

# PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK GERGAJI SEBAGAI BAHAN PEREDAM BUNYI

*Sujarwata dan Sarwi*

Jurusan Fisika FMIPA UNNES  
Jl. Raya Sekaran, Gunungpati Semarang

**Abstrak** Penelitian ini dilakukan untuk mendiskripsikan sifat komposit untuk bahan peredam bunyi. Tujuan penelitian yaitu a) diskripsi koefisien serapan dan koefisien refleksi bunyi bahan komposit, dan b) mengetahui kinerja bahan pada rentang frekuensi efektif. Enam sampel dibuat dari serbuk kayu angkana, dipadu dengan gipsum, fenol-formaldehid, dan perekat resin bening, yang dibentuk silinder berdiameter 10 cm. Peralatan penelitian yang digunakan yaitu: a) Two Microphone Impedance Tube B&K 4206, b) B&K 2718, c) B&K Pulse Multi Analyzer, d) Seperangkat Komputer, Pentium IV, 512 MB, 40 GB, dengan Pulse Program v. 6.0 Printer, dan Scanner. Nilai koefisien serapan tiga komposit yang diperoleh termasuk cukup baik yakni 0.57 - 0.67, dan bekerja pada interval frekuensi efektif (600 Hz - 1.4 kHz). Tiga komposit ini dibuat dengan proporsi jumlah serbuk angkana lebih besar daripada gipsum, karena fenol dan resin dipandang berpengaruh kecil. Dua komposit yang lain berkualitas kurang baik karena memiliki nilai koefisien serapan yang rendah yakni sekitar 0.4. Sedangkan satu komposit tidak memiliki karakteristik. Nilai koefisien refleksi tiga komposit berkisar 0.58 - 0.65, yang bekerja pada interval frekuensi efektif (700 Hz - 1.4 kHz). Komposit yang diperoleh pada penelitian ini kualitasnya masih perlu ditingkatkan.

**Kata kunci :** komposit, gypsum, resin bening

## PENDAHULUAN

Berbagai macam pohon dan tanaman baik yang berdaun lebar maupun berdaun sempit/kecil tumbuh subur di Wilayah Negara Republik Indonesia. Pohon yang ada di lingkungan kita, menghasilkan kayu yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Dalam prospek pemanfaatan kayu sebagian besar digergaji terlebih dahulu, menghasilkan limbah serbuk gergaji. Limbah serbuk gergaji yang melimpah di lingkungan kita banyak yang terbuang, bahkan tidak dimanfaatkan dan hanya dibakar saja. Padahal pembakaran serbuk gergaji ini masih menimbulkan dampak pada lingkungan. Sejumlah efek samping negatif yang cukup berarti diantaranya polusi udara dan kerusakan lingkungan disebabkan pemilihan cara yang kurang tepat (Ginting, 1998). Bahan-bahan yang ada di lingkungan sebaiknya dimanfaatkan agar tidak menimbulkan dampak negatif terhadap kehidupan. Oleh karena itu, penerapan teknologi

yang memberi alternatif pemecahan masalah perlu dikembangkan.

Hal inilah yang menjadi perhatian peneliti untuk memanfaatkan secara optimal bahan sisa gergaji sebagai bahan peredam bunyi. Maksud peredaman bunyi yakni membuat prototipe yang berfungsi untuk menjernihkan bunyi yang didengar dan mengurangi gema di dalam ruang.

Penelitian ini akan diawali dengan pembentukan komposit, yakni perpaduan serbuk gergaji dan gipsum dengan aditif fenol-formaldehid. Kajian literatur<sup>2</sup> menunjukkan gipsum adalah bahan yang memiliki sifat pereduksi dan penyerap bunyi yang baik. Serbuk gergaji yang berasal dari kayu angkana, memiliki sifat penyerap bunyi yang baik (Suptandar, 2004). Untuk kepentingan bahan uji, akan dibuat komposit berupa kubus berpori (cubic perforated). Perpaduan kedua bahan yang telah didesain diharapkan berfungsi sebagai weak radiating cell yang efektif untuk penyerap bunyi.

Pengkajian komposit telah dilakukan (Stark, 1999), menyatakan bahwa serat kayu yang dibentuk dalam palet menjadi bahan penyusun komposit plastik-kayu dapat memperkuat sifat-sifat mekanik. Hal ini menunjukkan bahwa serat-serat kayu sisa sangat bermanfaat dalam penyusunan komposit.

Penelitian ini menggunakan metode standar uji serapan bahan akustik mengacu prosedur standar ASTM E-1050 dengan menggunakan teknik dua mikrofon dan sistem kontrol frekuensi digital. Perangkat alat terdiri dari Twomicrophone Impedance Tube B&K 4206 terhubung ke B&K Pulse Mully Analyzer, kemudian terhubung dengan komputer. Koefisien serapan akustik merupakan parameter peredam bunyi yang efektif. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi sumbangan bidang teknologi bahan akustik yang memanfaatkan kekayaan alam, untuk mengurangi dampak negatif dan bersifat ramah lingkungan.

## Gipsum ( $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Gipsum (  $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ), adalah senyawa kimia tersusun dari unsur kalsium, gugus sulfat dan

air. Gypsum memiliki sifat tidak berat dan tahan api, dengan massa jenis  $2,32 \text{ g.cm}^{-3}$ . Karakteristik Gypsum bersifat mereduksi bising dan penyerap bunyi yang baik, sedangkan kayu angkana adalah penyerap bunyi (Lord dan Duncan, 2001; Suptandar, 2004). Sebagai bahan perekat digunakan fenol-formaldehid ( $\text{C}_6\text{HS OH-CH}_2\text{O}$ ), yang memiliki sifat larut dalam air dan alkohol. Formaldehid sendiri mulai teroksidasi pada suhu di atas  $150^\circ\text{C}$ . Sifat kimia formaldehid dapat diekstraksi dari sampel padat maupun cair (WHO, 1989). Gypsum pada umumnya berbentuk serbuk mulai meleleh pada suhu sekitar  $128^\circ\text{C}$  (Dean, 1974). Kajian literatur menunjukkan gypsum adalah bahan yang memiliki sifat pereduksi dan penyerap bunyi yang baik. Serbuk gergaji yang berasal dari kayu angkana, memiliki sifat pereduksi bising dengan baik. Specimen (sampel) penelitian ini, akan dibuat komposit silinder. Perpaduan sejumlah bahan yang telah didesain diharapkan berfungsi sebagai weak radiating cell yang efektif untuk bising frekuensi rendah antara 125 Hz sampai 1.200 Hz.

#### Pembentukan Komposit

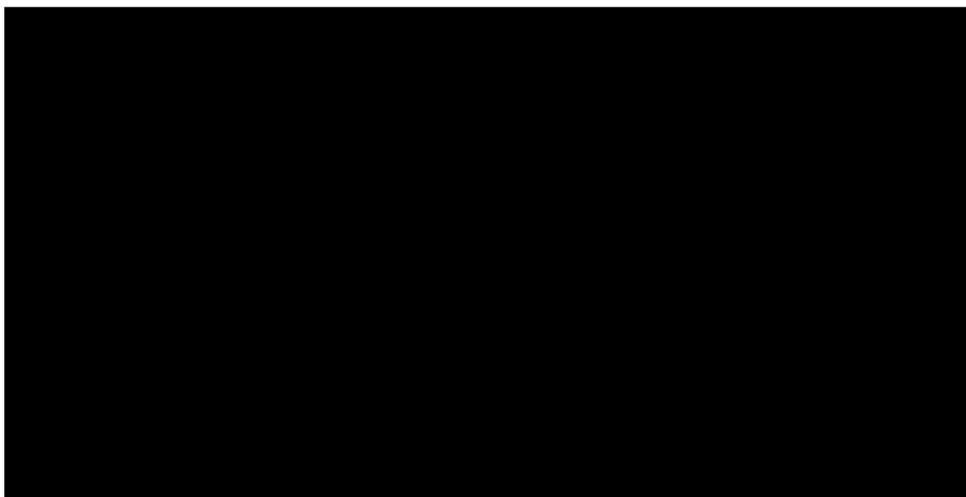
Pembentukan komposit dengan menggunakan perekat resin bening dan fenol-formaldehid, didasarkan pada kaidah fraksi volum. Hal yang mendukung yakni pernyataan Sains dan Kokta (1993) bahwa perlakuan dengan penambahan aditif resin fenol-formaldehid dapat memperbaiki sifat statistik komposit. Sejalan hal di atas, diberikan oleh Westin (1998) bahwa modifikasi kimia terhadap komposit serat kayu

dengan proses reaksi menggunakan acetic anhydride mampu mempertinggi stabilitas dan daya tahan komposit terhadap degradasi lingkungan.

Sifat bahan yang menyatu dalam komposit secara mekanik dapat dievaluasi dan diuji secara terpisah. Ada dua hal yang perlu diperhatikan pada komposit agar dapat membentuk produk yang efektif (Vlack, 1994), yaitu; 1) komponen penguat harus memiliki modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada komponen matriknya, 2) harus ada ikatan permukaan yang kuat antara komponen penguat dan matrik.

#### METODE PENELITIAN

Perangkat alat eksperimen yang digunakan untuk pengujian bahan berupa komposit yang telah dibentuk seperti pada Gambar 2. Secara lengkap alat-alat yang digunakan meliputi: a) Two Microphone Impedance Tube B&K 4206, b) B&K 2718, c) B&K Pulse Multi Analyzer, d) Seperangkat Komputer, Pentium IV, 512 MB, 8.2 GB, Printer, dan Scanner. Pada Gambar 1. gelombang datang dan gelombang pantul akan direkam oleh dua buah mikrofon tipe 4187 yang merupakan free field microphone dengan diameter  $1/4$  inchi. Setelah diperkuat sinyal yang ditangkap oleh kedua mikrofon akan diteruskan ke 4-ch microphone module 3028. Pada tahap ini akan dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan fungsi respons frekuensi. Pengujian koefisien serapan bunyi dengan prosedur standar ASTM E-1050 dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengujian Koefisien Serapan Bunyi dengan Prosedur Standar ASTM E-1050

Untuk menentukan Koefisien Refleksi digunakan persamaan:

$$R = \left[ \frac{H_l - H_i}{H_r - H_l} \right] e^{j2k(1+s)}$$

Dimana :

$H_l$  = fungsi respon frekuensi;  $H_i$  = fungsi respon gelombang datang ;  $k$  = bilangan gelombang ;  $H_r$  = fungsi respon gelombang pantul ;  $s$  = jarak mikrofon pertama ke sample dan jarak antar mikrofon.

Untuk menentukan nilai koefisien serapan bunyi digunakan persamaan :

$$\alpha = 1 - |R|^2$$

Pengolahan data eksperimen akan dilakukan menggunakan komputer dengan perangkat lunak (software) Pulse versi 6. Data yang diperoleh akan disajikan baik dalam bentuk tabel nominal maupun grafik/diagram. Dengan metode grafik ini akan dipaparkan secara detail perilaku bahan akustik berupa komposit yang telah diuji. Oleh karena penelitian ini, termasuk penelitian murni eksperimen, data yang diolah harus tepat dan akurat. Analisis data akan dilakukan secara kualitatif, kemudian dilakukan interpretasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian yang telah dikumpulkan terdiri dari koefisien absorpsi (serapan) dan koefisien refleksi (pantulan) bahan komposit yang telah dibuat. Dengan menggunakan Pulse Program versi 6.0 data dapat direkam dalam bentuk excel dan selanjutnya data diolah sehingga menghasilkan grafik fungsi koefisien absorpsi terhadap rentang frekuensi dan grafik fungsi koefisien refleksi terhadap rentang frekuensi, yang bahan tersebut dapat dimanfaatkan. Data mengenai perbandingan bahan penyusun komposit sebagai sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan-bahan Penyusun Komposit sebagai Peredam Bunyi

No. Sampel	A (gr)	B (gr)	C (ml)	D (ml)	T (cm)
1	25.0	30.0	20.0	40.0	1.60
2	22.5	32.5	20.0	40.0	1.70
3	25.0	27.5	15.0	35.0	1.50
4	27.5	27.5	15.0	35.0	1.80
5	32.5	22.5	15.0	30.0	1.30
6	27.5	22.5	15.0	30.0	1.20

Keterangan: A: Gypsum, B : Serbuk Angsana, C : Fenol-formaldehid , D: Resin bening t: tebal sampel

Pembuatan 6 buah sampel dapat dijelaskan dengan proporsional bahan penyusunnya. Tiga sampel pertama (1, 2 dan 3) dibuat dengan menggunakan bahan, yaitu gipsum (A), serbuk angšana (B), fenol-formaldehid (C) dan resin bening (D) dengan perbandingan untuk sampel 1 proporsi A : B : C : D = 5 : 6 : 4 : 8 ; sampel 2 proporsi A : B : C : D= 9 : 13 : 8 : 16; sampel 3 proporsi A : B : C : D= 10 : 11 : 6 : 14.

Tiga sampel pertama proporsi serbuk angšana lebih besar dari pada gipsum, dan proporsi fenol merata mendekati nilai setengah dari jumlah resin bening. Untuk tiga sampel kedua ( 4, 5, dan 6) dibuat dengan menggunakan bahan yaitu gipsum (A), serbuk angšana (B), fenol-formaldehid (C) dan resin bening (D) dengan perbandingan untuk sampel 4 proporsi A : B : C : D = 11 : 11 : 6 : 14 ; sampel 5 proporsi A : B : C : D= 13 : 9 : 6 : 12; sampel6 proporsi A : B : C : D= 11 : 9 : 6 : 12.

Tiga sampel kedua proporsi gipsum  $\geq$  serbuk angšana, dan proporsi antara fenol dan resin bening sama dengan tiga sampel pertama. Hasil pengolahan data untuk semua sampel berjumlah 6 buah disajikan secara terpisah. Hasil pengolahan data dengan menggunakan Pulse Program v. 6.0 secara keseluruhan dapat ditampilkan pada Gambar 2.

Sampel 1, 2, dan 3 menunjukkan nilai koefisien serapan cukup tinggi berkisar antara 0,57 sampai 0,67. Untuk tiap sample, dapat dijelaskan bahwa sample 1, memiliki nilai koefisien serapan 0.67 yang berkerja pada frekuensi efektif antara 600 Hz sampai 900 Hz; sampel 2 memiliki nilai koefisien serapan 0.57 yang bekerja pada interval frekuensi efektif antara 700 Hz sampai 1 kHz, sedangkan sampel 3 memiliki nilai koefisien serapan 0.67 bekerja pada interval frekuensi efektif antara 1 kHz sampai 1.4 kHz.

Komposit yang memiliki nilai koefisien serapan cukup tinggi dihasilkan sampel yang disusun dari bahan dengan perbandingan yang proporsional. Jumlah fraksi serbuk angšana ternyata lebih besar dari fraksi gipsum, sedangkan sumbangan fenol dan resin bening tidak menunjukkan nilai yang signifikan. Diprediksi sumbangan fenol dan resin bening berpengaruh pada kekuatan fisis termasuk nilai tetapan elastisitas komposit yang dibuat.

Dalam penelitian ini belum dapat diuji secara laboratorium karena terbatasnya dana penelitian. Tebal sampel memberi sumbangan yang cukup baik, ada kecenderungan sampel yang tebal memberi nilai koefisien serapan yang cukup tinggi.



Gambar 2. Grafik fungsi koefisien serapan komposit terhadap frekuensi efektif

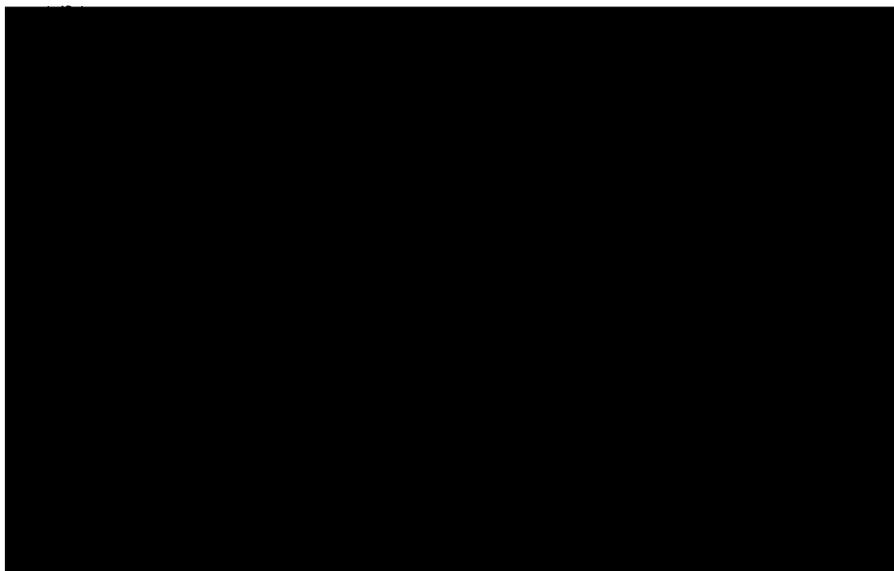
Namun sumbangan ketebalan tidak lebih dominan daripada proporsi jumlah fraksi gipsum dan serbuk angsana. Jadi fraksi gipsum dan serbuk angsana lebih memberi sumbangan nilai koefisien serapan komposit yang dihasilkan.

Tiga sampel kedua (4, 5, dan 6) dapat dijelaskan bahwa sampel 4 dan sampel 6 memiliki nilai koefisien serapan disekitar nilai 0,40 dan bekerja pada interval frekuensi efektif antara 600 Hz sampai 1 kHz, sedangkan sampel 5 tidak memiliki kurva yang jelas, karena kurva cenderung naik terus pada rentang frekuensi yang diharapkan. Komposit yang memiliki nilai koefisien serapan rendah dihasilkan sampel yang disusun dari bahan dengan perbandingan kurang proporsional. Jumlah fraksi serbuk angsana  $\leq$  fraksi gipsum, demikian juga sumbangan fenol dan resin bening tidak menunjukkan nilai yang signifikan.

Koefisien serapan yang rendah diprediksi disebabkan pula oleh sifat fisis komposit yang cenderung agak rapuh. Meskipun sampel 4 memiliki ketebalan yang paling besar 1,80 cm namun hanya memberi nilai koefisien serapan sekitar 0,4.

Selanjutnya peneliti melakukan pengolahan data untuk memperoleh informasi mengenai koefisien refleksi bahan komposit. Hasil pengolahan data menggunakan Pulse Program v. 6.0 menghasilkan Gambar 3.

Komposit yang memiliki nilai koefisien refleksi cukup tinggi dihasilkan sampel yang disusun dari bahan dengan perbandingan kurang proporsional. Jumlah fraksi serbuk angsana  $\leq$  fraksi gipsum, demikian juga sumbangan fenol dan resin bening tidak menunjukkan nilai yang signifikan. Koefisien refleksi yang cukup tinggi



Gambar 3. Grafik fungsi koefisien refleksi terhadap frekuensi efektif.

diprediksi disebabkan pula oleh sifat fisis komposit yang tidak berpori dan cenderung agak rapuh. Meskipun sampel 4 memiliki ketebalan yang paling besar 1,80 cm namun hanya memberi nilai koefisien serapan sekitar 0,4.

Bahan komposit yang digunakan untuk kepentingan peredam bunyi, yang dimanfaatkan secara profesional memiliki nilai berkisar antara 0,75 sampai mendekati 1,0. Bahan yang digunakan biasanya berasal dari serabut atau bahan lain yang dapat dibuat secara berpori. Kualitas bahan peredam yang baik secara teori, ditentukan disamping faktor berpori, juga fraksi massa/volum yang tepat dan kualitas fisis yang dipengaruhi tetapan elastisitas bahan. Berdasarkan teori yang telah disampaikan di depan, sifat bahan yang berpori akan berfungsi sebagai weak radiating cell, yang memperkuat daya serap bahan terhadap bising yang terjadi.

## KESIMPULAN

Hasil pengolahan data dan analisisnya telah dilakukan, sehingga disimpulkan hal-hal berikut. Nilai koefisien serapan bahan peredam bunyi yang telah berhasil dibuat termasuk cukup baik berkisar antara 0,57 sampai 0,67. Ketiga bahan tersebut bekerja pada interval frekuensi efektif antara 600 Hz sampai 1,4 kHz. Dua bahan peredam bunyi yang lain berkualitas kurang baik karena memiliki nilai koefisien serapan yang rendah yakni sekitar 0,4. Sedangkan satu komposit tidak memiliki karakteristik tertentu.

Nilai koefisien refleksi tiga bahan peredam bunyi termasuk cukup baik berkisar antara 0,58 sampai 0,65, yang bekerja pada interval frekuensi

efektif antara 700 Hz sampai 1,4 kHz. Jika nilai tersebut dikonsultasikan dengan nilai pada literatur masih agak jauh yakni antara 0,3 sampai 0,4.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM-E1050-98. Standard test method for impedance and absorption of acoustical material using a tube, two microphones, and digital frequency analysis system. ASTM Subcommittee E33.01
- Ginting, AX, 1998. The relation between wood waste management and the risk of transboundary haze from forest. (diadaptasi dari <http://www.iesea.or.id/sea-span/SCIPOL2/STUDI.htm>)
- Lord, P., dan T. Duncan, 2001. Detail Akustik, edisi 3. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sains, M.M. and Kokta, B.V., 1993. Cross-linkable phenol formaldehyde and epoxy resins-coated cellulosic-fibred polypropylene composites. *Journal of Applied Polymer Science* V. 48 No. 12 p. 2181-2196
- Stark, N.M., 1999. Wood fiber derived from scrap pallets used in polypropylene composites. *Forest Products Journal*, Vol. 49, No.6
- Suptandar, J.P. 2004. Faktor Akustik: Dalam Perancangan Disain Interior. Jakarta: Penerbit Djambatan.
- Vlack, L.V. 1994. Ilmu dan Teknologi Bahan: Ilmu Logam dan Bukan Logam, edisi 5. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Westin, M., 1998. High performance composites from modified wood fiber. Thesis for the degree Doctor of Philosophy. Dept. of Forest Products and Chemical Engineering. Chalmers University of Technology Gotenborg.