

## Pengaruh Densitas Panel Serat Ampas Tebu terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik

Titit Puspita Sari, Elvaswer\*

Laboratorium Material,

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

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 03 Januari 2020

Direvisi: 14 Januari 2020

Diterima: 17 Januari 2020

#### Kata kunci:

koefisien absorpsi bunyi  
impedansi akustik  
serat ampas tebu  
resin epoksi  
matriks  
frekuensi.

#### Keywords:

sound absorption coefficient  
acoustic impedance  
bagasse fiber  
epoxy resin  
Matrix  
frequency

#### Penulis Korespondensi:

Elvaswer

Email: [elvaswer@sci.unand.ac.id](mailto:elvaswer@sci.unand.ac.id)

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh densitas panel serat ampas tebu terhadap koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik. Metode yang digunakan yaitu metode tabung pada komposit berbahan dasar serat ampas tebu dengan matriks resin epoksi. Material komposit tersebut diberi perlakuan densitas yang berbeda untuk setiap sampel dengan tebal setiap sampel sama yaitu 0,5 cm. Material uji dibuat dengan densitas yang berbeda yaitu 0,38 g/cm<sup>3</sup>, 0,44 g/cm<sup>3</sup>, 0,57 g/cm<sup>3</sup>, dan 0,62 g/cm<sup>3</sup>. 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 dengan densitas 0,44 g/cm<sup>3</sup> paling tinggi terjadi pada frekuensi 4000 Hz yakni 0,98 dan sampel dengan densitas 0,62 g/cm<sup>3</sup> memiliki nilai koefisien absorpsi paling rendah pada frekuensi 500 Hz dengan nilai 0,56. Nilai impedansi akustik tertinggi terjadi pada densitas 0,57 g/cm<sup>3</sup> yaitu pada frekuensi 1000 Hz dengan nilai 1.27 dyne/cm<sup>2</sup>. Panel serat ampas tebu ini sangat cocok digunakan pada ruangan audio karena memiliki nilai koefisien absorpsi yang cukup tinggi pada frekuensi 4000 Hz.

*Research on the effect of the density of sugarcane bagasse fiber on the sound absorption coefficient and acoustic impedance has been conducted. The method used is the tube method on the composite based on sugarcane bagasse with epoxy resin matrix. The composite material was given by a different density treatment for each sample with the same thickness of each sample that is 0.5 cm. The test material makes with different densities namely densities of 0.38 g/cm<sup>3</sup>, 0.44 g/cm<sup>3</sup>, 0.57 g/cm<sup>3</sup>, and 0.62 g/cm<sup>3</sup>. The frequency used in this study is 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, 8000 Hz. The results showed that the sound absorption coefficient value with the highest 0.44 g/cm<sup>3</sup> density occurred at 4000 Hz frequency, 0.98 and the sample with 0.62 g/cm<sup>3</sup> density had the lowest absorption coefficient value at 500 Hz frequency with value of 0.56. The highest acoustic impedance value occurs at a density of 0.57 g/cm<sup>3</sup>, ie at a frequency of 1000 Hz with a value of 1.27 dyne.s/cm<sup>2</sup>. This bagasse fiber panel is very suitable for use in audio rooms because it has a high absorption coefficient value at a frequency of 4000 Hz.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan salah satu masalah yang perlu diatasi karena sumber bunyi yang tidak terkendali mengakibatkan kesulitan untuk mendengar bunyi dengan jelas. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi kebisingan adalah menggunakan bahan-bahan absorpsi bunyi. Bahan yang banyak digunakan untuk absorpsi bunyi ditempatkan sebagai pelapis dinding dan plafon. Bahan-bahan tersebut berperan dalam akustik sebagai peredam kebisingan. Masalah akustik dapat diatasi dengan menggunakan berbagai bahan material akustik. Penggunaan material akustik yang dapat mengabsorpsi kebisingan adalah bahan yang berasal dari serat sintesis maupun serat alam. Salah satu bahan yang berasal dari serat alam adalah serat ampas tebu.

Ampas tebu memiliki kandungan karbon 90% dan silika 10% (Zahid dkk., 2013). Kandungan karbon berperan penting dalam penyerapan bunyi karena dapat mengubah energi gelombang menjadi energi panas (Seddeq, 2009). Serat ampas tebu merupakan limbah organik yang banyak dihasilkan di pabrik-pabrik pengolahan gula tebu di Indonesia. Serat ini memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi selain merupakan hasil limbah pabrik gula tebu, serat ini juga mudah didapat, murah, dan tidak membahayakan kesehatan, dapat terdegradasi secara alami (*biodegradability*) Yudo dan Jatmiko (2008). Analisis kinerja akustik ampas tebu mengabsorpsi bunyi berbasis limbah yang telah dilakukan dengan menggunakan ASTM E-1050-98 Anggraini (2010).

Kinerja komposit akustik ampas tebu didasarkan pertimbangan bahwa komposit serat ampas tebu merupakan panel akustik yang dapat diaplikasikan pada ruang bangunan. Material penyerap bunyi mempunyai beberapa parameter akustik yang merupakan besaran yang dapat diukur sebagai sifat dan kinerja material. Besaran tersebut yaitu koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik.

Karlinasari dkk., (2012) menemukan bahwa papan partikel dengan kepadatan rendah memiliki kinerja yang baik sebagai penyerap bunyi. Nilai koefisien absorpsi bunyi 0,4, dapat menyerap bunyi sebanyak 40% sedangkan absorpsi bunyi yang dipantulkan 60%. Nilai koefisien absorpsi bunyi pada densitas 0,5 g/cm<sup>3</sup> yaitu 0,7 pada frekuensi 2500 Hz dan 0,8 g/cm<sup>3</sup> yaitu 0,5 pada frekuensi 1250 Hz dengan variasi sedang.

Penelitian tentang material akustik menggunakan serat ampas tebu telah diteliti oleh Kristiani, dkk., (2014) untuk mengetahui pengaruh ketebalan terhadap koefisien absorpsi bunyi serat ampas tebu menggunakan matriks lem PVAc. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi berada pada tebal 1 cm yaitu 0,57. Semakin kecil nilai ketebalan sampel maka koefisien absorpsi bunyi semakin tinggi.

Pada penelitian Puspitarini, dkk (2014) material absorpsi bunyi dibuat dengan cara mencampurkan serat ampas tebu dengan PVA cair dengan 6 macam variasi ketebalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi optimal sebesar 0,89 pada frekuensi 600 Hz dengan ketebalan sampel 0,26 cm dan densitas 0,33g/cm<sup>3</sup>.

Penelitian sebelumnya menggunakan material akustik dari serat ampas tebu (Suban dan Frid 2015). Serat ampas tebu digunakan untuk membuat panel akustik dengan variasi panjang serat. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin pendek ukuran panjang serat, semakin tinggi nilai koefisien absorpsi bunyi. Nilai koefisien absorpsi bunyi dengan matriks gipsum serat ampas tebu berukuran 10 mm lebih tinggi dari pada serat ampas tebu berukuran 30 mm. Koefisien absorpsi masing-masing yaitu 0,155 dan 0,083 pada frekuensi 4000 Hz.

Pada penelitian Yuliantika dan Elvaswer (2018) sampel panel akustik dibuat dari serat kayu meranti dengan variasi lembaran dan panjang serat. Hasil penelitian menunjukkan nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi adalah 0,95 berada pada frekuensi 1000 Hz dengan lebar dan panjang 0,5 cm dan 2 cm. Nilai impedansi akustik paling tinggi yaitu 1,79 pada frekuensi 1000 Hz dengan lebar yang kecil yaitu 0,5 cm.

Penelitian material sebagai peredam kebisingan banyak dilakukan dengan memvariasikan panjang dan lebar serat akan diuji, sedangkan penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan densitas pada sampel ampas tebu, karena koefisien absorpsi bunyi pada material dapat ditingkatkan dengan densitas yang berbeda. Penelitian yang akan dilakukan dengan memvariasikan densitas yaitu 0,38 g/cm<sup>3</sup>, 0,44 g/cm<sup>3</sup>, 0,57 g/cm<sup>3</sup>, dan 0,62 g/cm<sup>3</sup>. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode tabung.

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh densitas panel sampel serat ampas tebu terhadap koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dan menghasilkan material akustik dengan nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik yang tinggi. Manfaat dari penelitian ini adalah

untuk meningkatkan kegunaan limbah ampas tebu sebagai pengendali kebisingan dan salah satu alternatif material akustik yang dapat mengendalikan kebisingan sehingga dapat meningkatkan kenyamanan dan kesehatan manusia.

## II. METODE

### 2.1 Pembuatan Serat Ampas Tebu

Pada penelitian ini, hal pertama yang dilakukan adalah serat ampas tebu dicuci bersih dengan air terlebih dahulu, kemudian dikeringkan di udara terbuka dengan bantuan sinar matahari selama 5 hari. Setelah itu serat ampas tebu disisir dengan sikat kawat untuk menghilangkan gabus yang menempel dengan serat. Setelah kering serat ampas tebu dipotong dengan ukuran 1 cm. Selanjutnya sampel dibuat dengan pencampuran resin epoksi dengan serat ampas tebu. Perbandingan massa serat ampas tebu dengan resin epoksi sebesar 70% : 30%. Massa didapatkan dari nilai densitas suatu sampel dengan volume dari sampel yang akan di uji. Serat ampas tebu dibuat menjadi sampel material akustik dengan perlakuan densitas, yang dibuat dengan cara cetakan dilapisi dengan *aluminium foil* secara keseluruhan bagian luar dan bagian dalam cetakan agar sampel lebih mudah diambil dari cetakan. Ukuran cetakan yang digunakan pada penelitian berukuran 12x8x2 cm. Kemudian serat ampas tebu dan matriks resin epoksi ditimbang.

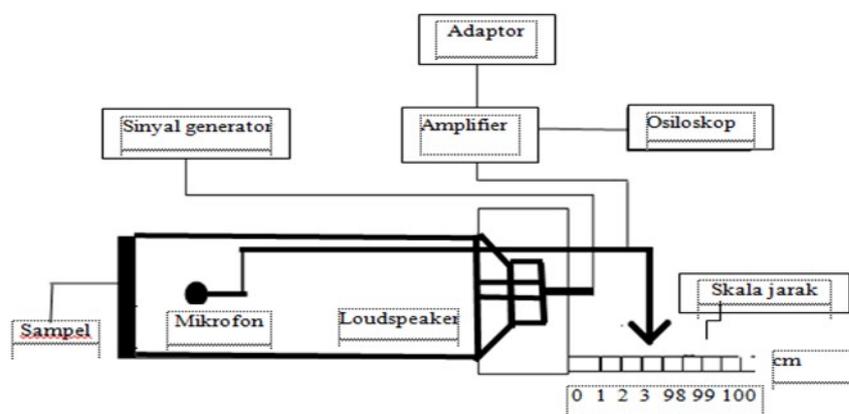
**Tabel 1** Perbandingan massa resin dengan masa serat ampas tebu

Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	Massa Total (gr)	Massa	
		Ampas tebu 70% (gr)	Resin Epoksi 30% (gr)
0,4	19,2	13,44	5,76
0,5	24	16,8	7,2
0,6	28,8	20,16	8,64
0,7	33,6	23,56	10,08

Serat ampas tebu dicampurkan dengan matriks resin epoksi dan diaduk hingga sampel tercampur merata. Komposit diletakkan dalam cetakan dan ditekan menggunakan *Hot press* selama 30 menit pada suhu 150 °C.

### 2.2 Pengujian dengan Metode Tabung Impedansi

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan tabung impedansi untuk mengetahui kemampuan dari komposit serat ampas tebu sebagai bahan pengabsorpsi bunyi. Tabung impedansi yang digunakan terbuat dari besi yang berdiameter 8 cm dan dirangkai seperti Gambar 1. Metode ini dipilih selain karena mudah dalam pengabsorpsiannya, sampel yang digunakan disesuaikan dengan ukuran tabung impedansi.



**Gambar 1** Skema Rangkaian Tabung Impedansi

Prinsip kerja dari metode tabung ini adalah generator sinyal yang dihubungkan dengan *loudspeaker* menghasilkan keluaran berupa bunyi yang memiliki frekuensi tertentu sehingga dapat diatur pada generator sinyal. Pada salah satu ujung tabung diletakkan sampel yang akan diuji nilai koefisien absorpsinya. Mikrofon diletakkan ditengah-tengah diameter tabung menghadap ke sampel material akustik. Mikrofon diletakkan pada sebuah kawat sehingga dapat digeser untuk menentukan amplitudo tekanan maksimum dan minimumnya. Mikrofon diperkuat dengan *amplifier* dan dihubungkan ke osiloskop untuk menampilkan bentuk gelombang yang akan dihitung amplitudo tekanan maksimum dan tekanan minimumnya. Frekuensi yang digunakan adalah frekuensi pada *oktaf-band*, yaitu 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz.

### 2.3 Teknik Pengambilan Data

Teknik pengambilan data dapat dilakukan dengan mikrofon digeser menjauhi sampel sehingga pada osiloskop menunjukkan amplitudo tekanan maksimum (A+B)

$$A + B = Amplitudo_{\max} \times volt / div \times probe \quad (1)$$

kemudian dilakukan pengukuran kemudian digeser lagi sehingga tampilan osiloskop menunjukkan amplitudo tekanan minimum (A-B) dan dilakukan pengukuran.

$$A - B = Amplitudo_{\min} \times volt / div \times probe \quad (2)$$

Mikrofon digeser menjauhi sampel sehingga menunjukkan jarak amplitudo minimum pertama dari sampel ( $d_1$ ) dilakukan pengukuran. Mikrofon digeser lagi sehingga menunjukkan jarak amplitudo minimum kedua dari sampel ( $d_2$ ) dan lakukan pengukuran. Pengambilan data pada sampel pertama selesai, kemudian langkah 1-2 diulangi untuk sampel yang berbeda. Pengukuran koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik untuk masing-masing frekuensi dilakukan sebanyak 3 kali pengambilan data.

### 2.4 Teknik Pengolahan dan Analisa Data

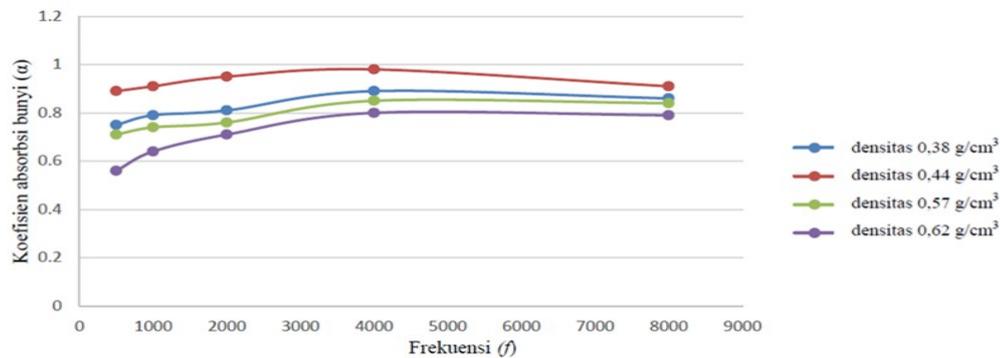
Hasil pengujian pada penelitian ini adalah berupa grafik menunjukkan karakteristik koefisien absorpsi bunyi pada sampel akustik serat ampas tebu terhadap frekuensi. Teknik analisa data dilakukan dengan membandingkan kurva yang terbentuk pada grafik tersebut dengan meninjau pada parameter, yaitu: Nilai koefisien absorpsi material akustik versus frekuensi dan Nilai impedansi akustik versus frekuensi.

## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Hubungan Frekuensi terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi

Nilai koefisien absorpsi bunyi material akustik dari panel serat ampas tebu yang didapatkan dari hasil pengujian tampak bahwa terjadi perubahan akibat variasi-variasi yang diberikan dari nilai amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimum dengan rentang frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz, dan 8000 Hz.

Dari hasil pengukuran yang dilakukan untuk menentukan koefisien absorpsi bunyi material akustik panel serat ampas tebu dengan variasi densitas 0,38 g/cm<sup>3</sup>, 0,44 g/cm<sup>3</sup>, 0,57, g/cm<sup>3</sup> dan 0,62 g/cm<sup>3</sup> berbeda dengan hasil yang telah di tentukan, yang bernilai 0,4 g/cm<sup>3</sup> sampai 0,7 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan karena pengaruh bahan resin epoksi yang menguap dan sera ampas tebu yang tertinggal didalam cetakan sampel. Nilai koefisien absorpsi bunyi tiap frekuensi berbeda-beda. Koefisien asorpsi naik karena material tersebut memiliki rongga banyak sehingga gelombang bunyi mudah masuk dan diserap dalam material akustik, sedangkan koefisien absorpsi turun disebabkan karena material tersebut padat sehingga gelombang bunyi akan sulit masuk kedalam material akustik. Hubungan koefisien absorpsi bunyi terhadap frekuensi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2** Hubungan koefisien absorpsi bunyi ( $\alpha$ ) pada panel serat ampas tebu terhadap Frekuensi ( $f$ )

Gambar 2 menunjukkan hubungan koefisien absorpsi bunyi pada serat ampas tebu terhadap frekuensi. Karakteristik kemampuan absorpsi bunyi panel serat ampas tebu memiliki pola yang identik. Koefisien absorpsi bunyi yang paling tinggi yaitu 0,98 pada frekuensi 4000 Hz untuk sampel dengan densitas 0,44 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan karena semakin kecil nilai densitas sampel maka semakin banyak gelombang bunyi yang akan diserap sampel, sehingga amplitudo gelombang pantul kecil. Amplitudo gelombang pantul kecil maka nilai koefisien absorpsi bunyi menjadi besar. Koefisien absorpsi bunyi yang didapatkan sudah mengalami peningkatan dibandingkan penelitian sebelumnya oleh Karlinasari dkk., (2012) yang material absorpsi bunyi dibuat dari bambu betung dengan nilai koefisien absorpsi bunyi tertinggi 0,7 pada densitas 0,5 g/cm<sup>3</sup> dengan frekuensi 2500 Hz.

Koefisien absorpsi bunyi paling rendah adalah 0,56 pada frekuensi 500 Hz untuk sampel dengan densitas 0,62 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan oleh semakin besar nilai densitas sampel maka semakin sedikit gelombang bunyi yang akan diserap. Hal ini menyebabkan amplitudo gelombang pantul pada densitas 0,62 g/cm<sup>3</sup> lebih besar dibandingkan amplitudo gelombang pantul pada sampel dengan densitas yang lebih kecil.

Koefisien absorpsi bunyi panel serat ampas tebu pada semua sampel meningkat dari frekuensi 500 Hz hingga frekuensi 4000 Hz. Hal ini disebabkan karena adanya disipasi dari energi bunyi menjadi energi panas. Ketika gelombang bunyi memasuki material menyebabkan molekul-molekul udara didalam pori-pori kecil material ikut bergetar. Getaran ini menyebabkan adanya gesekan-gesekan, sehingga akan terjadi perubahan energi menjadi energi panas yang menyebabkan hilangnya energi dari gelombang bunyi. Hilangnya energi gelombang bunyi mengakibatkan amplitudo gelombang pantul melemah, melemahnya amplitudo gelombang pantul mengakibatkan nilai koefisien absorpsi meningkat.

Koefisien absorpsi bunyi pada panel serat ampas tebu pada semua sampel menurun pada frekuensi 8000 Hz. Hal ini disebabkan karena panjang gelombang bunyi lebih pendek, sehingga gelombang bunyi lebih mudah dipantulkan karena mempunyai energi yang lebih besar mengakibatkan amplitudo gelombang pantul besar. Besarnya amplitudo gelombang pantul mengakibatkan bunyi yang dipantulkan lebih tinggi dari pada bunyi yang diserap, sehingga nilai koefisien absorpsi bunyi menurun.

Nilai koefisien absorpsi bunyi panel serat ampas tebu dengan densitas 0,44 g/cm<sup>3</sup>, lebih tinggi dari pada keapatan 0,38 g/cm<sup>3</sup>, pada frekuensi 500 Hz hingga 4000 Hz. Hal ini dikarenakan panel serat dengan densitas 0,44 g/cm<sup>3</sup> struktur materialnya kurang teratur dibandingkan densitas 0,38 g/cm<sup>3</sup>, sehingga turtositinya semakin tinggi, semakin tingginya derajat turtositi maka semakin baik sifat absorpsi bunyi dari suatu material karena aliran udara akan semakin sulit untuk masuk kedalam material sehingga mengakibatkan nilai koefisien absorpsi bunyi meningkat.

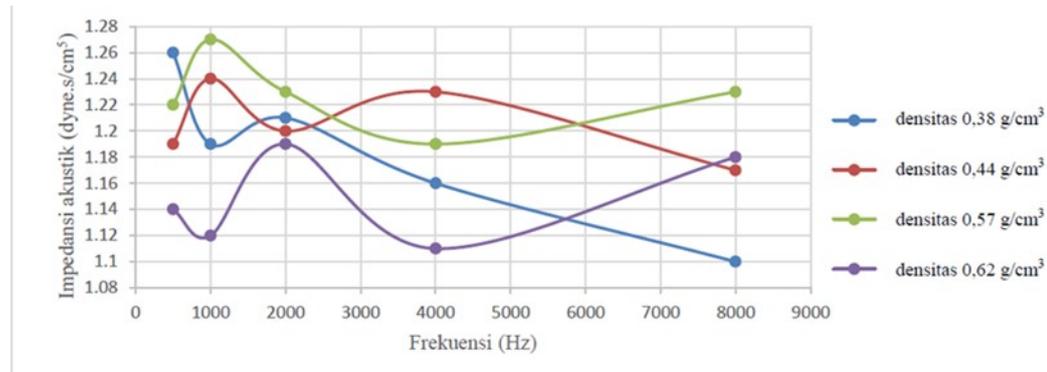
Nilai koefisien absorpsi bunyi panel serat ampas tebu dengan densitas 0,57 g/cm<sup>3</sup>, lebih tinggi dari pada keapatan 0,62 g/cm<sup>3</sup>, pada frekuensi 500 Hz hingga 4000 Hz. Hal ini dikarenakan panel serat ampas tebu dengan densitas 0,57 g/cm<sup>3</sup> memiliki rongga yang lebih besar, rongga besar mengakibatkan suara yang diserap semakin besar, sehingga mengakibatkan nilai koefisien absorpsi bunyi semakin besar.

Nilai koefisien absorpsi bunyi sampel panel akustik serat ampas tebu dengan densitas 0,62 g/cm<sup>3</sup> memiliki nilai yang paling rendah dibandingkan dengan sampel panel akustik serat ampas tebu

dengan densitas  $0,38 \text{ g/cm}^3$ ,  $0,44 \text{ g/cm}^3$ , dan  $0,62 \text{ g/cm}^3$ . Bunyi yang diserap oleh sampel dengan densitas  $0,62 \text{ g/cm}^3$  adalah 0,56 dan yang dipantulkan sebesar 0,44, ini terjadi pada frekuensi 500 Hz.

### 3.2 Hubungan Impedansi Akustik ( $Z$ ) terhadap Frekuensi

Nilai impedansi akustik ( $Z$ ) pada serat ampas tebu dapat dihitung setelah diperoleh nilai *Standing wave ratio* ( $SWR$ ), jarak minimum pertama ( $d_1$ ) dan jarak minimum pertama ke minimum kedua ( $d_2$ ) pada material. Secara umum nilai impedansi akustik yang didapatkan tidak beraturan atau acak. Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan maka diperoleh nilai impedansi akustik panel serat ampas tebu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3



Gambar 3 Hubungan impedansi terhadap frekuensi

Gambar 3 menunjukkan bahwa hubungan impedansi akustik panel serat ampas tebu terhadap frekuensi. Nilai impedansi yang tertinggi terdapat pada sampel dengan densitas  $0,57 \text{ g/cm}^3$  pada frekuensi 1000 Hz yaitu  $1,27 \text{ dyne. s/cm}^5$ . Hal ini disebabkan karena hambatan panel serat ampas tebu dengan densitas  $0,57 \text{ g/cm}^3$  lebih besar dibandingkan dengan lainnya sehingga mengakibatkan nilai impedansi akustiknya tinggi.

Nilai impedansi akustik yang paling rendah yaitu  $1,1 \text{ dyne. s/cm}^5$  pada frekuensi 8000 Hz pada densitas sampel  $0,38 \text{ g/cm}^3$ . Hal ini disebabkan karena hambatan panel serat ampas tebu dengan densitas  $0,38 \text{ g/cm}^3$  paling kecil dibandingkan dengan lainnya, sehingga mengakibatkan impedansi akustik paling rendah.

Nilai impedansi akustik panel serat ampas tebu dengan densitas  $0,38 \text{ g/cm}^3$  lebih tinggi dibandingkan panel serat ampas tebu dengan densitas  $0,62 \text{ g/cm}^3$ . Hal ini dikarenakan panel serat ampas tebu dengan densitas  $0,38 \text{ g/cm}^3$ , memiliki jarak antar muka (*interface*) yang banyak, karena massa sampel yang digunakan semakin sedikit maka nilai koefisien absorpsi bunyi semakin besar, sehingga gelombang bunyi lebih banyak diserap, banyaknya bunyi yang diserap, mengakibatkan nilai hambatan material tinggi, tingginya nilai hambatan material mengakibatkan nilai impedansi akustik tinggi.

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari empat variasi densitas yang dapat digunakan untuk material akustik adalah densitas  $0,44 \text{ g/cm}^3$  dengan nilai koefisien absorpsi bunyi 0,98 pada frekuensi 4000 Hz. Nilai impedansi akustik yang dapat digunakan pada densitas  $0,57 \text{ g/cm}^3$  yaitu  $1,27 \text{ dyne.s/cm}^5$  pada frekuensi 1000 Hz.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, S. A., Pengujian Serapan Akustik Blok Berbahan Dasar Ampas Tebu, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2010.
- Karlinasari, L., Hermawan, D., Maddu, A., Martianto, B., Lucky, L.K., Nugroho, N., dan Hadi, Y.S., Acoustical Properties of Particleboards Made From Betung Bamboo (*Dendracalamus asper*) As Bulding Construction Materil, 7(4), hal. 5700-5709, 2012.

- Kristiani, R., Yahya, I., dan Harjana, Kinerja Serapan Bunyi Komposit Ampas Tebu Berdasarkan Variasi Ketebalan dan Jumlah *Quarter Wavelength Resonator* terhadap Kinerja Bunyi, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, 10(1), hal. 14-18, 2014.
- Puspitarini, Y., Musthofa A.S, F., Yulianto, A., Koefisien Serap Bunyi Ampas Tebu Sebagai Bahan Peredam Suara, *Jurnal Unnes*, 4(2), hal. 96-100, Semarang, Indonesia, 2014.
- Seddeq, S. Hoda, Factors Influencing Acoustic Performance of Sound Absorptive Materials, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(2), hal. 4610-4617, 2009.
- Suban, S.L. dan Farid, M., Pengaruh Panjang Serat terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara dan Sifat Mekanik Komposit Serat Ampas Tebu dengan Matriks Gypsum, *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), hal. 2301-9271, 2015.
- Yudo, H dan Jatmiko, S., Analisa Teknis Kekuatan Mekanis Material Komposit Berpenguat Serat Ampas Tebu (*bagasse*) Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Dan Impak, *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan* 5(2), hal. 95-101, 2008.
- Yuliantika, S dan Elvaswer, Karakterisasi Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik dari Limbah Serat Kayu Meranti Merah (*Shorea Pinanga*) dengan Menggunakan Metode Tabung, *Jurnal Ilmu Fisika*, 10(1), hal.28-37, 2018.
- Zahid, L., F. Malek, H., Normikman, N.A.M., Affendi, A. Ali, N., Hussin, B.H. Ahmad & M.Z.A.A. Aziz., Development Of Pyramidal Microwave Absorber Using Sugar Cane *Bagasse* (SCB). *Progress In Electromagnetics Research*, 137(1), hal. 687-702, 2013