

PENENTUAN KOEFISIEN ABSORBSI DAN IMPEDANSI MATERIAL AKUSTIK RESONATOR PANEL KAYU LAPIS (PLYWOOD) BERLUBANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE TABUNG

Sonya Yuliantika, Elvaswer

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163
email :sonyayuliantika@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini untuk menentukan nilai koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dengan menggunakan metode tabung impedansi. Sampel yang digunakan yaitu material beton dan kayu lapis. Rentang frekuensi yang digunakan yaitu 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz. Hasil menunjukkan bahwa koefisien absorpsi bunyi beton 0,25 pada frekuensi 2000 Hz. Setelah dilapisi resonator panel kayu lapis meningkat menjadi 0,51. Beton yang dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang didapatkan koefisien absorpsi bunyi paling tinggi yaitu 0,61. Impedansi akustik paling tinggi pada beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang yaitu sebesar 0,97- i 0,05.

Kata Kunci : koefisien absorpsi bunyi, impedansi akustik, beton, kayu lapis dan resonator berlubang

1. PENDAHULUAN

Rancangan arsitektur bangunan pada umumnya kurang memperhatikan pengendalian bunyi di dalam ruangan. Dinding bangunan yang digunakan dominan terdiri dari batu bata yang diplester atau disebut dengan beton. Penghalang yang keras dan tegar seperti beton mengakibatkan sebahagian besar bunyi dipantulkan. Bunyi dalam ruang yang dipantulkan jika tidak dikendalikan akan menjadi sumber kebisingan.

Bunyi adalah gelombang mekanik elastik longitudinal yang berjalan. Gelombang longitudinal terjadi karena perapatan dan peregangan dalam medium cair, padat atau gas. Gelombang dihasilkan ketika sebuah benda digetarkan dan terjadi getaran molekul yang berlangsung sepanjang arah penjalaran gelombang (Tipler, 1991).

Kebisingan merupakan penyulubungan sumber bunyi yang menyebabkan sulit mendengar sumber bunyi dengan jelas. Penyulubungan biasanya terjadi dalam ruangan dengan rancangan akustik yang tidak memadai. Penyulubungan yang terjadi pada suatu ruangan dapat dikurangi dengan menggunakan bahan penyerap bunyi. Bahan tersebut dalam suatu bangunan biasanya berperan sebagai panel-panel akustik yang dipasang pada dinding pemisah dan plafon (Doelle, 1986).

Material penyerap bunyi adalah material yang dapat menyerap energi bunyi yang datang ketika gelombang bunyi menumbuk material tersebut. Bunyi akan menumbuk partikel-partikel di dalam material, kemudian oleh partikel dipantulkan ke partikel lain, sehingga bunyi terkurung di dalam material. Material penyerap bunyi terdiri dari material berpori, material penyerap panel dan material resonator rongga (Lewis dan Douglas, 1993).

Sumber kebisingan diantaranya adalah peralatan yang dimekanisasi. Komponen-komponen sistem mekanisasi misalnya pemanas, kipas angin, kompresor dan komputer. Alat-alat rumah tangga juga merupakan sumber kebisingan seperti pembersih vakum (*vacuum cleaner*), pencuci piring, penghancur sampah dan televisi.

Absorpsi bunyi yaitu penyerapan energi bunyi dari suatu sumber bunyi dengan menggunakan material penyerap bunyi misalnya kayu lapis, ubin dan panel berlubang. Kualitas dari material penyerap bunyi ditunjukkan dengan koefisien absorpsi bunyi, dimana semakin tinggi koefisien absorpsi bunyi semakin besar bunyi yang diserap dan semakin rendah koefisien absorpsi bunyi semakin kecil bunyi yang diserap. Dilaporkan kayu lapis sebagai penyerap frekuensi bunyi rendah yang efisien. Bahan ini banyak digunakan dalam rancang bangun ruangan. Koefisien absorpsi bunyi kayu lapis yaitu 0,45 pada frekuensi 100 Hz dengan menggunakan metode reverberasi sabin (Doelle, 1986).

Kayu lapis tanpa celah memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi lebih kecil dari pada kayu lapis bercelah. Dilaporkan bahwa nilai koefisien absorpsi bunyi kayu lapis tanpa celah yaitu 0,39 pada frekuensi 1000 Hz, sedangkan dengan celah meningkat menjadi 0,51 pada frekuensi 1000 Hz. Metode yang digunakan metode tabung impedansi. Kayu lapis bercelah dengan diameter 2 mm, bermerek As yang diproduksi oleh PT. Kampari Wood Riau (Oktaviani, 2013).

Beton serat tandan kosong kelapa sawit memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi yang kecil. Nilai koefisien absorpsi bunyi pada beton berkisar antara 0,01 sampai dengan 0,05 dengan rentang frekuensi 100 Hz sampai dengan 5000 Hz (Gurning, 2013).

Bahan akustik resonator panel berlubang yaitu panel yang berbentuk lubang-lubang yang berfungsi sebagai deretan resonator rongga, lubang yang dimaksud yaitu berbentuk lingkaran, bila panel berlubang dipilih dengan tepat akan menambah efisiensi absorpsi bunyi dan akan memperlebar daerah frekuensi bunyi dimana penyerapannya cukup besar. Resonator panel baja berlubang dapat meningkatkan koefisien absorpsi bunyi dibandingkan dengan resonator panel baja tanpa lubang. Koefisien absorpsi bunyi resonator panel baja berlubang yaitu 0,4 pada frekuensi 2000 Hz dan koefisien absorpsi bunyi resonator panel baja tanpa lubang yaitu 0,2 pada frekuensi 2000 Hz (Doelle, 1986).

Metode untuk menentukan koefisien absorpsi bunyi antara lain metode tabung impedansi dan metode reverberasi Sabin. Metode tabung impedansi untuk mengukur koefisien absorpsi bunyi yang memerlukan material akustik dalam jumlah yang sedikit, praktis dan sederhana. Metode tabung impedansi sesuai untuk kajian-kajian teori. Metode reverberasi Sabin memerlukan material yang banyak karena seluruh ruang dilapisi dengan material akustik.

Standarisasi nilai koefisien absorpsi bunyi pada suatu material sangat penting untuk penerapan material akustik, berdasarkan standarisasi tersebut maka dapat dirancang suatu bangunan akustik dengan memilih bahan-bahan yang sesuai dalam perancangannya. Penelitian ini akan melihat perubahan koefisien absorpsi bunyi dan impedansi akustik dari bahan beton, beton dilapisi resonator panel kayu lapis dan beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang dengan menggunakan kayu lapis bermerek As. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan karakteristik koefisien absorpsi bunyi resonator panel kayu lapis berlubang yang dilapisi pada beton. Manfaat penelitian ini yaitu mengurangi kebisingan, meningkatkan kenyamanan dan kesehatan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode tabung impedansi. Metode ini menentukan koefisien absorpsi bunyi dengan menghitung perbandingan amplitudo tekanan maksimum dengan amplitudo tekanan minimumnya. Perbandingan amplitudo tekanan ini dinamakan rasio gelombang tegak (*Standing Wave Ratio*). Secara matematis nilai rasio gelombang tegak dapat dinyatakan pada Persamaan 1 (Beranek, 1949).

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

Dengan $(A + B)$ yaitu amplitudo tekanan maksimum, $(A - B)$ yaitu amplitudo tekanan minimum dan SWR yaitu rasio gelombang tegak. Koefisien absorpsi bunyi (α) dapat ditentukan dari Persamaan 2.

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

Impedansi akustik dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 3.

$$Z_z = \coth(\psi_1 + i\psi_2) \rho c \tag{3}$$

Dengan Z_z adalah impedansi akustik (dyne.s/cm^5), ρ adalah kerapatan di udara, c adalah kecepatan bunyi di udara. Untuk dapat menentukan impedansi akustik terlebih dahulu harus ditentukan nilai ψ_1 dan ψ_2 dapat dinyatakan pada persamaan 4 dan Persamaan 5 (Beranek, 1949).

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

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

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

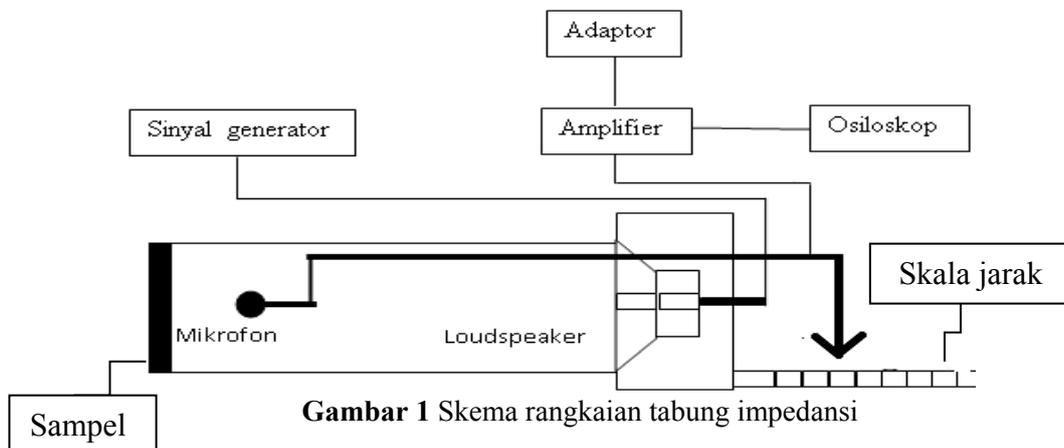
2. METODE

2.1 Pembuatan beton, beton dilapisi resonator panel kayu lapis dan beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang.

Beton dibuat dengan komposisi 200 gr pasir, 100 gr semen, 100 gr kerikil dan 500 mL air semuanya diaduk sampai homogen kemudian dimasukan ke dalam cetakan , setelah 1 minggu beton dilepas dari cetakannya. Beton dengan perlakuan dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang dengan diameter 0,3 cm dan ukuran lubang yang digunakan adalah 0,1 cm. Resonator panel kayu lapis berlubang memiliki empat bagian lubang dari dalam ke luar yaitu dua belas lubang, dua puluh lima lubang, tiga puluh lubang dan enam puluh delapan lubang. Diameter kayu lapis yang digunakan adalah 8 cm dengan ketebalan 0,2 cm sedangkan diameter beton yang digunakan adalah 8 cm dengan ketebalan 2 cm.

2.2 Pengujian menggunakan Tabung Impedansi

Pengujian akustik untuk mengetahui kemampuan resonator panel kayu lapis berlubang dalam menyerap bunyi, dilakukan dengan menggunakan tabung impedansi. Tabung impedansi dilengkapi dengan beberapa alat antara lain: mikrofon, amplifier, catu daya, osiloskop, sinyal generator, loudspeaker, skala dan sampel seperti diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Skema rangkaian tabung impedansi

Loudspeaker dihubungkan dengan generator sebagai penghasil bunyi. Diletakan ujung tabung *loudspeaker* dan ujung tabung yang lainnya adalah sampel. Mikrofon diletakkan ditengah-tengah diameter tabung ke arah sampel material akustik. Mikrofon diletakkan diujung sebuah kawat sehingga dapat digeser untuk menentukan amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimum.

Mikrofon diperkuat dengan *amplifier* dan dihubungkan ke osiloskop seterusnya dilakukan pengukuran gelombang. Gelombang yang diukur adalah amplitudo tekanan maksimum dan amplitudo tekanan minimum serta jarak amplitudo minimum pertama (d_1) dan jarak dari amplitudo minimum kedua (d_2) dari sampel. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah frekuensi oktaf-band yaitu 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz dan 8000 Hz (Doelle, 1986).

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hubungan Frekuensi dengan Koefisien Absorpsi Bunyi

Hasil pengukuran amplitudo tekanan maksimum ($A + B$) dan amplitudo tekanan minimum ($A - B$) dapat digunakan untuk menentukan nilai koefisien absorpsi bunyi. Koefisien absorpsi bunyi dihitung dengan menggunakan Persamaan 2. Koefisien absorpsi bunyi seperti diperlihatkan pada Tabel 1.

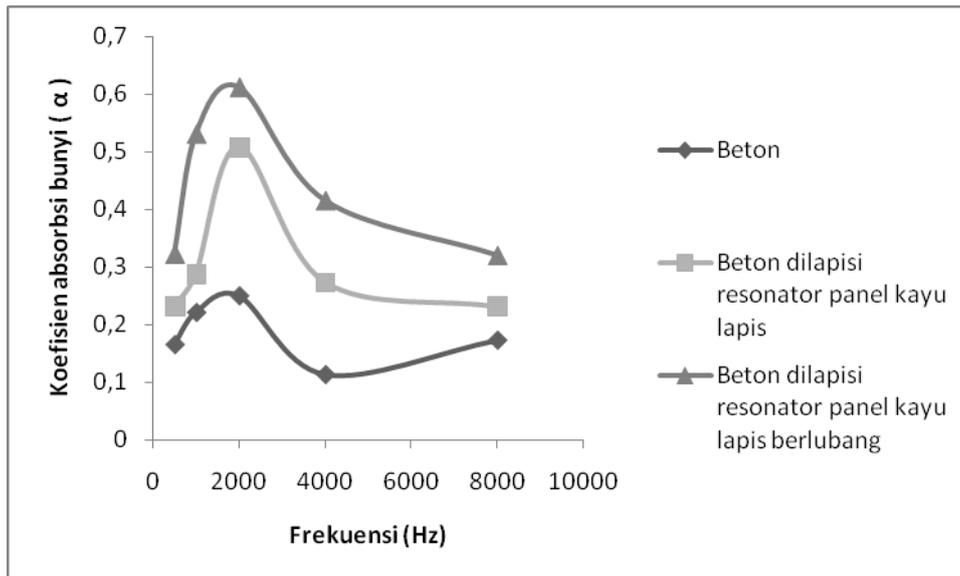
Tabel 1 Nilai koefisien absorpsi bunyi material akustik terhadap frekuensi

Frekuensi (Hz)	Nilai koefisien absorpsi bunyi(α)		
	Beton	Beton dilapisi resonator panel kayu lapis	Beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang
500	0,17±0,04	0,23±0,09	0,32±0,13
1000	0,22±0,04	0,29±0,05	0,53±0,10
2000	0,25±0,10	0,51±0,11	0,61±0,11
4000	0,11±0,02	0,27±0,12	0,41±0,10
8000	0,17±0,02	0,23±0,06	0,32±0,14

Koefisien absorpsi bunyi yang paling tinggi yaitu 0,61±0,11 pada frekuensi 2000 Hz pada sampel beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang. Hal ini disebabkan oleh gelombang datang masuk ke lubang kayu lapis dan dipantulkan secara acak di dalam lubang sehingga amplitudo gelombang pantul kecil. Amplitudo gelombang pantul kecil maka amplitudo tekanan minimum menjadi besar. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian sebelumnya panel kayu lapis (plywood) tanpa pori yang dilapisi pada dinding yaitu 0,45 pada frekuensi 100 Hz (Doelle,1986).

Koefisien absorpsi bunyi paling rendah yaitu 0,11±0,02 pada frekuensi 4000 Hz diperlihatkan oleh sampel beton. Hal ini disebabkan oleh beton lebih pejal dibandingkan dengan kayu lapis. Gelombang datang kesulitan memasuki beton karena lebih pejal sehingga bunyi lebih banyak dipantulkan. Amplitudo gelombang pantul pada beton lebih besar dibandingkan amplitudo gelombang pantul pada permukaan panel kayu lapis berlubang. Hal ini diperlihatkan oleh amplitudo tekanan minimum yang kecil.

Hubungan antara nilai koefisien absorpsi bunyi dengan frekuensi diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan koefisien absorpsi (α) pada beton, beton dilapisi resonator panel kayu lapis dan beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang terhadap frekuensi

Gambar 2 memperlihatkan koefisien absorpsi bunyi beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang lebih tinggi dibandingkan dengan resonator panel kayu lapis dan beton saja pada frekuensi 500 Hz sampai dengan 8000 Hz. Bunyi yang diserap oleh beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang sebesar 61 % dan bunyi yang dipantulkan sebesar 39%. Hal ini disebabkan oleh gelombang datang masuk ke lubang dan terjadi resonansi akibatnya gelombang pantul menjadi lemah. Melemahnya amplitudo gelombang pantul diperlihatkan oleh amplitudo tekanan minimumnya yang besar.

Koefisien absorpsi bunyi pada beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang meningkat dari frekuensi 500 Hz hingga frekuensi 2000 Hz. Hal ini disebabkan gelombang bunyi masuk ke dalam lubang terjadi pantulan secara acak sehingga amplitudo gelombang pantul melemah, maka amplitudo tekanan minimumnya meningkat, sehingga bunyi yang dipantulkan lebih banyak diserap dari pada dipantulkan.

Koefisien absorpsi bunyi pada beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang menurun pada frekuensi 4000 Hz hingga 8000 Hz, hal ini disebabkan amplitudo gelombang pantul meningkat, maka amplitudo tekanan minimumnya melemah, sehingga bunyi yang dipantulkan lebih banyak dipantulkan.

Koefisien absorpsi bunyi beton dilapisi resonator panel kayu lapis lebih besar dibandingkan dengan koefisien absorpsi bunyi beton saja. Koefisien absorpsi bunyi beton dilapisi resonator panel kayu lapis meningkat dari frekuensi 500 Hz hingga 2000 Hz. Hal ini disebabkan oleh resonator panel kayu lapis lebih berpori dibandingkan dengan beton. Sehingga gelombang datang pada permukaan beton dilapisi resonator panel kayu lapis lebih mudah masuk dibandingkan pada beton, akibatnya amplitudo tekanan minimum beton dilapisi resonator panel kayu lapis lebih tinggi dibandingkan dengan beton saja.

Koefisien absorpsi bunyi beton dilapisi resonator panel kayu lapis menurun pada frekuensi 4000 Hz hingga 8000 Hz. Hal ini disebabkan amplitudo gelombang pantul meningkat, sehingga gelombang bunyi yang datang melemah, mengakibatkan amplitudo tekanan minimumnya meningkat, mengakibatkan koefisien absorpsi bunyi menurun, sehingga lebih banyak bunyi dipantulkan dari pada yang diserap.

Koefisien absorpsi bunyi beton paling rendah dibandingkan dengan beton dilapisi resonator panel kayu lapis dan resonator panel kayu lapis berlubang. Bunyi yang diserap oleh beton sebesar 11 % dan yang dipantulkan sebesar 89 %. Koefisien absorpsi bunyi beton meningkat pada frekuensi 500 Hz hingga 2000 Hz Hal ini disebabkan oleh material beton lebih pejal dibandingkan dengan kayu lapis dan pori-pori beton lebih kecil dibandingkan dengan pori-pori kayu lapis. Gelombang datang pada beton susah memasuki pori-pori sehingga lebih banyak dipantulkan, mengakibatkan amplitudo tekanan minimum kecil.

Apabila melewati frekuensi optimum yaitu 4000 Hz maka koefisien absorpsi mengalami penurunan hal ini disebabkan apabila melewati frekuensi optimum maka amplitudo tekanan minimum lebih kecil, kecuali pada frekuensi 8000 Hz pada sampel beton terjadi kenaikan koefisien absorpsi bunyi hal ini disebabkan amplitudo tekanan minimumnya besar sehingga bunyi lebih banyak diserap.

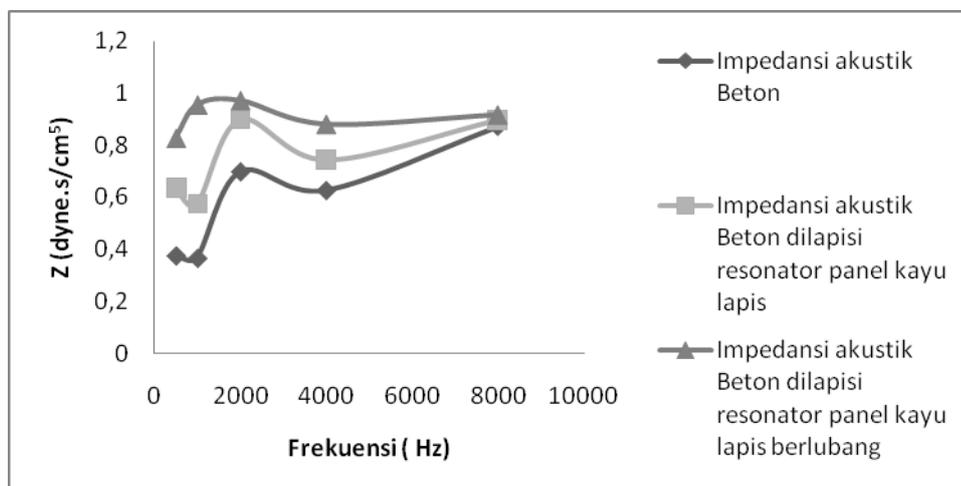
3.2 Nilai Impedansi Material Akustik

Nilai impedansi akustik pada masing-masing material dapat dihitung setelah diperoleh nilai (SWR), jarak minimum pertama (d_1) dan jarak dari minimum pertama ke minimum kedua (d_2) pada material tersebut. Setelah dilakukan pengukuran dan perhitungan maka diperoleh data seperti diperlihatkan pada Tabel 2

Tabel 2 Impedansi akustik pada material beton, beton dilapisi resonator panel kayu lapis dan beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang

Frekuensi (Hz)	Nilai Impedansi Akustik		
	Beton	Beton dilapisi resonator panel kayu lapis	Beton dilapisi resonator panel kayulapis berlubang
500	0,38- 0,56i	0,63- 0,40i	0,83-0,24i
1000	0,37- 0,58i	0,57- 0,42i	0,96-0,08i
2000	0,70- 0,38i	0,90- 0,17i	0,97-0,05i
4000	0,63- 0,42i	0,74- 0,32i	0,89-0,20i
8000	0,87- 0,21i	0,90- 0,18i	0,92-0,14i

Berdasarkan Tabel 2 dapat diplot grafik hubungan antara impedansi akustik dengan frekuensi pada beton, beton dilapisi kayu lapis dan beton dilapisi kayu lapis berlubang seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Hubungan impedansi akustik terhadap frekuensi

Impedansi akustik beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang lebih tinggi dibandingkan dengan resonator panel kayu lapis dan beton saja. Hal ini disebabkan oleh hambatannya lebih besar ditunjukkan oleh tekanan amplitudo minimum yang tinggi.

Impedansi akustik beton dilapisi resonator panel kayu lapis lebih tinggi dibandingkan beton saja. Hal ini disebabkan oleh beton dilapisi resonator panel kayu lapis hambatannya lebih besar yang ditunjukkan oleh tekanan amplitudo minimum yang tinggi. Beton memiliki impedansi akustik paling rendah disebabkan oleh hambatan rendah karena beton lebih pejal. Hal ini diperlihatkan oleh amplitudo tekanan minimum yang rendah.

Impedansi akustik paling tinggi yaitu $0,97-i0,05$ pada frekuensi 2000 Hz pada sampel beton dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang. Impedansi akustik paling rendah yaitu $0,37-i0,58$ pada frekuensi 1000 Hz pada beton. Hal ini disebabkan oleh hambatan pada beton lebih kecil yang diperlihatkan oleh tekanan amplitudo minimumnya yang kecil.

4. KESIMPULAN

Beton yang dilapisi resonator panel kayu lapis berlubang memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi paling tinggi yaitu $0,61\pm 0,11$ pada frekuensi 2000 Hz dibandingkan dengan beton yang dilapisi kayu lapis dan beton saja. Penambahan resonator panel kayu lapis berlubang pada permukaan beton dapat meningkatkan koefisien absorpsi bunyi dari 11 % bunyi yang diserap menjadi 61 % bunyi yang diserap. Nilai impedansi akustik paling tinggi $0,97-i0,05$ pada frekuensi 2000 Hz.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam atas dana hibah penelitian dosen muda dan mandiri tahun 2015.

DAFTAR PUSTAKA

1. Beranek, L., 1949, *Acoustic Measurement*, John Wiley & Sons Inc., New York.
2. Doelle, E., 1986, *Akustik Lingkungan*, Erlangga, Jakarta.
3. Gurning, N., 2013, Pembuatan Beton Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit, Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Vol.31, No.1, Jur. Fisika Universitas Sumatera Utara.
4. Lewis, H. dan Douglas, H., 1993, *Industrial Noise Control Fundamentals and Application*, Revised, New York.
5. Oktaviani, A., 2013, Pengaruh Celah Permukaan Bahan Kayu Lapis (*Plywood*) Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi dan Impedansi Akustik, *Skripsi*, Unand, Padang.
6. Sutrisno., 1979, *Fisika Dasar*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
7. Tipler, P., 1991, *Fisika Untuk Sains dan Teknik*, Jilid 1, Edisi Ketiga, Erlangga, Jakarta.