

PENGUJIAN KARAKTERISTIK ABSORPSI DAN IMPEDANSI MATERIAL AKUSTIK SERAT ALAM MENGGUNAKAN METODE TABUNG

Rafika Andari¹,

¹ Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang
e-mail address: rafika.andari09@gmail.com

ABSTRACT

The aims of this research were to determine the composite sound absorption coefficient from sawdust, rice bran, and coconut log dust; and also to determine their acoustical impedance so that they can be used as absorption materials or noise reducer. This research began with the making of composite from natural fibers basic composition. After the process of composite material making was finished, it was followed by testing process. Before the testing process, tools assembly and calibrations were done. The tools were impedance cylinder and other supporting tools. After the assembly and calibration, material testing was done. Test results showed that natural fibers mixed with glue had good sound absorption coefficient value in frequency range of 400 – 1200 Hz. Meanwhile, in the frequency of 200 Hz, the value was not changed significantly. The highest value of sound absorption coefficient was from material which has bigger pores. Besides the absorption coefficient, acoustical impedance was also tested. The result showed that the same composition of natural fibers and glue had bigger impedance value than the lower glue composition. This was caused by the filling of most pores by glue.

Key words: *absortion, impedance acoustic material, natural fibers, cylindrical method*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan koefisien absorpsi bunyi komposit dari serbuk gergaji, dedak padi dan serbuk kelapa serta menentukan impedansi akustiknya, sehingga dapat digunakan sebagai material absorpsi, yaitu material yang berguna untuk meredam bunyi atau kebisingan. Penelitian ini diawali dengan pembuatan komposit dengan material dasar serat alam. Setelah pembuatan material komposit selesai kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian. Untuk pengujian, sebelumnya dilakukan perakitan dan kalibrasi alat untuk pengujian yaitu tabung impedansi dan alat pendukung lainnya. Setelah perakitan dan kalibrasi alat selesai dilakukan kemudian pengujian terhadap material uji yang telah dibuat dilakukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa material serat alam yang dicampur dengan lem memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi yang baik pada rentang frekuensi 400-1200 Hz. Sedangkan pada frekuensi 200 Hz nilainya tidak berubah secara signifikan. Nilai koefisien absorpsi bunyi yang tinggi dimiliki oleh material dengan pori-pori yang lebih besar. Selain koefisien absorpsi juga dilakukan pengujian nilai impedansi akustik. Hasilnya menunjukkan bahwa komposisi yang sama antara serat alam dengan lem memiliki nilai impedansi yang lebih besar dibandingkan dengan komposisi lem yang lebih rendah. Hal ini disebabkan oleh pengisian sebagian besar pori-pori oleh lem.

Kata Kunci: *absorsi, impedansi, material akustik, serat alam, metode tabung*

1. PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan suatu polusi bunyi yang semakin lama cenderung bertambah tinggi. Sumber kebisingan akibat bunyi sangat banyak antara lain dari

kendaraan, industri, pesawat terbang dan sebagainya. Kebisingan ini dapat dikendalikan antara lain dengan mengabsorpsi kebisingan tersebut dengan berbagai material akustik, misalnya pemilihan material bangunan, perencanaan, penempatan, orientasi ruang, dan

sebagainya. Material serat alam seperti serat kelapa dan serat rami menunjukkan kinerja akustik yang baik, yaitu dari segi penyerapan bunyinya yang tidak jauh berbeda dengan material serat sintetis seperti serat gelas (*glass fibre*) *glasswool* dan *rockwool* (Sabri, 2005: 40). Dalam pemilihan material, tidak hanya memperhatikan material selubung bangunan saja, namun juga perlu diperhatikan material insulasi bunyi yang biasanya menggunakan material-material yang sebagian besar masih diimpor dari luar negeri seperti *glasswool*. Untuk mengatasi hal itu, saat ini kita dapat menggantinya dengan material komposit sederhana yang mudah didapatkan dari limbah alam di dalam negeri. Marsh (1999) menyatakan bahwa secara umum material tersebut digolongkan menjadi tiga macam, yaitu: material absorpsi berpori, material absorpsi berbentuk membran, material absorpsi berongga.

Komposit merupakan suatu struktur material yang dapat menggunakan serat sebagai material dasarnya. Serat alam ini digunakan sebagai material penguat (*reinforcement*), yang berfungsi menambah kekuatan dan kekakuan dalam menerima beban yang diinginkan. Serat yang terdapat di alam memiliki sifat-sifat yang cocok sebagai material dasar penguat pada komposit. Serat alam memiliki arah-arah serat yang acak dan sulit diatur. Apabila serat alam digunakan sebagai material dasar komposit, maka kemungkinan material komposit tersebut akan memiliki sifat yang isotropik, yaitu memiliki sifat yang sama dalam segala arah. Selain itu, serat alam pada umumnya memiliki kemampuan untuk menyerap bunyi yang cukup baik (Wirajaya, 2007: 1).

Penyerapan bunyi pada prinsipnya adalah mengubah energi bunyi menjadi energi panas sehingga ketika terjadi proses perubahan tersebut, intensitas bunyi akan semakin mengecil dan dibutuhkan waktu tertentu pada proses tersebut. Ketika bunyi menumbuk suatu batas dari medium yang dilewatinya, maka energi dalam gelombang bunyi dapat dipantulkan, diserap atau diteruskan oleh batas tersebut. Pada umumnya ketiganya terjadi pada derajat tingkat yang berbeda, tergantung pada jenis batas yang dilewatinya (Lord, 1980). Berdasarkan variasi tekanan bunyi terhadap waktu, jenis bunyi digolongkan menjadi dua, yaitu bunyi diskrit dan bunyi acak

(random/broadband) (Ruijgrok, 1993). Kemampuan struktur komposit untuk menyerap bunyi tersebut dapat digunakan untuk mengurangi tingkat kebisingan. Masalah kebisingan ini menjadi perhatian khusus karena dapat menentukan layak tidaknya produk tersebut untuk dilepas di pasaran, khususnya di negara-negara maju. Parameter ambang batas kebisingan merupakan salah satu syarat suatu produk dapat diterima di pasaran.

Menurut Lewis dan Douglas (1993), material akustik dapat dibagi ke dalam tiga kategori dasar, yaitu : material penyerap (*absorbing material*), material penghalang (*barrier material*) dan material peredam (*damping material*). Untuk mengetahui sifat akustik suatu material diperlukan pengujian akustik yang merupakan suatu proses penentuan sifat akustik dalam bentuk penyerapan, refleksi, impedansi, dan transmisi bunyi. Pengujian akustik ini dapat dibedakan berdasarkan tempat pengujiannya menjadi tiga yaitu pengujian di dalam tabung, pengujian dalam ruang dengung, dan pengujian *in-situ*. Penentuan koefisien absorpsi akustik dengan menggunakan metoda tabung dipilih karena sederhana, praktis dan materialnya mudah didapat dibandingkan dengan metode lainnya

Koefisien absorpsi bunyi dinyatakan dalam bilangan antara 0 sampai 1. Nilai koefisien absorpsi 0 menyatakan tidak ada energi bunyi yang diabsorpsi dan nilai koefisien absorpsi 1 menyatakan absorpsi yang sempurna (Doelle, 1985). Pada metode tabung penentuan koefisien absorpsi bunyi (α) dilakukan dengan menghitung perbandingan amplitudo tekanan maksimum ($A+B$) dengan amplitudo tekanan minimumnya ($A-B$). Perbandingan amplitudo tekanan maksimum dengan amplitudo tekanan minimum disebut dengan rasio gelombang tegak (*standing wave ratio / SWR*).

Koefisien absorpsi bunyi ini dihitung dengan cara mengukur tekanan bunyi yang datang pada permukaan material dan yang dipantulkan oleh permukaan material tersebut. Russell (1999) menyatakan koefisien tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut

$$\alpha = 1 - |R|^2 = 1 - \frac{(SWR - 1)^2}{(SWR + 1)^2}$$

dengan R adalah koefisien refleksi bunyi, yang didefinisikan sebagai perbandingan tekanan gelombang bunyi yang dipantulkan terhadap tekanan gelombang bunyi yang datang. Persamaan tersebut menggunakan asumsi bahwa tidak ada bunyi yang ditransmisikan atau diteruskan.

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan koefisien absorpsi bunyi komposit dari serbuk gergaji, dedak padi dan serbuk kelapa serta menentukan impedansi akustiknya, sehingga dapat digunakan sebagai material absorpsi, yaitu material yang berguna untuk meredam bunyi atau kebisingan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Peralatan

2.1.1 Tabung impedansi

Tabung impedansi yang digunakan adalah paralon dengan panjang 125 cm dan diameter 8 cm. Paralon dipilih karena permukaannya cukup halus dan mudah didapatkan dengan harga yang murah dibandingkan dengan tabung gelas. Jika pengukuran dilakukan pada jarak dua amplitudo tekanan minimum berturut-turut dari permukaan sampel, maka panjang tabung l tidak boleh kurang dari (ASTM Designation, 1998) :

$$l = \frac{10058,4}{f_{min}}$$

dengan l dalam cm.

Sedangkan diameter tabung d , tidak boleh lebih dari :

$$d = \frac{20320}{f_{maks}}$$

dengan d dalam cm.



Gambar 1. Tabung impedansi yang digunakan

2.1.2 Amplifier

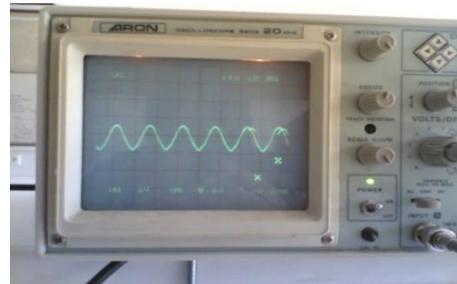
Amplifier yang digunakan adalah amplifier yang diproduksi oleh Sound Tech SE-038B Echo mic yang dapat menguatkan sinyal yang diterima oleh mikrofon dari *loudspeaker*.



Gambar 2. Amplifier

2.1.3 Osiloskop

Osiloskop yang digunakan merek RON model 5602, manual 20 MHz. Alat ini berfungsi menampilkan bentuk keluaran berupa gelombang yang menunjukkan amplitudo tekanan maksimum atau amplitudo tekanan minimum.



Gambar 3. Osiloskop

2.1.4 Generator Sinyal

Generator sinyal yang digunakan adalah generator sinyal merek GW model GFG-8015G dan berfungsi menghidupkan *loudspeaker* sehingga menghasilkan sinyal bunyi dengan frekuensi yang dapat divariasikan.



Gambar 4. Generator sinyal

2.1.5 Adaptor

Pada pengukuran digunakan adaptor merek Universal model SS-100D dan berfungsi sebagai pemberi tegangan input sebesar 12 volt.

Loudspeaker

Loudspeaker digunakan sebagai sumber bunyi yang dibangkitkan dari generator

sinyal. Yang digunakan adalah *loudspeaker* 8 Ohm 1,5-2 W dengan diameter 8 cm.

2.1.6 Mikrofon

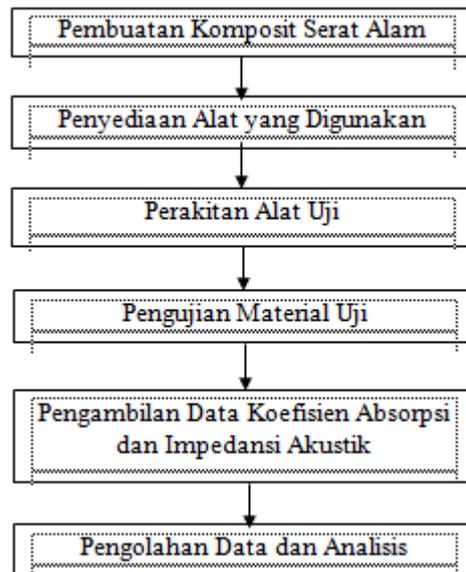
Mikrofon yang digunakan adalah dengan spesifikasi impedansi 600 ohm, frekuensi respon 10-10.000 Hz. Sedangkan alat yang digunakan pada pembuatan material komposit adalah cetakan dari kayu berbentuk segiempat dengan lingkaran di tengahnya berdiameter 8 cm, alat penekan yang terbuat dari papan yang disesuaikan dengan diameter tabung dan sebuah timbangan analitik.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: 1) serbuk kelapa yang didapatkan dari pasaran, 2) serbuk gergaji didapatkan dari sisa pengetaman tempat pembuatan kusen pintu di daerah tabing, padang, 3) dedak padi didapatkan dari heler penggilingan padi. Bahan pendukung lainnya dalam penelitian ini, yaitu : 1) Lem putih PVAc yang diproduksi oleh P.T. Dynea Indria, Jakarta. *Polivinil asetat (Polyvinyl acetate, PVA atau PVAc)* adalah suatu polimer karet sintetis. *Polivinil asetat* dibuat dari monomernya, vinil asetat (*vinyl acetate monomer, VAM*). Senyawa ini ditemukan di Jerman oleh Dr. Flitz Klatte pada 1912. Hidrolisis sempurna atau sebagian dari senyawa ini akan menghasilkan polivinil alkohol (PVOH). Rasio hasil hidrolisis ini berkisar antara 87%- 99%, 2) Lilin (*wax*) yang digunakan adalah lilin putih cap Phoenix dan berguna agar material komposit mudah dilepas dari cetakan setelah dibentuk.

2.3 Metode

Penelitian ini diawali dengan pembuatan komposit dengan material dasar serat alam. Setelah pembuatan material komposit selesai kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian. Untuk pengujian, sebelumnya dilakukan perakitan dan kalibrasi alat untuk pengujian yaitu tabung impedansi dan alat pendukung lainnya. Setelah perakitan dan kalibrasi alat selesai dilakukan kemudian pengujian terhadap material uji yang telah dibuat dilakukan. Adapun diagram alur kerja penelitian ini seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alur kerja

Pada pembuatan material komposit, terlebih dahulu serbuk kelapa dirajang, dedak padi dan serbuk gergaji dibersihkan dari pengotor lainnya. Untuk menentukan jumlah matrik dan serat atau serbuk digunakan perbandingan massa antara serat atau serbuk dengan matriks yang digunakan. Perbandingan massa yang digunakan pada pembuatan material uji kali ini, didapat berdasarkan beberapa kali percobaan dengan menggunakan perbandingan massa yang berbeda. Dari percobaan-percobaan tersebut ditentukan perbandingan massa yang sesuai berdasarkan hasil yang didapat dari segi berat, dan kerapatan. Perbandingan massa ditentukan antara serbuk kelapa dengan lem putih adalah 1:1 dan 3 : 2. Pada saat pembuatannya, serbuk kelapa yang telah dicampur dengan lem ditekan sedemikian rupa sehingga memenuhi volume cetakan yang digunakan, Perbandingan massa tersebut didasarkan kepada sifat serbuk kelapa yang volume setelah dicampur dengan lem dan ditekan akan memiliki volume 3 kali lipat dibandingkan dengan volume keadaan sebelum dicampur. Pemberian tekanan ini bertujuan untuk mendapatkan kekakuan yang lebih besar dan daya rekat antar serbuk yang lebih kuat. Hal yang sama juga dilakukan pada serbuk gergaji dan dedak padi.

Bentuk material uji yang dibuat disesuaikan dengan ukuran yang dibutuhkan oleh alat penguji, yaitu tabung impedansi. Bentuk yang digunakan berupa silinder atau cakram, dengan diameter 8 cm, untuk

ketebalannya sesuai dengan ketebalan yang digunakan, yaitu sebesar 1 cm, seperti pada gambar 6.

Langkah-langkah pembuatan material komposit ini adalah sebagai berikut :

1. Menimbang serbuk kelapa, serbuk gergaji, dedak padi dan lem putih yang dibutuhkan sesuai dengan perbandingan massa antara lem putih dengan serbuk adalah 1:1 dan 3:2. Pada perbandingan 1:1 untuk serbuk kelapa 10,02 gr : 10,7 gr ; serbuk gergaji 30 gr : 30 gr dan dedak padi 40 gr : 40 gr. Pada perbandingan 3:2 untuk serbuk kelapa 15 gr : 10 gr ; serbuk gergaji 45 gr : 30 gr dan dedak padi 45 gr : 30 gr.
2. Kemudian campurkan serbuk kelapa dengan lem sedikit demi sedikit dan diaduk sampai merata antara serbuk dengan lem.
3. Kemudian setelah merata, masukkan kedalam cetakan dan tekan sampai padat. Sebelumnya cetakan sudah diolesi dengan wax agar setelah selesai mudah dilepas dari cetakan.
4. Hasilnya didiamkan dalam cetakan selama 1 hari. Setelah itu, baru dilepaskan dari cetakan dengan memastikan lem telah kering dan merekat dengan baik.



Serbuk gergaji



Serbuk kelapa



Dedak padi

Gambar 6. Struktur komposit yang dihasilkan

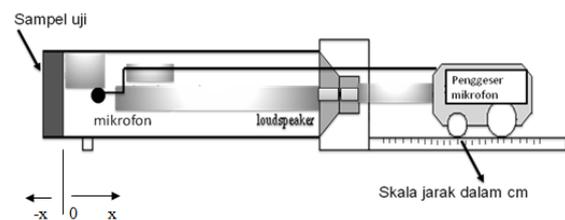
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian dengan Metode Tabung

Pengujian untuk mengetahui kemampuan material dalam menyerap bunyi dapat dilakukan dengan menggunakan tabung

impedansi. Pada penelitian ini digunakan tabung impedansi untuk mengetahui kemampuan material serat alam dalam menyerap bunyi, karena selain lebih mudah pengoperasiannya, material uji yang dibutuhkan juga cukup kecil ukurannya sesuai dengan ukuran tabung impedansi yang digunakan. Yang dihitung dengan menggunakan tabung impedansi adalah koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik material.

Tabung impedansi yang digunakan adalah tabung impedansi yang terbuat dari pipa peralon yang diset sedemikian rupa seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Dalam pengoperasiannya tabung impedansi ini dihubungkan dengan beberapa alat lainnya yaitu ampilifier, osiloskop, generator sinyal, adaptor, *loudspeaker* dan mikrofon.



Gambar 7. Rangkaian tabung impedansi

Tabung impedansi ini didalamnya terdapat sebuah mikrofon yang dapat digerakkan. Pada ujung tabung terdapat *loudspeaker* sebagai sumber gelombang sinusoidal dan material uji terdapat pada ujung tabung lainnya. Mikrofon yang terdapat didalam tabung dihubungkan dengan amplifier. Kemudian dihubungkan amplifier dengan osiloskop. *Loudspeker* digunakan sebagai sumber bunyi yang dihubungkan dengan generator sinyal yang frekuensinya dapat divariasikan. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah frekuensi pada rentang *octave band*, yaitu 200, 400, 600, 800, 1000 dan 1200 Hz. Ketika gelombang longitudinal dilewatkan disepanjang tabung, gelombang datang dan gelombang pantul akan berinterferensi, sehingga terdapat tempat-tempat tertentu yang memiliki amplitudo tekanan maksimum dan minimum yang membentuk gelombang tegak disepanjang tabung tersebut. Amplitudo tekanan maksimum (perut) dan amplitudo tekanan minimum (simpul) dapat diukur dengan menggerakkan mikrofon dan untuk jarak

minimum pertama dari permukaan sampel uji d_1 dan jarak minimum pertama ke minimum kedua d_2 dapat diukur pada skala yang telah ditentukan.

3.2 Koefisien Absorpsi Bunyi

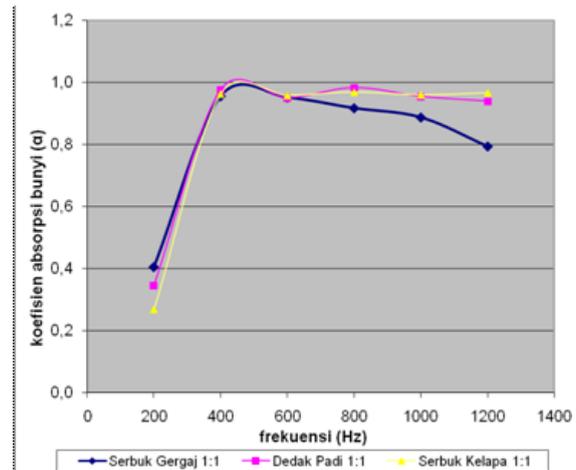
Data pengukuran koefisien absorpsi dan impedansi akustik ketiga material uji yang telah dilakukan dengan variasi perbandingan massa material dan matriksnya. Hasil analisis data pengukuran koefisien absorpsi menggunakan ketiga material uji yang telah dilakukan dengan perbandingan massa material dan matriks 1:1.

Tabel 1. Hasil analisis data pengukuran nilai koefisien absorpsi material dengan perbandingan massa 1:1

Frekuensi (Hz)	Koefisien absorpsi (α)		
	Serbuk gergaji	Dedak padi	Serbuk kelapa
200	0,406 ± 0,112	0,345 ± 0,022	0,267 ± 0,023
400	0,956 ± 0,006	0,976 ± 0,004	0,963 ± 0,001
600	0,952 ± 0,009	0,950 ± 0,008	0,959 ± 0,007
800	0,918 ± 0,017	0,983 ± 0,004	0,970 ± 0,005
1000	0,888 ± 0,024	0,955 ± 0,013	0,961 ± 0,005
1200	0,794 ± 0,026	0,940 ± 0,020	0,968 ± 0,012

Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk serbuk gergaji nilai koefisien absorpsi bunyi terbesar pada frekuensi 400 Hz, sedangkan untuk dedak padi dan serbuk kelapa nilai terbesar sama-sama berada pada frekuensi 800 Hz. Dan untuk nilai koefisien absorpsi terendah untuk ketiga material sama-sama berada pada frekuensi 200 Hz. Untuk frekuensi 600 Hz, 800 Hz, 1000 Hz dan 1200 Hz nilai koefisien absorpsi tertinggi adalah pada material serbuk kelapa. Hal ini disebabkan karena serbuk kelapa memiliki pori-pori yang lebih besar dibandingkan serbuk gergaji dan dedak padi. Sehingga ketiga material tersebut merupakan material absorpsi berpori yang bersifat lebih baik penyerapan pada gelombang bunyi dengan frekuensi tinggi atau panjang gelombang yang pendek.

Dari Tabel 1 didapatkan hubungan pengaruh perbandingan massa terhadap koefisien absorpsi (α) versus frekuensi (f). ini terlihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik koefisien absorpsi material dengan perbandingan massa 1:1

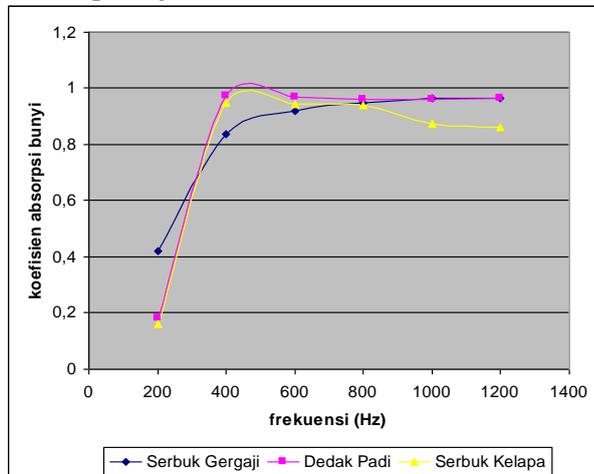
Hasil percobaan menunjukkan bahwa memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi dari ketiga material baik dengan perbandingan massa 1:1 adalah di atas 0,5 pada rentang frekuensi 400-1200 Hz. Untuk frekuensi rendah, yaitu 200 Hz nilai koefisien absorpsi material uji berada pada 0,2 hingga 0,4. Sedangkan untuk frekuensi tinggi, nilai koefisien absorpsi material uji berada pada 0,7 hingga 0,9. Data hasil pengukuran koefisien absorpsi menggunakan ketiga material uji yang telah dilakukan dengan perbandingan massa material dan matriks 3:2 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai koefisien absorpsi material dengan perbandingan massa 3:2

Frekuensi (Hz)	Koefisien absorpsi (α)		
	Serbuk gergaji	Dedak padi	Serbuk kelapa
200	0,422 ± 0,037	0,180 ± 0,017	0,161 ± 0,019
400	0,837 ± 0,014	0,972 ± 0,009	0,949 ± 0,007
600	0,919 ± 0,018	0,967 ± 0,013	0,945 ± 0,009
800	0,950 ± 0,011	0,959 ± 0,012	0,942 ± 0,014
1000	0,967 ± 0,011	0,960 ± 0,013	0,875 ± 0,017
1200	0,965 ± 0,016	0,964 ± 0,010	0,861 ± 0,034

Dari Tabel 2 terlihat bahwa untuk serbuk gergaji nilai koefisien absorpsi bunyi terbesar pada frekuensi 1000 Hz, sedangkan untuk dedak padi nilai terbesar berada pada frekuensi 600 Hz dan serbuk kelapa pada frekuensi 400 Hz. Dan untuk nilai koefisien

absorpsi terendah untuk ketiga material sama-sama berada pada frekuensi 200 Hz. Dari Tabel 2 didapatkan hubungan pengaruh perbandingan massa terhadap koefisien absorpsi (α) versus frekuensi (f) seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik koefisien absorpsi material dengan perbandingan massa 3:2

Dari Gambar 8 dan Gambar 9 didapatkan bahwa variasi perbandingan massa material dengan matriksnya tidak menghasilkan perubahan yang berarti terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi. Hal ini menunjukkan bahwa semua material memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi yang meningkat dengan semakin besarnya frekuensi dan pada frekuensi 1000 Hz dan 1200 Hz nilai koefisien absorpsi bunyi cenderung sama. Dalam penelitian ini didapatkan karakteristik yang pada prinsipnya sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Leslie L. Dolle sebelumnya untuk material *plywood* yang memperlihatkan penyerapan bunyi lebih besar pada frekuensi tinggi dibandingkan dengan frekuensi rendah.

3.3 Impedansi Akustik

Data hasil pengukuran impedansi akustik menggunakan ketiga material uji yang telah dilakukan dengan perbandingan massa material dan matriks dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Nilai impedansi akustik material dengan perbandingan massa 1:1

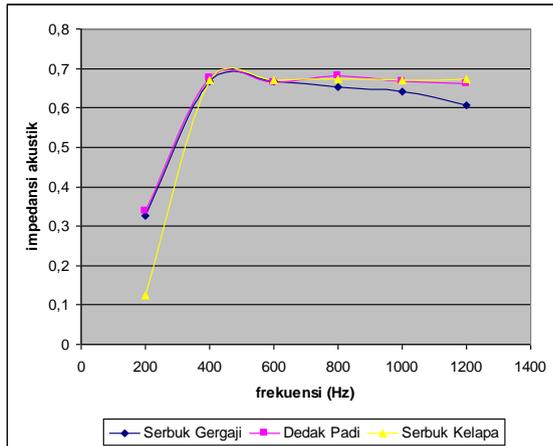
Frekuensi (Hz)	Impedansi Akustik (Zs/pc)		
	Serbuk gergaji	Dedak padi	Serbuk kelapa
200	0,328 ± 0,030	0,338 ± 0,191	0,125 ± 0,024
400	0,668 ± 0,003	0,677 ± 0,002	0,671 ± 0
600	0,666 ± 0,004	0,665 ± 0,003	0,669 ± 0,003
800	0,653 ± 0,006	0,680 ± 0,002	0,674 ± 0,002
1000	0,642 ± 0,009	0,667 ± 0,006	0,670 ± 0,002
1200	0,607 ± 0,010	0,661 ± 0,008	0,673 ± 0,005

Tabel 4. Nilai impedansi akustik material dengan perbandingan massa 3:2

Frekuensi (Hz)	Impedansi Akustik (Zs/pc)		
	Serbuk gergaji	Dedak padi	Serbuk kelapa
200	0,185 ± 0,016	0,403 ± 0,032	0,439 ± 0,040
400	0,088 ± 0,002	0,069 ± 0,002	0,073 ± 0,001
600	0,077 ± 0	0,070 ± 0,002	0,073 ± 0,001
800	0,072 ± 0,002	0,071 ± 0,002	0,073 ± 0,002
1000	0,070 ± 0,002	0,071 ± 0,002	0,083 ± 0,002
1200	0,070 ± 0,002	0,070 ± 0,002	0,083 ± 0,003

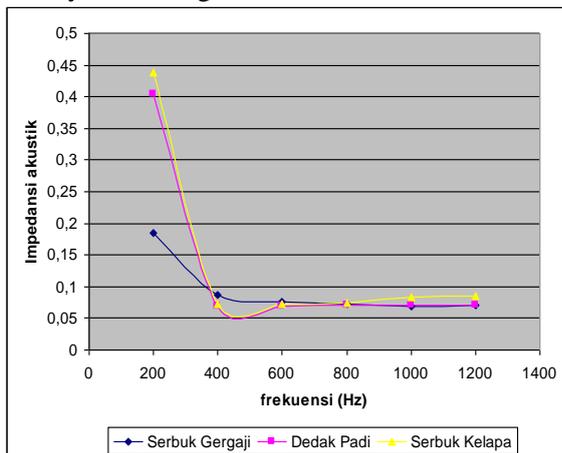
Dari Tabel 3 dan Tabel 4 terlihat bahwa nilai impedansi akustik pada material dengan perbandingan massa 1:1 lebih besar dibandingkan pada material dengan perbandingan 3:2. Ini disebabkan karena pengaruh perbandingan massa dan lem pada perbandingan 3:2, lem yang diberikan mengisi hampir semua pori yang ada pada serbuk tersebut.

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 didapatkan pengaruh perbandingan massa terhadap impedansi (Z_s) versus frekuensi (f) digambarkan dalam gambar 10 dan gambar 11.



Gambar 10. Grafik nilai impedansi material dengan perbandingan massa 1:1

Berdasarkan Gambar 10, nilai impedansi dengan perbandingan massa 1:1 untuk semua material paling rendah pada frekuensi 200 kemudian naik pada frekuensi 400 Hz dan menurun pada frekuensi 800 hingga 1200 Hz. Pada frekuensi 200 Hz serbuk gergaji dan dedak padi nilai koefisien absorpsinya berada pada 0,3 sedangkan untuk serbuk kelapa 0,1. Pada frekuensi tinggi, yaitu setelah frekuensi 600 Hz nilai impedansi serbuk gergaji terlihat semakin turun dibandingkan dengan dedak padi dan serbuk kelapa yang penurunan nilainya tidak begitu besar.



Gambar 11. Grafik nilai impedansi material dengan perbandingan massa 3:2

Berdasarkan hasil pengukuran di atas untuk material dengan perbandingan massa 3:2, nilai impedansi material semakin menurun pada frekuensi tinggi. Terlihat juga bahwa nilai impedansi serbuk gergaji mempunyai karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan material dedak padi dan serbuk kelapa

yang mempunyai karakteristik yang hampir sama. Hal ini dikarenakan bahwa dedak padi dan serbuk gergaji yang berbentuk partikel (*granule*) sehingga tercipta pori-pori antar *granule* tersebut walaupun sangat kecil dan ketiga material uji tersebut memiliki sifat seperti material absorpsi berpori.

Dari hasil nilai impedansi pada Gambar 10 dan Gambar 11 terdapat perbedaan nilai impedansi dengan perbandingan massa material dengan matriks (lem). Terlihat bahwa hasil pengukuran untuk material dengan perbandingan massa 1:1 berbanding terbalik dengan hasil pengukuran untuk material dengan perbandingan massa 3:2. Hasil pengukuran pada material dengan perbandingan massa 1:1 nilai impedansi dari frekuensi 200 Hz naik dengan perbedaan yang cukup besar hingga frekuensi 600 Hz dan pada frekuensi 800 hingga 1200 Hz turun lagi tetapi tidak begitu jauh perbedaannya. Hal tersebut berbeda untuk material dengan perbandingan massa 3:2 yang memiliki nilai impedansi turun cukup jauh dari frekuensi 200 hingga 600 Hz dan pada frekuensi 800 Hz naik dengan perbedaan yang tidak begitu jauh.

Untuk perbandingan massa 1:1 nilai impedansi serbuk kelapa mempunyai karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan material dedak padi dan serbuk gergaji yang mempunyai karakteristik yang hampir sama. Sedangkan untuk material dengan perbandingan massa 3:2, nilai impedansi serbuk gergaji mempunyai karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan material dedak padi dan serbuk kelapa yang mempunyai karakteristik yang hampir sama. Terjadi perbedaan ini disebabkan perbandingan massa material dengan lem (matriks). Perbandingan massa material dan lem (matriks) yang sama menghasilkan nilai impedansi semakin naik pada frekuensi rendah. Semakin banyak perbandingan massa material daripada matriksnya, nilai impedansi semakin turun pada frekuensi tinggi.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari konsep teori dasar, hasil eksperimen, analisis data dan grafik dapat ditarik kesimpulan yaitu:

- 1) Koefisien absorpsi bunyi (α) dari material serbuk gergaji, dedak padi dan serbuk

kelapa baik dengan perbandingan massa 1:1 maupun 3:2 adalah di atas 0,5 pada rentang frekuensi 400-1200 Hz. Ini berarti koefisien absorpsi bunyi material akustik serat alam menunjukkan paling baik pada frekuensi tinggi.

- 2) Pada perbandingan massa ketiga material tersebut dengan lem 3:2 diperoleh nilai impedansi akustik yang rendah dibandingkan dengan perbandingan massa material dengan lem 1:1
- 3) Dari ketiga material tersebut nilai koefisien absorpsi yang lebih baik adalah material serbuk kelapa karena memiliki pori-pori yang lebih besar dibandingkan dengan serbuk gergaji dan dedak padi.

4.2 Saran

Setelah dilakukan pengukuran koefisien absorpsi dan impedansi material akustik dengan metode tabung, maka penulis memberikan saran yaitu:

- 1) Pada proses pembuatan komposit perlu ketelitian dalam menentukan perbandingan massa material dengan matriks (lem) berdasarkan hasil yang diperoleh dari segi berat dan kerapatan material.
- 2) Untuk menentukan material serbuk yang diuji dapat digunakan berbagai serbuk alam lainnya dengan cara pembuatan dan pengukuran absorpsi yang sama.
- 3) Selama ini material absorber yang dikembangkan menggunakan material yang berasal dari serat sintetis yang diimpor sehingga harganya relatif mahal. Oleh karena itu perlu dikembangkan material absorpsi alternatif yang mempunyai kemampuan yang setara dalam hal menyerap bunyi. Material absorpsi dari serat alam selain harganya relatif murah, material dasar serat tersebut ketersediaannya melimpah di negara kita dan juga ramah lingkungan
- 4) Untuk memahami koefisien absorpsi dan impedansi akustik lebih lanjut, maka perlu dilakukan penelitian yang lebih intensif pada frekuensi tinggi dan menentukan

karakteristik impedansi akustik. Hal ini dapat dilakukan dengan pemakaian peralatan digital dan pengambilan sampel yang lebih banyak, sehingga dapat diperoleh data karakteristik material akustik secara umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Doelle, L. L., dan Prasetyo, L. 1993. *Akustik Lingkungan*. Erlangga: Jakarta.
- Marsh, A. 1999. *Online Information and Course Notes of School of Architecture and Fine Arts–The University of Western Australia*. (www. safa.uwa.edu.au).
- Lewis H.B. dan Dougals H.B. 1994. *Industrial Noise Control Fundamentals and Applications*. New York.
- Lord, H. W., Gatley, W. S., Evensen, H. A. 1980. *Noise Control for Engineers*, McGraw Hill Bo. Co., New York.
- Ruijgrok, G.J.J. 1993. *Element of Aviation Acoustics*. Delft University Press.
- Russell, D.A. 1999. *Absorption Coefficients and Impedance*. Science and Mathematics Department. GMI Engineering & Management Institute Flint, MI, 48504.
- Sabri, 2005. *Evaluasi Kinerja Akustik Serat Alam Sebagai Material Alternatif Pengendali Kebisingan*. Thesis S2 ITB, Bandung.
- Wirajaya, A. 2007. *Karakteristik Komposit Sandwich Serat Alami Sebagai Absorber Bunyi*. Tugas Akhir S1 ITB, Bandung.