hal ini disebabkan terjadinya interferensi konstruktif pada frekuensi tersebut, mengakibatkan koefisien absorpsi meningkat (Sinaga, dkk., 2012). Nilai koefisien absorpsi bunyi mengalami penurunan yang tidak terlalu signifikan pada frekuensi 8000 Hz.

Sampel 4 menunjukkan koefisien absorpsi bunyi tertinggi kecuali pada frekuensi 2000 Hz. Hal ini disebabkan pada sampel 4 mempunyai komposisi serat paling optimum, menyebabkan gelombang lebih mudah diserap oleh bahan yang dapat meningkatkan nilai koefisien absorpsinya.

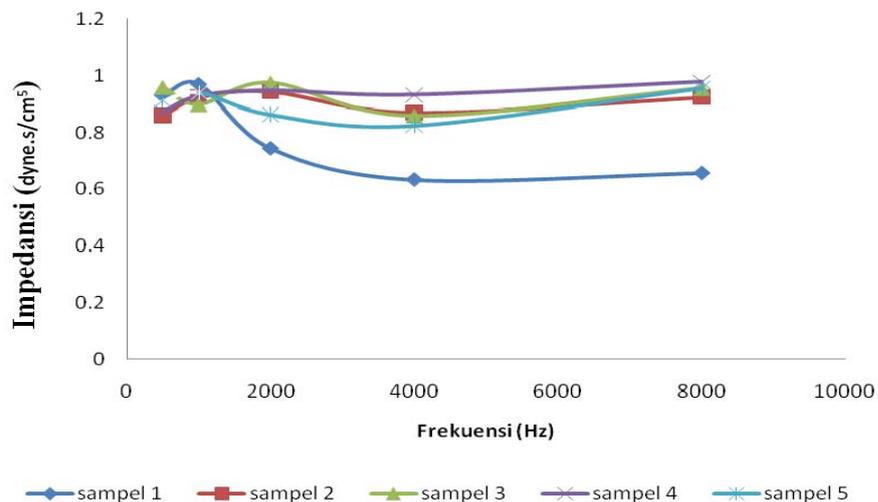


Gambar 2 Hubungan koefisien absorpsi bunyi (α) pada material serat alam ampas tebu terhadap frekuensi (Hz).

3.2 Pengaruh frekuensi terhadap impedansi akustik

Dari Gambar 3 dapat dilihat nilai impedansi akustik tertinggi terjadi pada frekuensi 1000 Hz dengan nilai impedansi akustiknya $0,9698 \text{ dyne.s/cm}^5$ dan nilai impedansi akustik terendah terdapat pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai $0,6331 \text{ dyne.s/cm}^5$. Pada sampel 2 dan 3 impedansi akustik tertinggi terdapat pada frekuensi 2000 Hz, tetapi pada frekuensi 4000 Hz terjadi penurunan impedansi akustik menjadi $0,8700 \text{ dyne.s/cm}^5$ dan $0,8578 \text{ dyne.s/cm}^5$, dan mengalami peningkatan nilai impedansi akustik pada frekuensi 8000 Hz. Pada sampel 4 dan 5 impedansi tertinggi terdapat pada frekuensi 8000 Hz. Sampel ke 4 memiliki nilai impedansi terendah pada frekuensi 500 Hz dengan nilai impedansi akustiknya $0,8717 \text{ dyne.s/cm}^5$ sedangkan sampel ke 5 memiliki impedansi akustik terendah pada frekuensi 4000 Hz dengan nilai impedansi akustiknya $0,8246 \text{ dyne.s/cm}^5$.

Dari data yang diperoleh, dapat diketahui bahwa nilai impedansi akustik bergantung pada frekuensi dan massa serat, dimana semakin bertambahnya massa serat dan frekuensi, maka impedansi akustik akan semakin tinggi seperti terdapat pada sampel 4 dan 5. Tetapi, pada sampel 1, 2 dan 3 tidak berlaku, disebabkan massa serat dan matrik dari sampel yang kurang optimum.



Gambar 3 Hubungan impedansi akustik terhadap frekuensi (Hz)

4. KESIMPULAN

Koefisien absorpsi bunyi tertinggi yaitu 0,961 pada frekuensi 1000 Hz didapatkan pada sampel ke 4 dengan massa serat ampas tebu 1 g. Nilai impedansi akustik tertinggi yaitu $0,9774 \text{ dyne.s/cm}^5$ pada frekuensi 8000 Hz terdapat pada sampel 4. Serat ampas tebu ini sangat cocok digunakan pada ruangan audio karena memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi yang cukup tinggi pada frekuensi 1000 Hz.

DAFTAR PUSTAKA

- Doelle, E. dan Leslie, L., 1993, *Akustik Lingkungan*, Erlangga, Jakarta.
- Farid, M., Putra, A., Abdullah, Y., Efendy, H., Ayob, R., dan Sajidin, M., 2013, Utilizing Sugarcane Wasted Fibers As A Sustainable Acoustic Absorber, *Procedia Engineering*, Volume 53, Elsevier, hal 632-638.
- Indriani, H. dan Sumiarsih, E., 1992, *Budidaya Pengelolaan dan Pemasaran Rumput Laut*, Penebar Swadaya, Jakarta.

4. Kartikaratri, Y. M., Agus, S., dan Hendri, W., 2012, Pembuatan Komposit Serat Serabut Kelapa Dan Resin Fenol Formadehide Sebagai Material Peredam Akustik, *Jurnal Berkala Fisika*, Vol. 15, No. 3, UNDIP, hal 87-90.
5. Sinaga, D., Defriyanto, I., dan Krisman, M., Pengukuran koefisien Absorpsi Bunyi dari Limbah Batang Kelapa Sawit, *Jurnal Fisika*, UNRI, vol. 9, No. 5, hal 415-423.
6. Surdia, T. dan Saito, S., 1995, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
7. Wirajaya, A., 2007, Karakteristik Komposit Sandwich Serat Alami sebagai Absorber Suara, *Tesis Program Magister*, Sekolah Pasca Sarjana, ITB, Bandung.