

## PENGARUH FAKTOR JENIS KERTAS, JENIS PEREKAT DAN KERAPATAN KOMPOSIT TERHADAP KEKUATAN IMPAK PADA KOMPOSIT PANEL SERAP BISING BERBAHAN DASAR LIMBAH KERTAS

R. Hari Setyanto<sup>1</sup>, Ilham Priyadithama<sup>1</sup>, Maryani<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Staf Pengajar - Jurusan Teknik Industri - Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

<sup>2</sup> Alumni Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

### **Keywords :**

Noise absorber panel composite  
Waste paper  
Impact test  
Sound absorption test.

### **Abstract :**

Waste paper and adhesive can be mixed as a noise absorber panel composite materials. This composite materials can be applied as a room partition or core in the sandwich composite. The purpose of this study is to determine what factors those influence the impact strength of noise absorber panel composite and the combination of factor levels that can produce the best impact strength. The preparation of composite specimens was conducted using a hydraulic press mold with two types of paper, office paper (HVS) and newspaper, in a variety of glueing treatment, without glue, PVAc glue and starch glue. The density was also varied of compaction through the ratio of 2:1, 3:1, and 4:1. Charpy impact test was conducted based on ASTM D 5942-96 standardization. The test used specimens with dimensions of 80 x 10 x 10 (mm<sup>3</sup>). The results have shown that the type of adhesive, the density and interaction between the type of adhesive and the density of composite, influenced the impact strength's composite, while the type of paper factor haven't. The highest value of impact strength have determined in the composition mixture of HVS paper, starch glue, and density of 4:1 are 9.51 x 10<sup>-3</sup> J/mm<sup>2</sup> respectively. The sound absorption test was the sound absorption in the medium frequency (1000 Hz - 2000 Hz), the sound absorption coefficients (*ap*) required the ISO 11654:1997 (E) standardization that was at least 0.15. For the frequency of 1000 Hz, *ap* = 0.15 and for the frequency 2000 Hz, *ap* = 0.35.

### PENDAHULUAN

Kertas merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia. Konsumsi kertas di Indonesia pada tahun 2003 mencapai 5,31 juta ton, tahun 2004 mencapai 5,40 ton, tahun 2005 mencapai 5,61 juta ton dan tahun 2009 mencapai 7,90 juta ton. Indonesia saat ini menduduki peringkat ke-9 di dunia untuk kategori industri *pulp* dan mengisi 2,4% pangsa pasar dunia serta peringkat ke-12 untuk kategori industri kertas dengan pangsa pasar sebesar 2,2% (Pusat Grafika Indonesia, 2010). Peningkatan konsumsi kertas berdampak pada peningkatan permintaan bahan baku kayu dan peningkatan sampah kertas. Komposisi sampah di Indonesia terdiri dari sampah kompos sekitar 65%, kertas 13%, plastik 11%, dan 11% lain-lain (BPS dalam Wibowo, 2009). Sampah kertas menduduki peringkat ke-2 dari komposisi total sampah di Indonesia dan merupakan jenis sampah yang dapat didaur ulang.

Saat ini pemanfaatan daur ulang sampah kertas belum optimal. Kebanyakan sampah kertas didaur ulang menjadi pembungkus makanan atau bahan kertas baru. Kertas karton (*cardboard paper*) sebagai produk daur ulang sampah, digunakan sebagai *core*

pada industri kertas, sampah kertas rumah tangga didaur ulang menjadi kertas untuk surat kabar (*newspaper*) dan *fine paper* seperti kertas *tissue* (Peltola, 2004). Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan pemanfaatan daur ulang sampah kertas adalah dengan mengkombinasikan daur ulang sampah kertas dengan perekat menjadi sebuah alternatif material baru yaitu natural komposit sebagai bahan panel/papan.

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda (Jones, 1975). Umumnya dalam komposit terdapat bahan yang disebut sebagai bahan dispersi dan matrik. Bahan dispersi dapat berupa partikel tetapi pada umumnya berupa serat. Alasan-alasan dipilihnya serat sebagai bahan komposit diantaranya karena sifatnya yang elastis, kuat, melimpah, ramah lingkungan dan biaya produksi yang rendah. Bahan dasar alami seperti daur ulang sampah kertas, disusun dari beberapa jenis kertas murni atau dikombinasikan dengan serbuk kayu atau serat lainnya dan direkatkan menggunakan perekat organik maupun anorganik (Grigoriou, 2003).

Karena sifatnya yang lunak, bahan-bahan semacam ini berpotensi untuk dijadikan bahan panel serap bising yang baik. Penelitian Miasa dan Rachmat (2004) menunjukkan bahwa kertas dapat meredam kebisingan hingga 20 dB pada frekuensi 8000 Hz.

### TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah menyelidiki menganalisis faktor yang berpengaruh terhadap nilai dampak komposit panel serap bising berbahan campuran limbah kertas dan perekat.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Pengujian Impak

Uji dampak dilakukan dengan memberikan pembebanan secara mendadak yang terbatas pada area tertentu pada suatu material. Energi dampak yang diserap oleh spesimen hingga terjadi patahan yang dinyatakan dalam satuan joule digunakan untuk mengetahui tingkat ketangguhan material itu (Kilduff, 1996). Besarnya energi yang diperlukan pendulum untuk mematahkan spesimen material komposit adalah (Shackelford, 1992):

$$E_{\text{serap}} = W \times R (\cos \beta - \cos \beta') \quad (1)$$

keterangan:

$W$  = Berat beban/pembentur (N)

$R$  = Jarak antara pusat gravitasi dan sumbu pendulum (m)

$E$  = Energi yang terserap (Joule)

$\alpha$  = Sudut pendulum sebelum diayunkan

$\beta$  = Sudut ayunan pendulum setelah mematahkan spesimen

$\beta'$  = Sudut ayunan pendulum tanpa spesimen

Harga dampak (**HI**) suatu bahan yang diuji dengan metode *Charpy* (Shackelford, 1992):

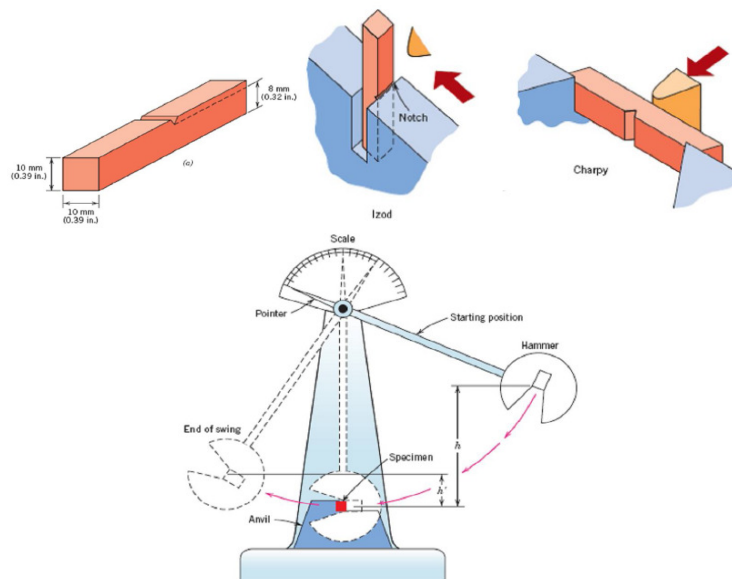
$$HI = \frac{E}{A} \quad (2)$$

Keterangan:

$E$  = energi yang diserap (joule)

$A$  = luas penampang di bawah takik ( $\text{mm}^2$ )

Standar pengujian dampak *Charpy* berdasarkan ASTM D-5942. Ilustrasi pengujian dampak serta posisi spesimen untuk uji dampak *Charpy* dan *izod* digambarkan sebagai berikut:



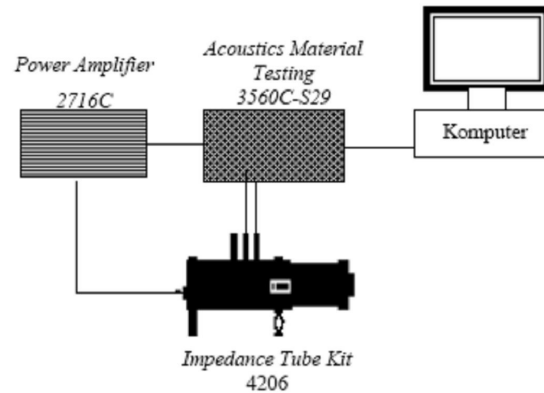
Gambar 1. Ilustrasi skematis pengujian dampak (Callister, 2007)

Skematis pengujian dampak digambarkan pada gambar 1. Beban dinyatakan dalam bentuk pukulan dari pendulum yang dilepaskan dari posisi tegak pada ketinggian  $h$ . Spesimen diletakkan di bawah dengan posisi seperti pada gambar 1. Setelah dilepaskan dari posisi awal, bandul pendulum menumbuk spesimen dan mematahkan spesimen pada *notch* spesimen, yang merupakan titik konsentrasi tegangan untuk kecepatan pukulan dampak yang tinggi. Bandul pendulum melanjutkan ayunannya hingga posisi ketinggian maksimum  $h'$  yang lebih rendah daripada  $h$ .

Penyerapan energi dihitung dari perbedaan ketinggian  $h$  yang dinyatakan sebagai energi dampak (Callister, 2007).

#### Uji Serap Bising

Prosedur uji serap bunyi dilakukan berdasarkan standar ASTM E1050-98 dengan menggunakan peralatan berupa tabung impedansi (Khuriati dkk, 2006). Diagram rangkaian alatnya ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 2. Diagram alat pengukuran koefisien absorpsi bunyi (Khuriati dkk, 2006)

Sumber bunyi dihasilkan *Acoustic material testing*, dikuatkan oleh *power amplifier*, kemudian diteruskan ke tabung impedansi. Interferensi bunyi yang terjadi ditangkap oleh kedua mikropon, dianalisa oleh *Acoustic material testing* dan diolah serta ditampilkan oleh computer.

#### PERANCANGAN EKSPERIMEN

Perancangan eksperimen merupakan langkah-langkah lengkap yang perlu diambil jauh sebelum eksperimen dilakukan agar supaya data yang semestinya diperlukan dapat diperoleh sehingga akan membawa kepada analisis objektif dan kesimpulan yang berlaku untuk persoalan yang sedang dibahas (Sudjana, 1997).

#### • Analisis Varians (ANOVA)

Tabel ANOVA untuk eksperimen faktorial dengan tiga faktor (a, b, dan c), dengan nilai-nilai perhitungan dalam bentuk diatas adalah sebagaimana tabel 1. Pada kolom terakhir tabel 1, untuk menghitung harga F yang digunakan sebagai alat pengujian statistik, maka perlu diketahui model mana yang diambil. Model yang dimaksud ditentukan oleh sifat tiap faktor, apakah tetap atau acak. Model tetap menunjukkan di dalam eksperimen terdapat hanya m buah perlakuan, sedangkan model acak menunjukkan bahwa dilakukan pengambilan m buah perlakuan secara acak dari populasi yang ada.

Tabel 1. ANOVA Eksperimen Faktorial 3 Faktor Desain Acak Sempurna

Sumber Variansi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Kuadrat Tengah (MS)	F
Faktor A	$a - 1$	$SS_A$	$SS_A/df_A$	$MS_A/MS_E$
Faktor B	$b - 1$	$SS_B$	$SS_B/df_B$	$MS_B/MS_E$
Faktor C	$c - 1$	$SS_C$	$SS_C/df_C$	$MS_C/MS_E$
Interaksi $A \times B$	$(a - 1)(b - 1)$	$SS_{A \times B}$	$SS_{A \times B}/df_{A \times B}$	$MS_{A \times B}/MS_E$
Interaksi $A \times C$	$(a - 1)(c - 1)$	$SS_{A \times C}$	$SS_{A \times C}/df_{A \times C}$	$MS_{A \times C}/MS_E$
Interaksi $B \times C$	$(b - 1)(c - 1)$	$SS_{B \times C}$	$SS_{B \times C}/df_{B \times C}$	$MS_{B \times C}/MS_E$
Interaksi $A \times B \times C$	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$	$SS_{A \times B \times C}$	$SS_{A \times B \times C}/df_{A \times B \times C}$	$MS_{A \times B \times C}/MS_E$
Error	$abc(n - 1)$	$SS_E$	$SS_E/df_E$	
Total	$abcn$	$SS_{Total}$		

Sumber : Hicks, 1993

#### • Uji Pembandingan Ganda

Uji pembandingan dilakukan apabila ada hipotesis nol ( $H_0$ ) yang ditolak atau terdapat perbedaan yang signifikan antar level faktor, blok, atau interaksi

faktor-faktor. Uji pembandingan bertujuan untuk menjawab manakah dari rata-rata taraf perlakuan yang berbeda. Alat uji pada penelitian ini adalah uji rentang Student Newman-Keuls.

**METODE PENELITIAN**

**Rancangan Penelitian**

Rancangan penelitian pada penelitian ini ditentukan melalui beberapa tahapan. Urut-urutan tahap tersebut dijelaskan sebagai berikut:

**a. Perencanaan Penelitian**

- 1) Variabel Independen
  - a) Jenis kertas (A), dengan level:
    - (1) Kertas HVS ( $a_1$ )
    - (2) Kertas Koran ( $a_2$ )
  - b) Jenis Perekat (B), level:
    - (1) Tanpa lem ( $b_1$ )
    - (2) Lem PVAc ( $b_2$ )

- (3) Lem kanji ( $b_3$ )
- c) Kerapatan (C), dengan level:
  - (1) Kerapatan 2:1 ( $c_1$ )
  - (2) Kerapatan 3:1 ( $c_2$ )
  - (3) Kerapatan 4:1 ( $c_3$ )

- 2) Variabel dependen  
Variabel dependen yang diukur pada penelitian ini adalah nilai impak komposit pada setiap spesimen

**b. Menentukan Kombinasi Level Faktor**

Kombinasi level-level faktor ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 2. Kombinasi Level Faktor

Faktor Kerapatan (C)	Faktor Jenis Perekat (B)	Faktor Jenis Kertas (A)	
		HVS ( $a_1$ )	Koran ( $a_2$ )
2:1 ( $c_1$ )	tanpa lem ( $b_1$ )	$a_1b_1c_1$	$a_2b_1c_1$
	lem putih/Fox/PVAc ( $b_2$ )	$a_1b_2c_1$	$a_2b_2c_1$
	lem kanji ( $b_3$ )	$a_1b_3c_1$	$a_2b_3c_1$
3:1 ( $c_2$ )	tanpa lem ( $b_1$ )	$a_1b_1c_2$	$a_2b_1c_2$
	lem putih/Fox/PVAc ( $b_2$ )	$a_1b_2c_2$	$a_2b_2c_2$
	lem kanji ( $b_3$ )	$a_1b_3c_2$	$a_2b_3c_2$
4:1 ( $c_3$ )	tanpa lem ( $b_1$ )	$a_1b_1c_3$	$a_2b_1c_3$
	lem putih/Fox/PVAc ( $b_2$ )	$a_1b_2c_3$	$a_2b_2c_3$
	lem kanji ( $b_3$ )	$a_1b_3c_3$	$a_2b_3c_3$

**c. Menentukan Replikasi**

Jumlah replikasi ditentukan dengan menggunakan rumus (Supranto, 2000):

$$(t-1)(r-1) \geq 15 \quad (3)$$

Keterangan:

$t$  = banyaknya kelompok perlakuan

$r$  = jumlah replikasi

**d. Layout Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan pada setiap perlakuan sesuai jumlah replikasi yang telah ditetapkan sesuai point c. Layout pengumpulan data ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Layout Pengumpulan Data Nilai Uji Impak

Faktor Kerapatan (C)	Faktor Jenis Kertas (A)						Total
	HVS ( $a_1$ )			Koran ( $a_2$ )			
	Faktor Jenis Perekat (B)			Faktor Jenis Perekat (B)			
	tanpa lem ( $b_1$ )	lem putih/Fox/PVAc ( $b_2$ )	lem kanji ( $b_3$ )	tanpa lem ( $b_1$ )	lem putih/Fox/PVAc ( $b_2$ )	lem kanji ( $b_3$ )	
2:1 ( $c_1$ )	$Y_{1111}$	$Y_{1211}$	$Y_{1311}$	$Y_{2111}$	$Y_{2211}$	$Y_{2311}$	
	$Y_{1112}$	$Y_{1212}$	$Y_{1312}$	$Y_{2112}$	$Y_{2212}$	$Y_{2312}$	
	$Y_{1113}$	$Y_{1213}$	$Y_{1313}$	$Y_{2113}$	$Y_{2213}$	$Y_{2313}$	
<b>Jumlah</b>							
3:1 ( $c_2$ )	$Y_{1121}$	$Y_{1221}$	$Y_{1321}$	$Y_{2121}$	$Y_{2221}$	$Y_{2321}$	
	$Y_{1122}$	$Y_{1222}$	$Y_{1322}$	$Y_{2122}$	$Y_{2222}$	$Y_{2322}$	
	$Y_{1123}$	$Y_{1223}$	$Y_{1323}$	$Y_{2123}$	$Y_{2223}$	$Y_{2323}$	
<b>Jumlah</b>							
4:1 ( $c_3$ )	$Y_{1131}$	$Y_{1231}$	$Y_{1331}$	$Y_{2131}$	$Y_{2231}$	$Y_{2331}$	
	$Y_{1132}$	$Y_{1232}$	$Y_{1332}$	$Y_{2132}$	$Y_{2232}$	$Y_{2332}$	
	$Y_{1133}$	$Y_{1233}$	$Y_{1333}$	$Y_{2133}$	$Y_{2233}$	$Y_{2333}$	
<b>Jumlah</b>							
<b>Total</b>							

**Menentukan Hipotesis Eksperimen**

Adapun hipotesis nol dari eksperimen dalam penelitian ini adalah:

HO<sub>1</sub>:  $\sigma_A^2 = 0$

Perbedaan jenis kertas tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai impact komposit.

HO<sub>2</sub>:  $\sigma_B^2 = 0$

Perbedaan jenis perekat tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai impact komposit.

HO<sub>3</sub>:  $\sigma_C^2 = 0$

Perbedaan kerapatan komposit tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai impact komposit.

HO<sub>4</sub>:  $\sigma_{AB}^2 = 0$

Perbedaan interaksi jenis kertas dan jenis perekat tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai impact komposit.

HO<sub>5</sub>:  $\sigma_{AC}^2 = 0$

Perbedaan interaksi jenis kertas dan kerapatan komposit tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai impact komposit.

HO<sub>6</sub>:  $\sigma_{BC}^2 = 0$

Perbedaan interaksi jenis perekat dan kerapatan komposit tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai impact komposit.

HO<sub>7</sub>:  $\sigma_{ABC}^2 = 0$

Perbedaan interaksi jenis kertas, jenis perekat dan kerapatan komposit tidak menimbulkan pengaruh yang signifikan terhadap nilai impact komposit.

**PEMBAHASAN**

**Analisis Pengujian Impact**

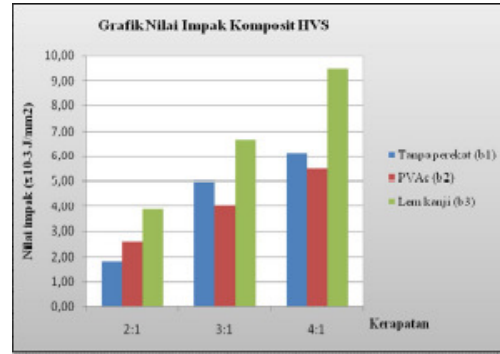
Penelitian yang dilakukan menggunakan uji impact *charpy*, sebab hasil pengujian ini lebih akurat dibandingkan dengan uji yang lain.

Rekapan rata-rata hasil pengujian impact komposit jenis kertas HVS ditunjukkan pada tabel 4. Grafik rata-rata hasil pengujian impact komposit jenis kertas HVS ditunjukkan pada gambar 3.

Rata-rata hasil pengujian impact komposit jenis kertas Koran ditunjukkan pada tabel 5. Grafik rata-rata hasil pengujian impact komposit jenis kertas koran ditunjukkan pada gambar 4.

Tabel 4. Rata-rata Nilai Impact Komposit HVS

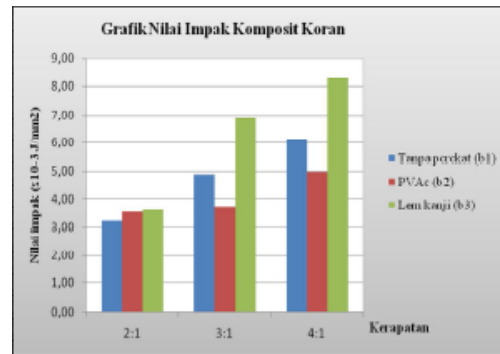
Kerapatan	Nilai impact ( $\times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ )		
	Tanpa perekat ( $b_1$ )	PVAc ( $b_2$ )	Lem kanji ( $b_3$ )
2:1	1,81	2,58	3,87
3:1	4,96	4,00	6,61
4:1	6,12	5,48	9,51



Gambar 3. Grafik rata-rata nilai impact komposit HVS

Tabel 5. Rata-rata impact komposit Koran

Kerapatan	Nilai impact ( $\times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$ )		
	Tanpa perekat ( $b_1$ )	PVAc ( $b_2$ )	Lem kanji ( $b_3$ )
2:1	3,21	3,52	3,58
3:1	4,87	3,68	6,90
4:1	6,10	4,97	8,29



Gambar 4. Grafik rata-rata nilai impact komposit Koran

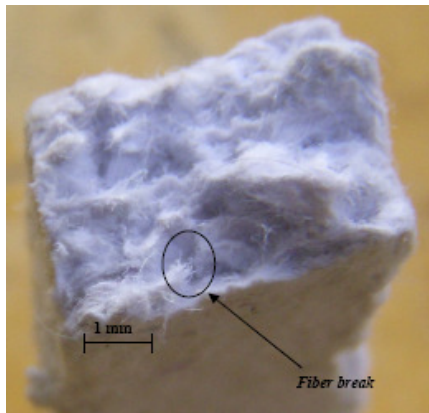
Dari grafik 3 dan 4 terlihat bahwa untuk komposit berbahan dasar kertas HVS dan kertas koran, semakin tinggi kerapatan komposit maka nilai impactnya semakin tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa kerapatan komposit berpengaruh terhadap hasil pengujian impact, semakin rapat struktur molekulnya maka ikatan antar partikel dalam komposit semakin kuat sehingga energi yang dibutuhkan untuk mematahkan spesimen semakin besar.

Untuk level kerapatan 3:1 dan 4:1 terjadi penurunan nilai impact pada level perekat PVAc sedangkan pada kerapatan 2:1 nilai impact meningkat terus seiring dengan perubahan level jenis perekat. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara jenis perekat dan kerapatan, terbukti dari hasil pengujian ANOVA bahwa interaksi antara jenis perekat dan kerapatan komposit berpengaruh signifikan terhadap nilai impact.

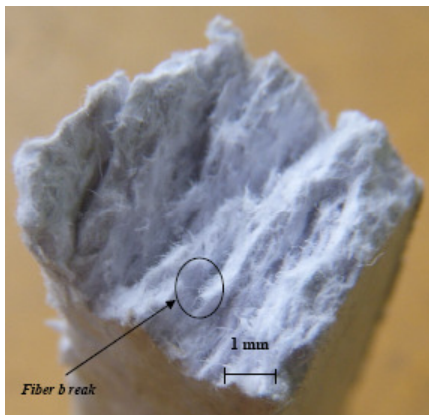
Komposit dengan perekat lem PVAc pada level kerapatan 3:1 dan 4:1 memiliki nilai impact yang paling rendah dibandingkan dengan komposit berperekat lem kanji yang dibuat dengan perbandingan tepung kanji : air = 1:5 dan tanpa lem. Fenomena seperti ini terjadi karena sifat lem PVAc yang dapat larut dalam air, daya rekatnya menurun cepat dengan adanya air, dan tidak tahan terhadap kempa/tekanan (Fajriani, 2010).

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa nilai impact terendah sebesar  $1,81 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  terdapat pada perlakuan  $a_1b_1c_1$  yaitu komposit dengan campuran sampah kertas HVS, tanpa lem, dan kerapatan 2:1. Sedangkan nilai impact terbesar sebesar  $9,51 \times 10^{-3} \text{ J/mm}^2$  terdapat pada perlakuan  $a_1b_3c_3$  yaitu komposit dengan campuran sampah kertas HVS, lem kanji, dan kerapatan 4:1.

Sifat patahan spesimen pengujian impact dapat dilihat dari pengamatan foto makro terhadap penampang patahan spesimen seperti pada gambar 5 dan 6.



Gambar 5. Penampang patahan spesimen komposit perlakuan campuran kertas HVS, tanpa lem, dan kerapatan 2:1, memiliki kekuatan terendah



Gambar 6. Penampang patahan spesimen komposit perlakuan campuran kertas HVS, lem kanji, dan kerapatan 4:1 ( $a_1b_3c_3$ ), memiliki nilai kekuatan impact terbesar.

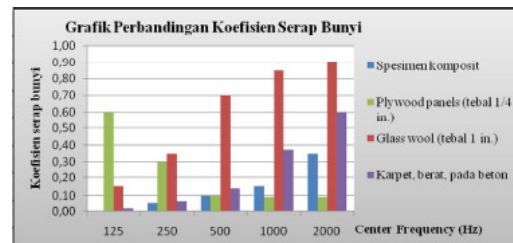
Berdasarkan gambar tersebut di atas terlihat bahwa penampang patahan secara mikro untuk spesimen dengan nilai impact tertinggi ( $a_1b_3c_3$ ) hampir sama dengan spesimen dengan nilai impact terendah ( $a_1b_1c_1$ ). Kedua spesimen mengalami patah yang disebut *fiber break* yaitu serat kertas dalam komposit mengalami perpatahan (Hosford, 2005). Perpatahan kedua spesimen ini berserabut menunjukkan bahwa komposit pada penelitian ini bersifat ulet. Kedua spesimen mengalami patah geser yaitu perpatahan yang tidak tepat ditengah (Hosford, 2005). Namun, jika dilihat secara makro, kedua patahan spesimen tersebut berbeda. Untuk patahan spesimen  $a_1b_1c_1$  terlihat lebih rata daripada patahan spesimen  $a_1b_3c_3$ , sedangkan patahan spesimen  $a_1b_3c_3$  terlihat lebih zig-zag. Hal ini dikarenakan spesimen  $a_1b_3c_3$  memiliki kerapatan yang lebih tinggi daripada spesimen  $a_1b_1c_1$  sehingga energi untuk mematahkannya pun lebih besar.

**Analisis Serap Bunyi**

Uji serap bunyi pada penelitian ini hanya menguji spesimen yang mempunyai nilai impact terbesar, hal ini dimaksudkan apakah pada spesimen ini masih dapat memberikan nilai serap bunyi yang sesuai dengan rekomendasi ISO 11654:1997(E).

Uji serap bunyi dilakukan terkait aplikasi dari panel sebagai panel serap bising, selain dibutuhkan panel dengan kekuatan impact yang tinggi, panel juga memiliki nilai tambah yaitu mampu menyerap bunyi sesuai dengan standar. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa panel dapat menyerap bunyi dengan baik sesuai dengan standar yaitu minimum  $\alpha = 0.15$  pada frekuensi sedang (center frequency antara 500 Hz - 1000 Hz) dan frekuensi tinggi (center frequency antara 2000 Hz - 4000 Hz) yaitu  $\alpha = 0.35$ . Koefisien serap bunyi diukur pada frekuensi octave bands pada center frequency 125, 500, 1000, dan 2000 Hz. Spesimen komposit ini pada center frequency 1000 Hz memiliki nilai  $\alpha = 0.15$  dan pada center frequency 2000 Hz  $\alpha = 0.35$ .

Gambar 7. menunjukkan perbandingan koefisien serap bunyi antara spesimen komposit dan beberapa material akustik yang biasanya digunakan. Tabel 6 menunjukkan nilai koefisien serap bunyi spesimen komposit dan beberapa material akustik.



Gambar 7. Grafik perbandingan koefisien serap bunyi

Tabel 6. Nilai Koefisien Serap Bunyi Spesimen Komposit dan Beberapa Material Akustik

Frekuensi (Hz)	Spesimen komposit (tebal 1 cm)	Plywood panels (tebal 1/4 in.)	Glass wool (tebal 1 in.)	Karpet, berat, pada beton
125	0,00	0,6	0,15	0,02
250	0,05	0,3	0,35	0,06
500	0,10	0,1	0,7	0,14
1000	0,15	0,09	0,85	0,37
2000	0,35	0,09	0,9	0,6

Gambar 7 menunjukkan bahwa koefisien serap bunyi spesimen komposit mendekati nilai koefisien serap bunyi karpet dan masih kalah dengan nilai koefisien serap bunyi glass wool. Koefisien serap bunyi spesimen komposit memiliki karakteristik yang berbeda dengan koefisien serap bunyi *plywood panels*. Pada spesimen komposit koefisien serap bunyi meningkat seiring dengan pertambahan frekuensi, sedangkan pada *plywood panels* koefisien serap bunyi menurun seiring dengan pertambahan frekuensi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

1. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap nilai dampak komposit campuran limbah kertas dan perekat yaitu jenis perekat, kerapatan, dan interaksi antara jenis perekat dan kerapatan. Sedangkan faktor jenis kertas tidak berpengaruh.
2. Komposit dengan nilai dampak terbaik adalah komposit dengan campuran kertas HVS dan lem kanji serta kerapatan 4:1

### Saran

1. Sebaiknya untuk penelitian selanjutnya pembuatan komposit dilakukan dengan proses yang lebih terkontrol. Proses tersebut antara lain: pemotongan kertas, penimbangan dan pencampuran bahan, pencetakan, serta pengeringan dan penyimpanan spesimen.
2. Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dilakukan penelitian tentang karakteristik kualitas komposit limbah kertas yang ditinjau dari koefisien serap bunyinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Callister, W.D. 2007. *Materials Science and Engineering*. Department of Metallurgical Engineering The University of Utah: John Wiley & Sons, Inc.
- Fajriani, Esi. 2010. *Aplikasi Perekat Dalam Pembuatan Kayu Laminasi*. Laporan Akhir Praktikum. Institut Pertanian Bogor : Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan.
- Grigoriou, A.H. 2003. *Waste Paper-Wood Composites Bonded With Isocyanate*. Wood Sci Technol [Online]. Vol. 37 (2003) 79–89 DOI 10.1007/s00226-003-0164-x. <http://www.springerlink.com/content/a67dfjad0w4by2y/fulltext.pdf> [15 April 2010].
- Hosford, William.F. 2005. *Mechanical Behaviour of Materials*. University of Michigan, New York: Cambridge University Press
- Jones, R.M. 1975, *Mechanics of Composites Material*, Washington D.C., USA: Scripta Book Company.
- Khuriati, A., Komaruddin, E., dan Nur, M. (2006). Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya. *Berkala Fisika* (Online). Vol. 9 , No.1, Januari 2006, hal 15-25 (ISSN: 1410-9662).
- Miasa , I.Made., dan Rachmat, Sriwijaya. 2004. Penelitian Sifat-Sifat Akustik Dari Bahan Kertas Dan Plastik Sebagai Penghalang Kebisingan. *Media Teknik* 2004, XXVI(1).
- Pusat Grafika Indonesia. 2010. *HTI, Industri Kertas Dan Industri Grafik*, 11 paragraf. Tersedia di: [http://pusgrafin.go.id/main/index.php?option=com\\_content&task=view&id=33&Itemid=48](http://pusgrafin.go.id/main/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=48) [24 Februari 2010].
- Peltola, P. 2004. *Alternative Fibre Sources: Paper And Wood Fibres As Reinforcement*. Finlandia: Tampere University of Technology.
- Sudjana, 1997 . *Desain dan Analisis Eksperimen*. Bandung: Tarsito.
- Wibowo, A. 2009. *Kondisi Persampahan Kota di Indonesia*. Blog civitas UNS weblog. Tersedia di: <http://narasibumi.blog.uns.ac.id/2009/04/17/kondisipersampahan-kota-di-indonesia/>