

Sifat akustik dari panel gipsium-ijuk dan panel beton busa-ijuk

Acoustic properties of gypsum-palm panel and foam concrete-palm panel

I. Ismail^{1*}, Z. Fuady², Fauzi¹, Zulfian³

Received 16 July 2024

Accepted 31 December 2024

Published February 2025

¹ Departmen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

² Yayasan Ekosistem Lestari, Jl Bunga Sedap Malam 15, Kec. Medan Selayang,
Medan 20132, Indonesia

³ Laboratorium Akustik, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111, Indonesia

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat akustik dari panel gipsium, panel gipsium-ijuk, panel ijuk-gipsium, panel beton busa, dan panel beton busa-ijuk. Panel berukuran 1 m x 1 m dengan ketebalan 0,02 - 0,03 m. Pengukuran koefisien absorpsi suara dilakukan dengan menggunakan metode ruang dengung (ISO 354 -1985) untuk rentang frekuensi 125 – 4000 Hz. Hasil penelitian menunjukkan koefisien absorpsi suara berfluktuasi terhadap frekuensi. Panel gipsium mempunyai koefisien absorpsi suara tertinggi 0,42 pada 125 Hz dan terendah 0,05 pada frekuensi 400 Hz. Panel ijuk mempunyai koefisien absorpsi suara tertinggi pada 2000 Hz yaitu 0,97 dan terendah pada 200 Hz yaitu 0,09. Koefisien absorpsi suara dari panel gabungan ijuk dengan gipsium (ijuk di atas dan gipsium di bawah) adalah 0,85 pada 2500 Hz dan 0,06 pada 315 Hz. Panel gabungan gipsium dengan ijuk (gipsium di atas dan ijuk di bawah) mempunyai koefisien absorpsi suara tertinggi 0,93 pada 125 Hz dan 0,09 pada 315 Hz. Panel beton busa mempunyai koefisien absorpsi suara tertinggi pada 160 Hz dengan nilainya 0,91 dan terendah pada frekuensi 315 Hz dengan nilainya 0,08. Panel gabungan beton busa dengan ijuk (beton busa di atas dan ijuk di bawah), koefisien absorpsi suara adalah 0,86 pada 800 Hz dan 0,15 pada 500 Hz. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa koefisien absorpsi suara dapat ditingkatkan dengan menggabungkan sejumlah material. Panel gabungan beton busa-ijuk dan gipsium-ijuk berpotensi untuk diaplikasikan untuk bahan peredam suara.

Abstract. This study aims to determine the acoustic properties of gypsum panel, gypsum-ijuk panel, ijuk-gypsum panel, foam concrete panel, and foam concrete-ijuk panel. The size of panel was 1 m x 1 m with a thickness of 0.02 - 0.03 m. The measurement of the sound absorption coefficient was carried out using the reverberation chamber method (ISO 354-1985) for the frequency range of 125 – 4000 Hz. The results showed that the sound absorption coefficient fluctuated with frequency. Gypsum panel has the highest sound absorption coefficient of 0.42 at 125 Hz and the lowest 0.05 at 400 Hz. Ijuk panel has the highest sound absorption coefficient at 2000 Hz which is 0.97 and the lowest at 200 Hz which is 0.09. The sound absorption coefficient of the combined panel of ijuk with gypsum (ijuk above and gypsum below) is 0.85 at 2500 Hz and 0.06 at 315 Hz. Gypsum and ijuk composite panels (gypsum above and ijuk below) have the highest sound absorption coefficient of 0.93 at 125 Hz and 0.09 at 315 Hz. Foam concrete panel has the highest sound absorption coefficient at 160 Hz with a value of 0.91 and the lowest at a frequency of 315 Hz with a value of 0.08. Foam concrete panel combined with palm oil (foam concrete on top and ijuk below), the sound absorption coefficient is 0.86 at 800 Hz and 0.15 at 500 Hz. The results of this study show that the sound absorption coefficient can be improved by combining a number of materials. Composite panels of foam concrete-ijuk and gypsum-ijuk have the potential to be applied for sound absorber materials.

Keywords: beton busa, gipsium, ijuk, koefisien absorpsi suara, sifat akustik

Pendahuluan

Kebisingan merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi di banyak tempat, misalnya dalam ruangan yang ramai seperti pusat perbelanjaan, ruang kantor, tempat tinggal, rumah sakit, pabrik. Pesatnya perkembangan kota dan banyaknya transportasi menyebabkan tingkat kebisingan meningkat. Salah satu cara untuk mengurangi kebisingan adalah dengan meletakkan material yang dapat menyerab bunyi atau suara di daerah atau di ruang tersebut. Material yang dapat menyerab bunyi ini sering disebut material akustik. Para ilmuwan terus mencari material akustik yang bagus (mempunyai serapan bunyi yang tinggi) tetapi harganya murah dan ramah lingkungan (Ferrández, 2024).

Gypsum berasal dari kata Yunani "gypsos" yang artinya "plester" atau "kapur". Gypsum merupakan bahan alam yang mengandung kalsium sulfat terhidrasi ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Gypsum banyak sekali kegunaannya. Salah satu kegunaannya adalah untuk bangunan seperti untuk campuran semen, plester, plafon, partisi. Sejumlah penelitian tentang gypsum telah

dilakukan. Rilatupa (2015) meneliti panel gipsum dan panel semen sebagai akustik bahan untuk bangunan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa koefisien absorpsi suara untuk papan gipsum adalah 0,2 - 0,3 yang lebih baik dari sifat akustik papan semen. Bouzit (2019) melakukan karakterisasi bahan gipsum alam dari Maroko. Nilai porositas yang diukur adalah 8,94%, kerapatannya bervariasi antara 163 - 187 kg/m³. Nilai konduktivitas termalnya adalah 0,13 - 0,18 W/mK. Koefisien absorpsi suara diperoleh sekitar 0,13 untuk frekuensi 4400 Hz. Aslan (2020) melakukan penelitian sifat akustik komposit berbasis gipsum yang diproduksi dengan teknologi pencetakan 3D. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metamaterial berpori berbasis gipsum memberikan penyerapan suara yang signifikan. Capasso (2021) melaporkan bahwa *foam* gipsum dapat meningkatkan sifat isolasi termal dan sifat akustik. Nilai konduktivitas termal dan koefisien absorpsi suara diperoleh masing-masing adalah 0,25 W/mK dan 0,20. Júnior (2021) meneliti sifat akustik dari partisi blok gipsum. Studi ini membahas sifat akustik dari partisi blok gipsum, membandingkan dinding tunggal dan ganda. Hasilnya diperoleh bahwa *sound reduction index* cukup baik, menunjukkan bahwa gipsum cukup berpotensi untuk dijadikan bahan akustik. Merli (2023) meneliti sifat termal dan akustik plaster gipsum yang dicampur dengan beberapa bahan lain (sintetis dan bio/alam). Konduktivitas termal dari plester gipsum berbasis bahan alam diperoleh 0,275-0,323 W/mK. Nilai *transmission loss* (sifat akustik) diperoleh untuk plaster gipsum berbasis bahan alam adalah 35 - 59 dB. Dengan demikian juga sejumlah studi lainnya, gipsum merupakan bahan yang menjanjikan untuk dijadikan bahan akustik (Granzotto, 2019; Elkhessaimi, 2017; Ma, 2020; Mokrova, 2023; Rilatupa, 2015).

Serat ijuk (*sugar palm fibres*) merupakan serat alami dari pohon aren (*arenga pinnata*). Warna serat ijuk hitam yang ukuran diameternya sekitar 1 – 3 mm. Serat ijuk merupakan serat alam yang ramah lingkungan dimana serat tersebut dapat diuraikan oleh mikroorganisme pengurai. Penggunaan serat ijuk masih terbatas, misalnya digunakan untuk sapu, sikat, bahan penyaring air. Namun, ada penelitian menunjukkan bahwa serat ijuk berpotensi dijadikan komposit dengan menggunakan *polypropylene* sebagai matrik (Prabowo, 2016). Demikian juga Rashid (2016) melaporkan bahwa serat ijuk berpotensi dijadikan komposit dengan perekat *phenolic*. Zahari (2015) juga mengembangkan komposit dari serat ijuk dengan menggunakan perekat *polypropylene*. Yahya (2017) melakukan studi sifat akustik dari komposit serat ijuk dengan menggunakan karet alam sebagai perekat. Hasil yang diperoleh bahwa koefisien absorpsi suara dari serat ijuk sekitar 0,80 untuk frekuensi 1500 Hz dan 3000 Hz. Hal ini menunjukkan bahwa serat ijuk berpotensi untuk dijadikan bahan akustik. Sejumlah studi lain juga melaporkan bahwa serat ijuk berpotensi untuk bahan akustik (Zulfian, 2009; Idris, 2018; Safitri, 2021). Namun, hingga saat ini belum ada studi sifat akustik dari perpaduan gipsum dengan serat ijuk.

Beton busa merupakan salah satu material yang sudah banyak digunakan saat ini. Bahan ini lebih ringan dibandingkan dengan beton biasa. Selain itu beton busa mempunyai banyak potensi untuk aplikasi (Amran, 2020; Gencel, 2022). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa beton busa *geopolymer* (*geopolymer foam concrete*) mempunyai sifat akustik yang baik pada frekuensi rendah (Zhang, 2015). Beton busa juga mempunyai sifat akustik yang bagus untuk frekuensi rendah (Raj, 2019; Zulfian, 2015).

Sebagaimana yang telah diuraikan di atas bahwa ijuk mempunyai bagus sifat absorpsi suara. Namun ijuk kurang menarik untuk dijadikan dinding atau plafon bangunan karena kurang indah. Gipsum atau beton busa mempunyai nilai koefisien absorpsi suara yang relatif rendah, tetapi mempunyai estetika yang baik untuk dijadikan dinding atau plafon pada suatu ruang bangunan. Sehubungan dengan hal tersebut, perlu dilakukan penelitian sifat akustik dari panel gabungan ijuk dengan gipsum dan panel gabungan ijuk dengan beton busa.

Tujuan studi ini adalah untuk mengetahui sifat akustik (koefisien absorpsi suara) dari sejumlah panel: (i) panel gipsum, (ii) panel gipsum-ijuk (gipsum bagian permukaan atas dan ijuk di bagian permukaan bawah), (iii) panel ijuk-gipsum (ijuk bagian permukaan atas dan gipsum di bagian permukaan bawah), (iv) panel beton-busa-ijuk (beton busa di bagian permukaan atas dan ijuk di bagian permukaan bawah).

Metodologi

Gipsum dalam bentuk bubuk (*cornice compound*) dibeli dari pasar komersial merk Jayaboard. Gipsum dicampur dengan air dengan perbandingan rasio gipsum dengan air adalah 2 : 1. Panel gipsum dicetak dengan ukuran 1 m x 1 m x 0,01 m. Serat ijuk diperoleh dari petani ijuk di sekitar Banda Aceh. Panel serat ijuk dibentuk dengan menggunakan bingkai dengan ukuran 1 m x 1 m x 0,02 m. Beton busa dicetak berukuran 1 m x 1 m x 0,03 m. Sampel uji ditunjukkan pada Gambar 1.

Pengukuran koefisien absorpsi suara dilakukan dengan menggunakan metode ruang dengung (*reverberation chamber method*). Pengujian dilakukan sesuai dengan ISO 354-1985. Dimensi ruang dengung yang digunakan

untuk pengujian adalah 5,6 m x 3,9 m x 3,3 m. Set-up ruang uji ditunjukkan pada Gambar 2. Sumber suara yang digunakan dalam pengujian adalah *white noise*. *White noise* dapat dianalogikan sebagai cahaya putih, karena cahaya putih mengandung semua frekuensi cahaya dalam proporsi yang sama atau dengan kata lain, *white noise* mengandung semua frekuensi suara dalam rentang audio manusia. Frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dalam rentang 125 sampai dengan 4000 Hz, seperti pada penelitian sebelumnya (Zulfian, 2015).

Koefisien absorpsi suara dihitung dengan menggunakan *Sabine Formula* yang ditunjukkan pada persamaan (1).

$$\alpha = 55,3 \frac{v}{Sc} \left[\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right] \quad (1)$$

Dimana v adalah volume ruangan pengukuran (m^3), S adalah luas permukaan bahan uji (m^2), c adalah kecepatan suara dalam ruang hampa (m/s), T_1 adalah waktu dengung tanpa sampel (s), T_2 adalah waktu dengung dengan ada sampel (s).

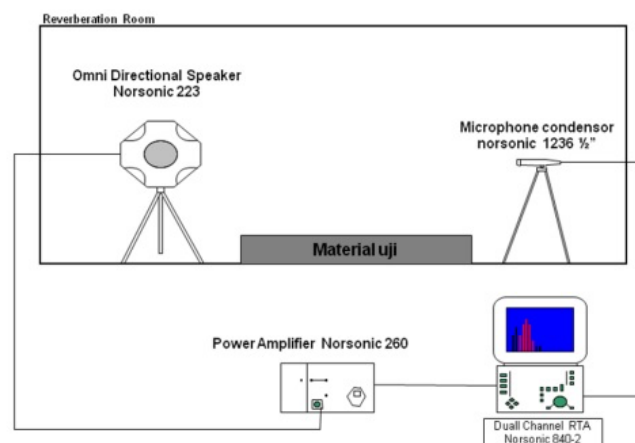


(a)



(b)

Gambar 1. Sampel uji: (a) panel gipsum, (b) panel gipsum-ijuk

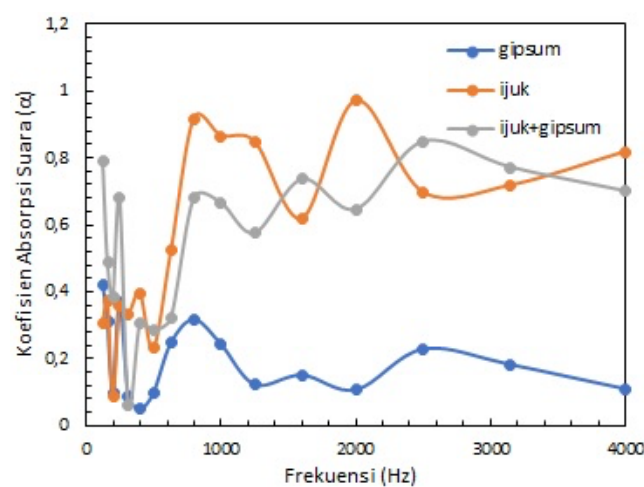


Gambar 2. Set-up pengujian koefisien absorpsi suara

Hasil Penelitian

Telah diukur koefisien absorpsi suara untuk panel gipsum, panel ijuk, dan panel ijuk-gipsum (panel ijuk diletakkan di atas panel gipsum). Hasil pengujiannya ditunjukkan pada Gambar 3. Koefisien absorpsi suara untuk panel gipsum ditunjukkan pada Gambar 3 berwarna biru yang bervariasi nilainya terhadap frekuensi. Untuk frekuensi 125 Hz, diperoleh nilai koefisien absorpsi suara tertinggi yaitu 0,42. Untuk frekuensi 250 Hz dan 800 Hz diperoleh nilai koefisien absorpsi suara masing-masing adalah 0,37 dan 0,32. Untuk frekuensi 630 Hz, 1000 Hz, dan 2500 Hz didapatkan nilai koefisien absorpsi suara masing-masing adalah 0,25, 0,24, dan 0,23.

Nilai koefisien absorpsi suara untuk panel gipsum dari penelitian ini hampir sama dengan hasil yang diperoleh pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rilatupa (2015), dimana nilai koefisien absorpsi suara untuk panel gipsum diperoleh 0,23 – 0,39. Merli (2023) menggunakan gipsum untuk plaster beton, diperoleh nilai koefisien absorpsi suara adalah 0,1.



Gambar 3. Koefisien absorpsi panel ijuk-gipsum

Nilai koefisien absorpsi suara dari panel ijuk ditunjukkan pada Gambar 3 berwarna orange. Nilai koefisien absorpsi suara dari panel ijuk berfluktuasi terhadap frekuensi. Untuk frekuensi di bawah 500 Hz, koefisien absorpsi suara adalah 0,09 sampai dengan 0,39. Nilai terendah adalah 0,09 pada frekuensi 200 Hz. Untuk frekuensi lebih besar 500 Hz, koefisien absorpsi suara lebih besar dari 0,50. Untuk frekuensi 800 Hz dan 2000 Hz, nilai koefisien absorpsi suara masing-masing adalah 0,92 dan 0,97. Untuk frekuensi 4000 Hz, nilai koefisien absorpsi suara adalah 0,82.

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zulfian (2009) menemukan bahwa nilai koefisien absorpsi suara dari panel ijuk berfluktuasi terhadap frekuensi, yang mempunyai kesamaan dengan hasil penelitian ini. Untuk frekuensi 1500 Hz, nilai koefisien absorpsi suara panel ijuk adalah 0,60. Untuk frekuensi 2000 Hz, nilai koefisien absorpsi suara yang diperoleh oleh Zulfian (2009) adalah 0,90, dimana nilai ini sama dengan hasil penelitian ini yaitu 0,97. Demikian juga untuk frekuensi 4000 Hz, Zulfian (2009) memperoleh nilai koefisien absorpsi suara sebesar 0,80, dimana nilai ini hampir sama dengan hasil studi ini yaitu 0,82. Studi yang dilakukan oleh Yahya (2017), nilai koefisien absorpsi suara dari panel ijuk juga berfluktuasi terhadap frekuensi. Untuk frekuensi 2000 Hz dan 4000 Hz, nilai koefisien absorpsi suara masing-masing adalah 0,75 dan 0,90. Nilai ini juga hampir sama dengan nilai koefisien absorpsi suara panel ijuk studi ini.

Nilai koefisien absorpsi suara untuk panel ijuk – gipsum (ijuk berada di atas, gipsum berada di bawah) ditunjukkan pada Gambar 3 berwarna abu-abu (*grey*). Nilai koefisien absorpsi suara relatif tinggi untuk frekuensi rendah. Untuk

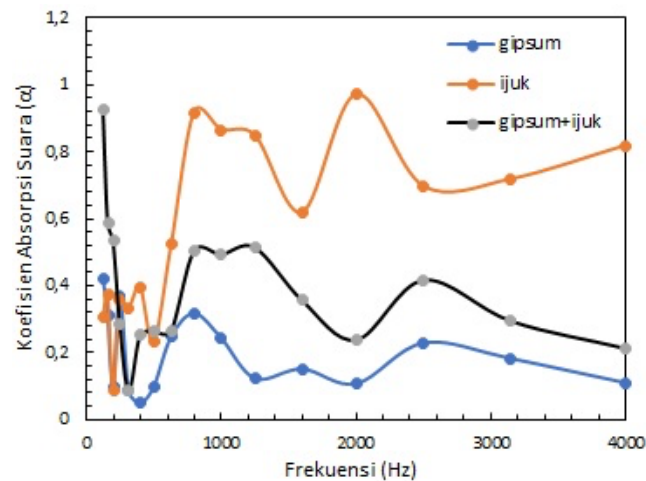
frekuensi 125 Hz, nilai koefisien absorpsi suara panel ijuk-gypsum adalah 0,79. Nilai ini jauh lebih besar dari nilai absorpsi suara panel ijuk ($\alpha = 0,31$) dan panel gypsum ($\alpha = 0,42$). Untuk frekuensi 250 Hz, α -ijuk = 0,36, α -gypsum = 0,37, namun nilai absorpsi suara panel gabungan ijuk-gypsum adalah 0,68. Hal ini menunjukkan bahwa koefisien absorpsi suara dari setiap panel rendah, namun nilai koefisien absorpsi suara meningkat setelah digabung. Hal ini juga terjadi untuk frekuensi 500 Hz, α -ijuk = 0,23, α -gypsum = 0,10, tetapi nilai absorpsi suara panel ijuk-gypsum menjadi 0,28. Fenomena ini juga terjadi pada sejumlah frekuensi yaitu pada frekuensi 1600 Hz, 2500 Hz, dan 3150 Hz dimana koefisien absorpsi suara dari panel gabungan ijuk dan gypsum menjadi lebih besar dari nilai koefisien absorpsi suara dari setiap panel. Hal ini terjadi karena: (i) efek penambahan ketebalan (ketebalan bertambah dengan menggabungkan dua panel), (ii) penyebaran gelombang suara, (iii) interferensi destruktif.

Untuk frekuensi 1000 Hz, α -ijuk = 0,86, α -gypsum = 0,24, nilai absorpsi suara panel ijuk-gypsum diperoleh 0,67. Untuk frekuensi 2000 Hz dan 4000 Hz, nilai koefisien absorpsi suara dari gabungan panel ijuk – gypsum masing-masing adalah 0,65 dan 0,70, dimana nilai koefisien absorpsi suara panel ijuk-gypsum lebih kecil dari nilai koefisien absorpsi suara panel ijuk, tetapi lebih besar dari nilai koefisien absorpsi suara panel gypsum. Gambar 3 menunjukkan bahwa koefisien absorpsi suara panel gabungan ijuk-gypsum (warna *grey*) mempunyai nilai dan trend yang mendekati nilai koefisien absorpsi suara bahan yang dibagian atas, dalam hal ini panel ijuk. Hal ini disebabkan karena gelombang suara mengenai panel bagian atas lebih dominan.

Telah diukur juga koefisien absorpsi suara untuk panel gypsum-ijuk, dimana panel gypsum di atas dan panel ijuk di bawah. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4. Untuk frekuensi rendah ($f=125$ Hz), nilai koefisien absorpsi suara untuk panel ijuk adalah 0,31 dan 0,42 untuk panel gypsum. Nilai koefisien absorpsi suara untuk panel gabungan gypsum-ijuk adalah 0,93. Nilai koefisien absorpsi suara dari panel gabungan jauh lebih besar dari nilai koefisien absorpsi suara dari panel yang tersendiri (sebelum digabung). Hal ini serupa untuk kasus frekuensi 160 Hz dan 200 Hz.

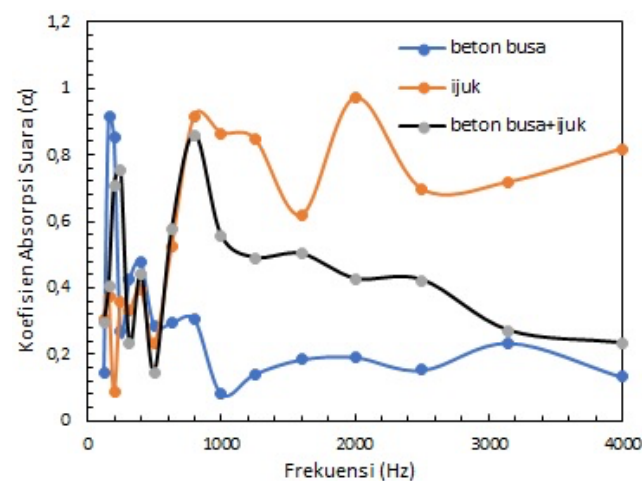
Untuk frekuensi 1000 Hz, nilai koefisien absorpsi suara untuk gypsum dan ijuk masing-masing adalah 0,24 dan 0,86. Sedangkan nilai koefisien absorpsi suara untuk panel gabungan gypsum – ijuk adalah 0,49, dimana nilai ini jauh lebih kecil dari nilai koefisien absorpsi suara untuk ijuk dan lebih besar dari nilai koefisien absorpsi suara gypsum. Untuk frekuensi 2000 Hz dan 4000 Hz, nilai koefisien absorpsi suara dari panel gabungan gypsum – ijuk masing-masing adalah 0,24 dan 0,21. Nilai ini merupakan mendekati nilai koefisien absorpsi suara gypsum yang posisinya di bagian atas panel.

Koefisien absorpsi suara untuk panel beton busa bisa telah diukur, hasilnya ditunjukkan pada Gambar 5 berwarna biru. Nilai koefisien absorpsi suara dari panel beton busa berfluktuasi dengan nilai frekuensi, Untuk frekuensi rendah ($f=160$ Hz dan 200 Hz), nilai koefisien absorpsi suara relatif tinggi, dimana masing-masing nilainya adalah 0,91 dan 0,85. Namun, untuk frekuensi tinggi ($f=1000$ Hz, 2000 Hz, 4000 Hz), nilai koefisien absorpsi suara rendah yang masing-masing nilainya 0,08, 0,19, dan 0,13. Data menunjukkan bahwa nilai koefisien absorpsi suara dari panel beton busa mempunyai nilai yang tinggi pada frekuensi rendah, tetapi nilainya rendah untuk frekuensi tinggi. Hasil penelitian ini mempunyai tren yang sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zulfian (2015).



Gambar 4. Koefisien absorpsi panel gipsum-ijuk

Koefisien absorpsi suara untuk panel beton busa yang digabung dengan panel ijuk (beton busa di bagian atas dan ijuk di bagian bawah) ditunjukkan pada Gambar 5 berwarna hitam. Koefisien absorpsi suara berfluktuasi terhadap frekuensi. Untuk frekuensi rendah, koefisien absorpsi suara relatif tinggi. Untuk frekuensi 250 Hz dan 800 Hz, nilai koefisiensi absorpsi suara masing-masing adalah 0,76 dan 0,86. Untuk frekuensi tinggi, koefisien absorpsi suara relatif rendah. Untuk frekuensi 2000 Hz dan 4000 Hz, nilai koefisiensi absorpsi suara masing-masing adalah 0,43 dan 0,23. Untuk frekuensi rendah, tren koefisien absorpsi suara panel beton busa-ijuk cenderung mendekati nilai koefisien absorpsi suara panel ijuk. Sedangkan, untuk frekuensi tinggi, tren koefisien absorpsi suara panel beton busa-ijuk mendekati beton busa.



Gambar 5. Koefisien absorpsi beton busa-ijuk

Nilai koefisien absorpsi suara dari sebuah material tergantung pada beberapa hal berikut: (i) jenis material, jenis atom dan susunan atom dalam material berpengaruh penyerapan bunyi; (ii) ketebalan material, dimana material yang tebal dapat menyerap bunyi lebih baik; (iii) kepadatan material (kerapatan) karena berkaitan dengan susunan atom. Hasil penelitian sebelumnya oleh Hayat (2013), menunjukkan bahwa koefisien absorpsi suara dipengaruhi secara signifikan oleh kerapatan untuk kerapatan rendah.

Panel ijuk, panel gipsum, panel beton busa mempunyai ketebalan yang sama. Namun, koefisien absorpsi suara dari panel tersebut berbeda-beda karena beda jenis material. Ijuk mempunyai kerapatan yang lebih rendah

dibandingkan dengan gipsum dan beton busa. Hal ini menyebabkan koefisien absorpsi suara ijuk lebih tinggi, dibandingkan dengan koefisien absorpsi suara dari gipsum atau beton busa. Panel ijuk menyerap suara dengan baik karena memiliki pori yang lebih besar dibandingkan beton busa atau gipsum sehingga suara yang masuk mengenai material terjebak dan dilemahkan oleh random fibre. Namun, panel ijuk kurang bagus secara estetika atau kurang menarik untuk digunakan sebagai panel dinding atau panel plafon. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggabungan gipsum dengan ijuk (panel gipsum-ijuk) dan beton busa ijuk (panel beton busa-ijuk) mempunyai koefisien absorpsi suara yang baik. Temuan ini menunjukkan bahwa sifat akustik dapat ditingkatkan dengan menggabungkan dua panel dari bahan yang berbeda.

Kesimpulan

Telah dilakukan studi sifat akustik dari panel ijuk, panel gipsum, panel ijuk-gipsum, panel gipsum-ijuk, panel beton busa, dan panel beton busa-ijuk. Nilai koefisien absorpsi suara panel gipsum yang tertinggi yaitu 0,42 diperoleh pada frekuensi 125 Hz. Panel ijuk mempunyai nilai koefisien absorpsi suara tertinggi adalah 0,97 pada frekuensi 2000 Hz. Nilai koefisien absorpsi suara panel ijuk-gipsum yang tertinggi adalah 0,85 pada frekuensi 2500 Hz. Nilai koefisien absorpsi suara panel gipsum-ijuk yang tertinggi adalah 0,93 pada frekuensi 125 Hz. Nilai koefisien absorpsi suara dari panel gabungan gipsum-ijuk (gipsum di atas, ijuk di bawah) mempunyai tren koefisien absorpsi dari panel yang berada di bagian atas. Hal ini juga terjadi untuk panel beton busa – ijuk (beton busa di atas, ijuk di bawah). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat akustik dapat ditingkatkan dari panel gipsum dan panel beton busa dapat ditingkatkan secara signifikan dengan cara memberi panel ijuk dibawahnya. Dengan demikian panel gabungan tersebut berpotensi untuk diaplikasikan untuk peredam suara.

Referensi

- Amran, M., Fediuk, R., Vatin, N., Lee, H.Y., Murali, G., Ozbakkaloglu, T., Klyuev, S., Alabduljabber, H. (2020) 'Fibre-Reinforced Foamed Concretes: A Review', *Materials*, Vol. 13(19), p. 4323.
- Aslan, R., Turan, O. (2020) 'Gypsum-based sound absorber produced by 3D printing technology', *Applied Acoustics*, Vol. 161, p. 107162.
- Bouzit, S., Laasri, S., Taha, M., Laghzizil, A., Hajjaji, A., Merli, F., Buratti, C. (2019) 'Characterization of Natural Gypsum Materials and Their Composites for Building Applications', *Applied Sciences*, Vol. 9, p. 2443.
- Capasso, I., Pappalardo, L., Romano, R.A., Fabio Iucolano, F. (2021) 'Foamed gypsum for multipurpose applications in building', *Construction and Building Materials*, Vol. 307, p. 124948.
- Elkhessaimi, Y., Doyen, N.T., Smith, A. (2017) 'Effects of microstructure on acoustical insulation of gypsum boards', *Journal of Building Engineering*, Vol. 14, Pp. 24-31.
- Ferrández, D., Álvarez, M., Zaragoza-Benzal, A. & Santos, P. (2024) 'Eco-Design and Characterization of Sustainable Lightweight Gypsum Composites for Panel Manufacturing including End-of-Life Tyre Wastes', *Materials*, Vol. 17, p. 635.
- Gencil, O., Bilir, T., Bademler, Z., Ozbakkaloglu, T. A. (2022), 'Detailed Review on Foam Concrete Composites: Ingredients, Properties, and Microstructure', *Appl. Sci.*, Vol. 12, p. 5752.
- Granzotto, N., Scrosati, C., Scamoni, F., Piana, E.A. (2021) 'Sound reduction index prediction of double-layer gypsum panels through the transfer matrix method', *Building Acoustics*, Vol. 28(1), pp. 3-16.
- Hayat, W., Syakbaniah, Yenni Darvina, Y. (2013), 'Pengaruh Kerapatan Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi Papan Partikel Serat Daun Nenas', *PILLAR OF PHYSICS*, Vol. 1, pp. 44-51.
- Idris, Mangalla, L.K., Sudia, B. (2018), 'Pengaruh Variasi Komposisi Komposit Berbahan Gypsum, Serat Ijuk Pohon Aren Dan Resin Polyester Terhadap Kemampuan Meredam Suara', *ENTHALPY*, Vol. 3, No. 2, pp. 1-11.
- Júnior, O.J.S., Pinheiro, M.A.S., Silva, J.J.R., Pires, T.A.C., Alencar, C.O.S. (2021) 'Sound insulation of gypsum block partitions: An analysis of single and double walls', *Journal of Building Engineering*, Vol. 39, p. 102253.
- Ma, B., Jin, Z., Su, Y., Lu, W., Qi, H., Hu, P. (2020) 'Utilization of hemihydrate phosphogypsum for the preparation of porous sound absorbing material', *Construction and Building Materials*, Vol. 234, p. 117346.
- Merli, F., Bouzit, S., Taha, M., Buratti, C. (2023) 'Thermal and Acoustic Performance of Gypsum Plasters Mixed with Different Additives: Influence of Bio-Based, Synthetic, and Mineral Fillers', *Applied Sciences*. Vol. 13(18), p. 10480.
- Mokrova, M., Matveeva, L., Leontyeva, Y., Letenko, D., Cherevko, S. (2023) 'Modified gas gypsum for thermal and sound insulation in engineering structures', *E3S Web of Conferences*, Vol. 371, p. 02022.

- Prabowo, I., Pratama, J.N., Chalid, M. (2017) 'The effect of modified ijuk fibers to crystallinity of polypropylene composite', *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, Vol. 223, p. 012020.
- Raj, A., Dhaya Sathyan, D., Mini, K.M. (2019), 'Physical and functional characteristics of foam concrete: A review', *Construction and Building Materials*, Vol. 221, pp. 787-799.
- Rashid, B., Leman, R., Jawaid, M., Ghazali, M.J., Ishak, M.R. (2016) 'The Mechanical Performance of Sugar Palm Fibres (Ijuk) Reinforced Phenolic Composites', *International Journal Of Precision Engineering And Manufacturing*, Vol. 17, No. 8, pp. 1001-1008.
- Rilatupa, J. (2015) 'Gypsum Board And Cement Board As An Acoustic', *International Journal of Applied Engineering Research*, Vol. 10, pp. 1069-1076
- Safitri, I., Lumbantoruan, P., Setiawan, A.A. (2021), 'Pembuatan Komposit sebagai Bahan Peredam Bunyi', *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya*, Vol. 2, No. 2, pp. 66-75.
- Yahya, M.N., Sambu, M., Latif, H.A., Junaid, T.M., (2017), 'A study of Acoustics Performance on Natural Fibre Composite', *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* 226, 012013.
- Zahari, W.Z.W., Badri, R.N.R.L., Ardyananta, H., Kurniawan, D., Nor, F.M. (2015), 'Mechanical Properties and Water Absorption Behavior of Polypropylene / Ijuk Fiber Composite by Using Silane Treatment', *Procedia Manufacturing* 2, pp. 573 – 578.
- Zhang, Z., Provis, J. L., Reid, A., Wang, H. (2015), 'Mechanical, thermal insulation, thermal resistance and acoustic absorption properties of geopolymer foam concrete', *Cement and Concrete Composites*, Vol. 62, pp. 97–105.
- Zulfian, Muhammad Sajidin, M. (2009), 'Kajian tentang Kemungkinan Pemanfaatan Bahan Serat Ijuk sebagai Bahan Penyerap Suara Ramah Lingkungan', *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, Vol. 7, No. 2, pp. 94-98.
- Zulfian dan Abdullah (2015), 'Pengaruh Serat Ijuk Pada Panel Dinding Beton Busa Dengan Metode Medan Dengung', *Jurnal RAUT*, Vol. 1, No. 3, pp. 13- 20.