

Pengaruh Desain Permukaan Serat Bambu terhadap Koefisien Absorpsi dan Impedansi Akustik

Nova Fitriani, Elvaswer*

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:

Diajukan: 3 Oktober 2022
Direvisi: 22 September 2022
Diterima: 7 Oktober 2022

Kata kunci:

Frekuensi
Impedansi Akustik
Koefisien Absorpsi
Serat Bambu

Keywords:

frequency
acoustic impedance
absorpsi coefficient
bamboo fiber

Penulis Korespondensi:

Elvaswer
Email: elvaswer@sci.unand.ac.id

ABSTRAK

Kebisingan menjadi permasalahan yang sangat mengganggu dalam kehidupan sehari-hari terutama dilingkungan pendidikan. Pencegahan kebisingan pada ruangan sangat diperlukan, oleh sebab itu dilakukan penelitian tentang pengaruh desain permukaan serat bambu terhadap koefisien absorpsi dan impedansi akustik menggunakan metode tabung. Komposit yang digunakan berbahan dasar serat bambu dengan matriks tepung kanji. Material komposit diberi perlakuan variasi desain permukaan yang berbeda untuk setiap sampelnya. Perlakuan pertama desain permukaan datar, kedua desain permukaan berlobang, ketiga desain permukaan datar dicat 1kali, dan keempat desain permukaan datar dicat 3 kali. Frekuensi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, dan 8000 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa koefisien bunyi tertinggi tinggi yaitu 0,99 pada frekuensi 1000 Hz untuk sampel berbentuk serat padat. Nilai impedansi tertinggi terdapat pada serat dengan desain permukaan berlobang pada frekuensi 1000 Hz yaitu 1,88 dyne.s/cm³.

Noise is a very disturbing problem in everyday life, especially in the educational environment. Noise prevention in the room is very necessary, therefore a study was conducted on the effect of variations in the surface design of bamboo fiber on the absorption coefficient and acoustic impedance using the tube method. The composite made from bamboo fiber-based composite with a starch matrix. Composite materials were treated with different surface design variations for each sample. First namely flat surface design, second perforated surface design, third flat surface design painted once, and fourth flat surface design painted 3 times. The frequencies used in this study are 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, and 8000 Hz. The results showed that the highest sound coefficient was 0.99 at a frequency of 1000 Hz for the sample in the form of solid fiber. The highest impedance value is found in the fiber with a perforated surface design at a frequency of 1000 Hz, namely 1.88 dyne.s/cm³

Copyright © 2023 Author(s). All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Kebisingan masih menjadi permasalahan yang sangat mengganggu di berbagai bidang dalam kehidupan sehari-hari, oleh karena itu upaya dalam mengatasi kebisingan sangat diperlukan. Bahan-bahan yang dapat mengabsorpsi kebisingan dapat diperoleh dari serat sintetis dan serat alam. Beberapa serat sintetis yang digunakan saat ini untuk mengabsorpsi suara yaitu *glasswool*, *rockwool* dan bahan berpori lainnya yang dapat mengabsorpsi suara. Penggunaan serat sintetis dikhawatirkan akan berdampak buruk bagi kesehatan manusia dalam penggunaan jangka panjang, disamping itu pembuatan serat sintetis membutuhkan biaya yang cukup besar. Sedangkan penggunaan serat alam lebih murah, ramah lingkungan dan tidak akan berdampak pada kesehatan manusia dalam penggunaan jangka panjang. Salah satu bahan yang berasal dari serat alam yaitu serat bambu. Tanaman bambu mudah didapat dari hutan dan perkebunan masyarakat.

Penelitian tentang pengguna bubuk bambu telah dilakukan oleh Mutia et al., (2016). Dari hasil uji diketahui bahwa pada frekuensi acuan (5000 Hz) komposit pulp dan serat bambu memberikan koefisien serap bunyi maksimum (α) sebesar 0,28 dan 0,77. Hasil ini dapat memenuhi standar minimal koefisien serap bunyi sesuai ISO 11654:1997 ($\alpha = 0,25$). Terutama komposit epoksi/serat bambu, karena mampu meredam suara sampai 97% pada frekuensi 2500 Hz, dan lebih ringan (berat jenisnya < 1).

Endi (2019) telah melakukan penelitian menggunakan serat batang bambu petung berdasarkan arah orientasi pemasangan serat. Hasil penelitian tersebut didapatkan nilai koefisien absorpsi suara tertinggi diperoleh dalam komposit dengan variasi serat acak dengan koefisien 0,49 pada frekuensi 6500 Hz, sesuai dengan standar ISO 11654.

Anidia (2019) telah melakukan penelitian menggunakan serat bambu dengan pengaruh fraksi volume, dari hasil penelitian didapat pada frekuensi 6300 Hz rasio redaman suara meningkat seiring dengan kenaikan fraksi serat. Rasio penyerapan suara terbaik adalah 0,41 pada spesimen uji fraksi volume serat 15%.

Fajar (2018) melakukan penelitian menggunakan serat bambu dengan variasi orientasi susunan serat sebagai material mengabsorpsi suara. Dari hasil penelitian nilai koefisien penyerapan suara terbesar terdapat pada komposit dengan orientasi susunan serat anyam dengan nilai $\alpha = 0,52$ pada frekuensi 5000 Hz sesuai dengan standar ISO 11654.

Aditya (2018) telah melakukan penelitian menggunakan serat bambu dengan variasi matriks. Dari penelitian ini didapat nilai koefisien penyerapan suara terbesar terdapat pada komposit yang menggunakan matriks Epoxy Lunak Adhesive dengan nilai $\alpha(\text{NAC}) = 0,48$ pada frekuensi 2500 Hz sesuai standar ISO S11654 : 1997.

Berdasarkan hal di atas penelitian yang dilakukan ini menggunakan serat bambu sebagai bahan dasar pembuatan panel akustik. Matriks yang digunakan adalah tepung kanji yang mempunyai sifat perekat. Pada penelitian ini akan dibuat sampel dengan variasi desain permukaan serat, desain permukaan berlobang, desain permukaan dicat 1 kali, dan desain permukaan dicat 3 kali. Metode yang digunakan adalah metode tabung dengan besar frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz.

II. METODE

Alat yang digunakan dalam perancangan ini meliputi Tabung Impedansi, penguat (*Amplifier*), osiloskop, sumber suara (*Loudspeaker*), generator sinyal (*signal generator*), mikrofon, cetakan sampel, *hot press*, neraca digital, wadah pengaduk sampel dan spatula. Bahan yang digunakan meliputi serat bambu, tepung kanji, air dan *Aluminium Foil*.

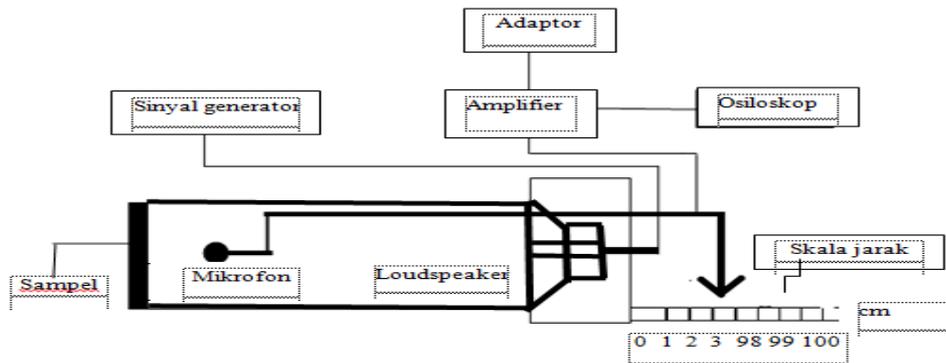
2.1 Pembuatan Komposit Serat Bambu dengan Tepung Kanji

Pembuatan komposit serat bambu dengan tepung kanji dilakukan menggunakan mesin hotpress. Pengolahan serat bambu dilakukan secara manual, bambu ditebang lalu dipotong dengan panjang 30cm, dibelah menjadi beberapa bagian kemudian dihancurkan hingga menghasilkan serat lalu dibersihkan dan dijemur menggunakan sinar matahari. Perbandingan serat bambu dengan matriks tepung kanji ditambah air adalah 70% : 30%. Serat bambu dan campuran tepung kanji dan air diaduk hingga tercampur rata lalu dimasukkan ke dalam cetakan sampel. Cetakan sampel terlebih dahulu dilapisi dengan *aluminium foil* supaya sampel tidak menempel pada cetakan. Sampel ditekan menggunakan *hot packing press* selama 30 menit pada suhu 150 °C dan didinginkan kurang lebih 2 sampai dengan 3 jam.

Sampel diatur sesuai dengan bentuk variasi desain permukaan serat, berongga, dilapisi cat 1 kali dan dilapisi cat 3 kali.

2.2 Pengujian Koefisien Absorpsi dan Impedansi Menggunakan Tabung Impedansi

Pengujian akustik dilakukan dengan menggunakan tabung impedansi, disamping penggunaannya yang mudah tabung impedansi dapat mengetahui kemampuan material serat bambu dalam pengendalian kebisingan. Tabung impedansi yang digunakan terbuat dari besi dengan diameter tabung 8cm yang dilengkapi dengan beberapa alat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema rangkaian tabung impedansi

Prinsip kerja tabung impedansi adalah bunyi dibangkitkan oleh generator, diteruskan melalui *loudspeaker* yang akan disalurkan melalui tabung sampai ke permukaan sampel. Setelah menyentuh permukaan sampel bunyi akan diserap dan dipantulkan. Sebagian bunyi yang dipantulkan akan menyentuh mikrofon yang berada di dalam tabung dan bunyi akan tertangkap mikrofon dan menghasilkan keluaran pada osiloskop. Frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah 500Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz.

2.3 Pengambilan Data

Mikrofon digeser menjauhi sampel sehingga pada osiloskop menunjukkan amplitudo tekanan maksimum ($A+B$). Kemudian dilakukan pengukuran dan digeser lagi sehingga tampilan osiloskop menunjukkan amplitudo tekanan minimum ($A-B$). Mikrofon digeser dari sampel hingga menunjukkan jarak amplitudo minimum pertama (d_1), kemudian digeser lagi sehingga menunjukkan jarak amplitudo minimum kedua (d_2) yang diukur dalam cm.

2.4 Pengolahan data

Pengolahan data pada metode tabung impedansi yaitu untuk menentukan nilai koefisien absorpsi bunyi yang diperoleh dari amplitudo tekanan maksimum ($A+B$) dan amplitudo tekanan minimum ($A-B$). Perbandingan amplitudo tekanan ini disebut rasio gelombang tegak (*Standing Wave Ratio*, *SWR*). Secara matematis persamaan rasio gelombang tegak dapat dinyatakan dengan Persamaan 1:

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

dengan *SWR* adalah rasio gelombang tegak, ($A+B$) adalah amplitudo tekanan maksimum, dan ($A-B$) adalah amplitudo tekanan minimum. Koefisien absorpsi bunyi (α) dinyatakan pada Persamaan 2:

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

Dengan α adalah koefisien absorpsi bunyi dan *SWR* adalah rasio gelombang tegak.

Nilai impedansi akustik dinyatakan dengan Persamaan 3:

$$Z_s = \coth(\psi_1 + i\psi_2)\rho c \quad (3)$$

dengan Z_s adalah impedansi akustik (dyne.s/cm^5), ρ merupakan kerapatan udara (kg/m^3), dan c adalah kecepatan bunyi di udara (m/s). ρc merupakan impedansi karakteristik udara. ψ_1 dan ψ_2 adalah besaran kompleks saat kondisi refleksi sampel uji panel serat bambu. Untuk dapat menentukan nilai impedansi akustik sampel terlebih dahulu harus menentukan nilai ψ_1 dan ψ_2 . Nilai ψ_1 dinyatakan dengan persamaan 4 dan nilai ψ_2 dinyatakan dengan Persamaan 5 :

$$\psi_1 = \coth^{-1}\left[\log\left[\frac{SWR}{20}\right]\right] \quad (4)$$

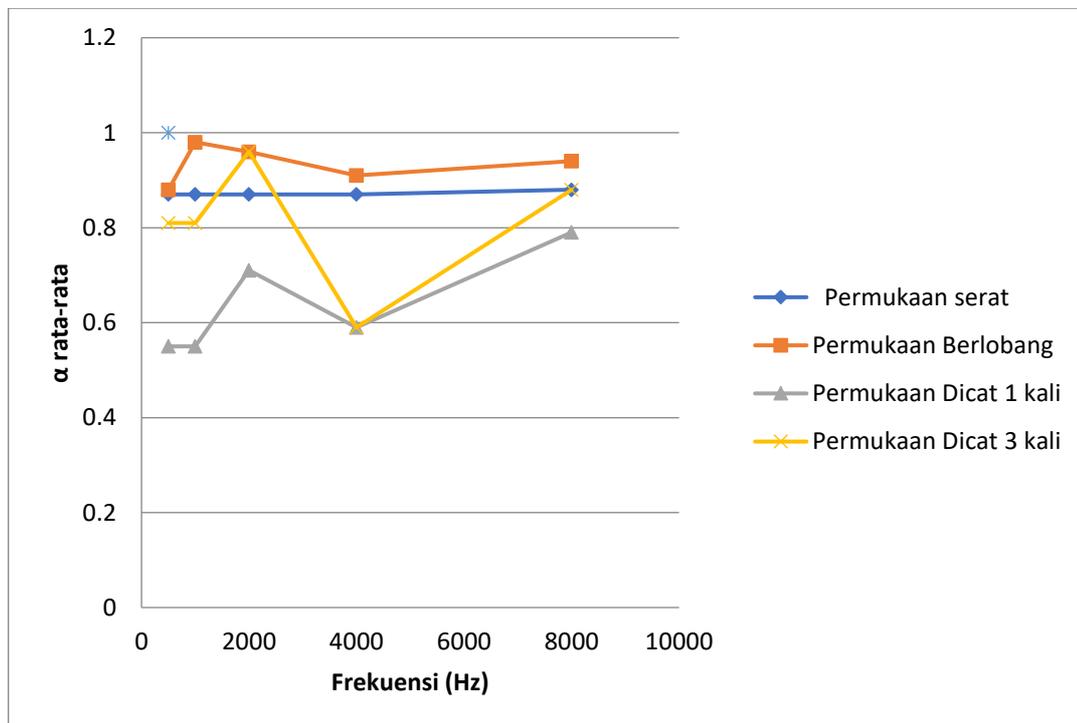
$$\psi_2 = \pi\left[\frac{1}{2} - \frac{d_1}{d_2}\right] \quad (5)$$

dengan d_1 adalah jarak amplitudo minimum pertama dari sampel (cm), d_2 adalah jarak amplitudo minimum kedua dari sampel (cm).

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Koefisien Absorpsi Bunyi

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan untuk menentukan koefisien absorpsi bunyi sampel pada tiap rentang frekuensi didapat berbeda-beda. Koefisien bunyi naik karena sampel memiliki rongga banyak sehingga gelombang bunyi mudah masuk dan diserap oleh material akustik, sedangkan koefisien turun disebabkan material tersebut padat sehingga gelombang bunyi sulit masuk dan diserap material akustik. Hasil pengukuran dan perhitungan diperlihatkan pada gambar 1.



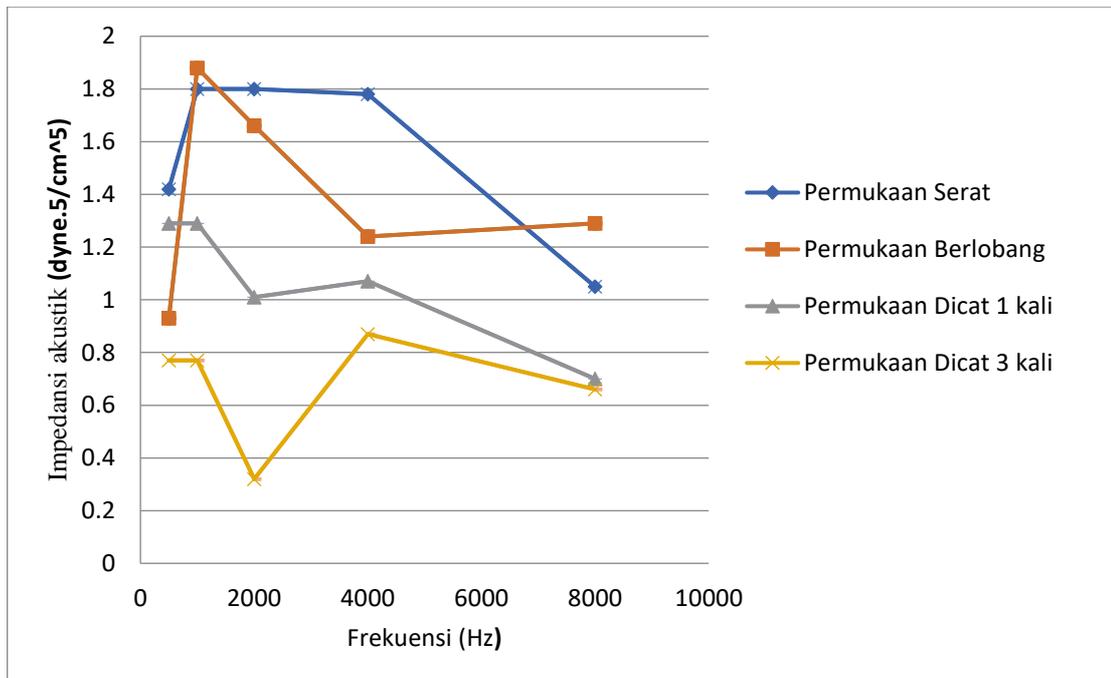
Gambar 1 Hubungan koefisien absorpsi bunyi (α) pada panel serat bambu terhadap frekuensi (Hz)

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa hubungan koefisien absorpsi bunyi pada serat bambu terhadap frekuensi yang didapat setiap sampel berbeda-beda. Koefisien bunyi paling tinggi yaitu 0,99 pada frekuensi 1000 Hz untuk sampel dengan desain permukaan berserat. Hal ini disebabkan karena semakin banyak rongga pada sampel maka semakin banyak gelombang bunyi yang diserap sehingga amplitudo gelombang pantul kecil. Amplitudo gelombang pantul kecil maka koefisien absorpsi bunyi

menjadi besar. Hasil koefisien absorpsi bunyi pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil yang didapat dari beberapa penelitian sebelumnya. Seperti pada penelitian Mutia (2014) didapat $\alpha = 0,77$, Endi (2019) didapat $\alpha = 0,49$, Anidia (2019) didapat $\alpha = 0,41$, Fajar (2018) didapat $\alpha = 0,52$ dan Aditya (2018) didapat $\alpha = 0,48$.

3.2 Impedansi Akustik

Nilai impedansi akustik pada serat bambu dihitung dengan menggunakan persamaan (3). Secara umum nilai impedansi akustik yang didapat tidak beraturan atau acak. Hasil pengukuran dan perhitungan nilai impedansi akustik panel serat bambu diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Hubungan impedansi akustik (Z) terhadap Frekuensi

Berdasarkan Gambar 2 nilai impedansi tertinggi terdapat pada serat dengan desain permukaan berlobang pada frekuensi 1000 Hz yaitu 1.88 dyne.s/cm^3 hal ini disebabkan karena terjadi penyerapan bunyi yang besar sementara gelombang bunyi yang dipantulkan sedikit yang menyebabkan nilai penyerapan bunyi lebih tinggi. Pada saat terjadinya penyerapan yang besar gelombang bunyi yang dipantulkan sedikit yang menyebabkan nilai penyerapan bunyi lebih tinggi. Tingginya nilai penyerapan bunyi diikuti pula oleh nilai impedansi akustiknya yang juga menjadi tinggi. Nilai impedansi terendah terdapat pada serat dengan desain permukaan dicat 3 kali yaitu $0,32$ pada frekuensi 2000 Hz.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari empat variasi sampel desain permukaan yang digunakan untuk material akustik menggunakan pengikat berbahan alami tepung kanji koefisien absorpsi bunyi sebanding dengan nilai impedansi akustik. Desain permukaan berlobang memiliki koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik terbaik pada frekuensi 1000 Hz yaitu $0,99$ dan $1,88 \text{ dyne.s/cm}^3$ sehingga paling tepat digunakan untuk pengabsorpsi kebisingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, R.. (2018), "Komposit Serat Bambu Dengan Variasi Orientasi Susunan Serat Sebagai Material Alternatif Peredam Suara", *Skripsi S1, Universitas Sanata Darma, Yogyakarta*, pp. 1–89.
- Anidia, R.M.. (2019), "Pengaruh Fraksi Volume Serat Bambu terhadap Kemampuan Peredam Akustik Pada Komposit Unidirectional Serat/Polyester".

- Endi, K.. (2019), “Analisa Tingkat Redaman Bunyi Komposit Serat Batang Bambu Petung Berdasarkan Orientasi Arah Pemasangan Serat”.
- Fajar, Y.B.. (2018), “Komposit Serat Bambu Dengan Variasi Jenis Matriks sebagai Material Alternatif Peredam Suara”.
- Mutia, T., Sugesty, S., Hardiani, H., Kardiansyah, T. and Risdianto, H. (2016), “Potensi Serat Dan Pulp Bambu Untuk Komposit Peredam Suara”, *Jurnal Selulosa*, Vol. 4 No. 01, available at:<https://doi.org/10.25269/jsel.v4i01.54>.