

# Variasi Ketebalan Panel Green Komposit Terhadap Koefisien Serap Bunyi Komposit Serabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) Dengan Perekat Getah Pinus (*Pinus Merkusii*)

Julius Novel Sagitta, I Ketut Gede Sugita, Cok Istri Putri Kusuma Kencanawati

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

## Abstrak

*Kebisingan adalah salah satu bentuk pencemaran lingkungan, yang dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan. Reduksi kebisingan menjadi salah satu hal utama dalam perencanaan, mulai dari ruangan sampai teknologi yang berkembang saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat akustik atau nilai serapan bunyi dari komposit serabut kelapa dengan matrik getah pinus. Pembuatan komposit dengan 3 variasi tebal yaitu, 0,5 cm, 1 cm, dan 2 cm. Fraksi volume yang digunakan adalah 82,241% getah pohon pinus - 17,759% serabut kelapa dan 85,335% getah pohon pinus - 14,665% serabut kelapa. Pengujian komposit penyerap suara dilakukan dengan metode tabung impedansi dua mikrofon. Energi suara didapat dari perekaman di komputer. Nilai serapan bunyi dinyatakan dengan ( $\alpha$ ). Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa komposit dengan tebal 0,5 cm dan 1 cm mempunyai nilai serapan yang baik pada frekuensi rendah seperti 800 Hz – 1000 Hz dan pada frekuensi tinggi seperti diatas 4000 Hz. Komposit tebal 2 cm mempunyai nilai serapan yang paling stabil karena disetiap frekuensi komposit memiliki nilai serapan bunyi diatas 0,5.*

*Kata kunci: Peredam suara, tabung impedansi dua mikrofon, koefisien serap bunyi, fraksi volume, kebisingan, komposit, getah pinus merkusii, serabut kelapa, sifat akustik.*

## Abstract

*Noise is one of the environment pollution, which can disturb mildness and health. Noise reduction is one of the main things in planning, from the room to the current growing technology. This study aims to determine the acoustic properties of the sound absorption value of coconut fiber composite with Pinus merkusii resin matrix. Composite manufacture with 3 variations of thickness that is, 0.5 cm, 1 cm, and 2 cm. The volume fraction used was 82,241% of Pinus merkusii tree sap - 17,759% coconut fiber and 85,335% Pinus merkusii - 14,665% coconut fiber. The sound absorbing composite test was performed by two microphone impedance tube methods. Sound energy is obtained from recording on the computer. The sound absorbance value is expressed by ( $\alpha$ ). From the test results showed that composites with 0.5 cm thick and 1 cm have a good absorption value at low frequencies such as 800 Hz - 1000 Hz and at high frequencies as above 4000 Hz. The 2 cm thick composite has the most stable absorption value because each composite frequency has a sound absorbance value above 0.5.*

*Keywords: Noise reduction, microphone impadation tube, noise absorption coefficient, volume fraction, composite, pinus merkusii resin matrix, coconut fiber, acoustic properties.*

## 1. Pendahuluan

Kebisingan merupakan salah satu pencemaran yang tidak kita dikehendaki, yang dapat mengganggu kenyamanan dan kesehatan bagi manusia. Pengurangan kebisingan merupakan salah satu hal utama dalam perencanaan suatu sistem, mulai dari ruangan sampai teknologi yang berkembang pada zaman ini.

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit merupakan gabungan antara matriks atau pengikat dengan penguat.[1]

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat akustik atas nilai serapan bunyi dari komposit serabut kelapa dengan matrik getah pinus. Pembuatan komposit sebanyak 3 variasi tebal yaitu, 0,5 cm, 1 cm, dan 2 cm. Fraksi volume yang digunakan adalah 82,241% getah pohon pinus - 17,759% serabut kelapa

dan 85,335% getah pohon pinus - 14,665% serabut kelapa.

Kualitas dari material penyerap bunyi dipengaruhi dengan ketebalan dan fraksi volume dari komposit tersebut, biasanya semakin tebal komposit maka semakin baik nilai penyerapannya.

Koefisien serap bunyi atau sifat akustik dapat dinyatakan dengan  $\alpha$ . Semakin besar nilai  $\alpha$  maka semakin baik sifat akustik dari komposit tersebut. Nilai  $\alpha$  berkisar dari 0 sampai 1. Jika  $\alpha$  bernilai 0, maka tidak ada bunyi yang diserap. Jika  $\alpha$  bernilai 1, maka 100% bunyi yang datang diserap oleh komposit (Khuriati 2006).

## 2. Dasar teori

### 2.1 Pengertian Komposit

Komposit berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Komposit merupakan rangkaian dua atau lebih bahan yang digabung menjadi satu bahan secara mikroskopis dimana bahan pembentuknya masih terlihat seperti aslinya dan memiliki hubungan kerja diantaranya sehingga mampu menampilkan sifat-sifat yang diinginkan [3].

## 2.2 Klasifikasi Komposit

Secara umum komposit dapat di klasifikasikan, sebagai berikut:

1. Klasifikasi menurut kombinasi material utama, seperti *metal-organic* atau *metal anorganic*.
2. Klasifikasi menurut karakteristik *bulkform*, seperti sistem matrik atau laminate.
3. Klasifikasi menurut distribusi unsur pokok, seperti *continous* dan *discontinous*.
4. Klasifikasi menurut fungsinya, seperti *elektrikal* atau *structural*.

Komposit secara umum dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam, yaitu [4]:

1. Komposit serat (*Fibrous Composites*)
2. Komposit partikel (*Particular Composites*)
3. Komposit lapis (*Laminates Composites*)

## 2.3 Serabut Kelapa

Komposit ini menggunakan serabut kelapa sebagai penguat dari matriks. Secara umum serabut kelapa dapat dikatakan sebagai peredam suara alami, karena strukturnya yang mirip dengan peredam suara yang telah ada. Selain itu, Indonesia adalah salah satu penghasil kelapa terbesar di dunia. Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan tahun 1997 areal perkebunan kelapa di Indonesia mencapai 3.759.397 ha.

## 2.4 Getah Pinus

Getah pinus berperan sebagai matriks. Getah pinus disini berfungsi sebagai pengikat dari serabut kelapa. Getah pinus sendiri diperoleh dari hasil penyadapan pohon pinus (*Pinus merkussi Jungh*) yang tumbuh tersebar di kawasan Bali Timur Propinsi Bali pada ketinggian 900 – 1.800 meter diatas permukaan laut. Di Bali Timur sendiri tercatat ada  $\pm$  133.000 pohon pinus yang tumbuh. Dalam waktu sebulan satu pohon pinus dapat menghasilkan getah sebanyak 15 gram. Kondisi ini sangat memungkinkan untuk dikembangkannya getah pinus sebagai matriks komposit dengan serabut kelapa.

## 2.5 Koefisien Serap Bunyi

Pada penelitian ini penghitungan koefisien serap bunyi dilakukan menggunakan tabung impedansi dua mikrofon dengan ISO 10534-2 :1998 dan ASTM E : 1050 :1998 Prinsip kerja tabung impedansi dua mikrofon ISO 10534-2 :1998 yaitu, bunyi dari speaker dialirkan dalam pipa, yang didalam pipa tersebut terdapat material peredam yang akan menyerap bunyi dari speaker. Dua mikrofon digunakan untuk mengukur perbedaan impedansi dari suara yang datang dengan suara yang dipantulkan oleh komposit. Frekuensi sebagai sumber suara diatur pada 400, 800, 1000, 1500, 2000, 3000, dan 4000 Hz.



Gambar 1. Tabung Impedansi dua mikrofon

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Proses Pembuatan Komposit

Komposit peredam suara dibuat dari serabut kelapa dengan matiks getah pinus. Proses pencetakan dilakukan dengan cetakan berbentuk lingkaran dengan diameter 100 mm dengan menggunakan metode *hand lay-up*. Pembuatan komposit peredam suara telah melalui beberapa percobaan sebelum akhirnya ditemukan komposisi bahan, massa jenis bahan, dan fraksi volume komposit.

Berikut adalah proses pembuatan material peredam bunyi:

1. Penimbangan massa, massa jenis, dan penentuan fraksi volume dari bahan.
2. *Treatment* getah pinus (dipanaskan dengan *magnetic stirrer* dengan suhu 100°C dengan kecepatan 600 Rpm sampai mencair.)
3. Pencampuran serabut kelapa dengan getah pinus.
4. Pencetakan dengan metode *hand lay-up*.
5. Pengeringan komposit  $\pm$  selama 2 hari didiamkan pada suhu kamar.

Komposit dibagi menjadi dua fraksi volume 82% getah pinus – 18% serabut kelapa dan 85% getah pinus – 15% serabut kelapa. Masing – masing komposit dari setiap fraksi volume mempunyai ketebalan yang berbeda 0.5 , 1, dan 2 cm. Jadi, total ada 6 komposit penyerap suara.

**Tabel 1.** Fraksi volume 82% getah pinus - 18% serabut kelapa

Tebal (Cm)	Volume getah (Cm <sup>3</sup> )	Volume serabut (Cm <sup>3</sup> )	Volume Total (Cm <sup>3</sup> )	Massa getah (gram)	Massa serabut (gram)
0,5	27,971	6,04	34,011	30,461	7,816
1	55,942	12,08	68,022	60,923	15,633
2	111,884	24,16	136,044	121,847	31,266

**Tabel 2.** Fraksi volume 85% getah pinus - 15% serabut kelapa

Tebal (Cm)	Volume getah (Cm <sup>3</sup> )	Volume serabut (Cm <sup>3</sup> )	Volume Total (Cm <sup>3</sup> )	Massa getah (gram)	Massa serabut (gram)
0,5	30,124	5,177	35,301	32,805	6,699
1	60,248	10,354	70,602	65,61	13,399
2	120,496	20,708	141,204	131,22	26,799

**3.2. Massa Jenis Bahan**

Massa jenis bahan dapat diitung menggunakan alat piknometer. Pengujian ini menggunakan rumus:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)} \times \rho_{\text{aquades}} \quad (1)$$

Dimana:

- $\rho$  = massa jenis (gr/mm<sup>3</sup>)
- $m_1$  = massa pikno kosong (gr)
- $m_2$  = massa pikno + bahan (gr)
- $m_3$  = massa pikno + bahan + aquades (gr)
- $m_4$  = massa pikno + aquades (gr)

$$\rho = \frac{w_u}{w_u - w_a} \times \rho_{\text{aquades}} \quad (2)$$

Dimana:

- $\rho$  = massa jenis (gr/mm<sup>3</sup>)
- $W_u$  = massa benda di udara (gr)
- $W_a$  = massa benda di air (gr)

**3.3. Pengujian Koefisien Serap Bunyi**

Untuk mendapatkan besar koefisien serap bunyi, mikrofon pada tabung impedansi harus dihubungkan ke laptop. Laptop berguna sebagai pembaca besar energi suara di dalam tabung pada saat sumber bunyi dinyalakan. Sehingga koefisien serap bunyi dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\alpha = 1 - \frac{E_2}{E_1} \quad (3)$$

Dimana:

- $\alpha$  = Koefisien serap bunyi
- $E_1$  = Energi suara datang (J)
- $E_2$  = Energi suara dipantulkan (J)

**4. Hasil dan Pembahasan**

**4.1. Data Massa Jenis**

1. Massa jenis serabut kelapa

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{(m_4 - m_1) - (m_3 - m_2)} \times \rho_{\text{aquades}}$$

$$\rho = \frac{28,146 - 27,920}{(77,646 - 27,920) - (77,698 - 28,146)} \times 0,98$$

$$\rho = 1,294 \text{ gr/mm}^3$$

2. Massa jenis getah pinus

$$\rho = \frac{w_u}{w_u - w_a} \times \rho_{\text{aquades}}$$

$$\rho = \frac{16,254}{16,254 - 1,092} \times 0,98$$

$$\rho = 1,089 \text{ gr/cm}^3$$

**4.2. Data Hasil Uji Sifat Akustik**

**Tabel 3.** Tabel Hasil *Noise Absorption Coefficient*

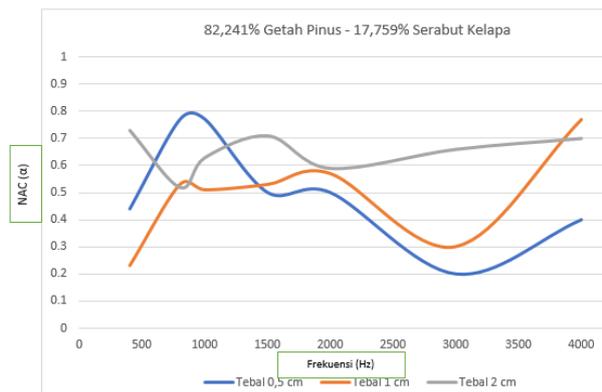
komposit dengan fraksi volume 82% - 18%

Frekuensi (Hz)	<i>Noise Absorption coefficient</i> (NAC)		
	$\alpha$		
	Komposit 0,5 cm	Komposit 1 cm	Komposit 2 cm
400	0,44	0,23	0,73
800	0,77	0,53	0,52
1000	0,77	0,51	0,63
1500	0,5	0,53	0,71
2000	0,5	0,57	0,59
3000	0,2	0,3	0,66
4000	0,4	0,77	0,7

**Tabel 4.** Tabel Hasil *Noise Absorption Coefficient*

komposit dengan fraksi volume 85% - 15%

Frekuensi (Hz)	<i>Noise Absorption coefficient</i> (NAC)		
	$\alpha$		
	Komposit 0,5 cm	Komposit 1 cm	Komposit 2 cm
400	0,49	0,77	0,62
800	0,76	0,83	0,57
1000	0,85	0,78	0,66
1500	0,43	0,45	0,73
2000	0,47	0,49	0,68
3000	0,33	0,33	0,52
4000	0,58	0,72	0,71



Gambar 2. Grafik Koefisien Serap Bunyi



Gambar 3. Grafik Koefisien Serap Bunyi

#### 4.5 Pembahasan

Koefisien serap bunyi sangat dipengaruhi oleh frekuensi sumber suara tersebut. Frekuensi dibagi menjadi 3, frekuensi rendah (0 – 1000 Hz), frekuensi sedang (1000 – 4000 Hz), dan frekuensi tinggi (>4000 Hz). Dengan tabung impedansi dapat dihitung koefisien serap bunyi, yaitu dengan cara mengukur energi suara yang datang dan suara yang dipantulkan. Pengujian dilakukan pada malam hari dimulai dari jam 5 sore di kampus Teknik Mesin Universitas Udayana, ini bertujuan untuk mengurangi suara – suara yang dapat mengganggu kerja dari tabung impedansi tersebut.

Setiap material komposit mempunyai sifat akustik yang berbeda – beda. Setiap komposit memiliki nilai optimum penyerapan bunyi pada frekuensi tertentu. Biasanya komposit penyerap bunyi sangat baik sifat akustiknya pada frekuensi 1000 Hz. Hal ini disebabkan frekuensi 1000 Hz merupakan frekuensi optimum dikarenakan pada frekuensi tersebut terjadi pembuangan energi yang mengakibatkan terjadinya kenaikan serapan bunyi. Setelah mencapai titik optimum, nilai serap bunyi akan cenderung menurun. Hal ini disebabkan material komposit cenderung bersifat resesif dimana akan mengalami penurunan sifat akustik pada frekuensi tertentu.[5]

Pada frekuensi 4000 Hz terjadi peningkatan koefisien serap bunyi pada setiap komposit. Hal ini

disebabkan terjadinya interferensi konstruktif pada frekuensi tersebut, sehingga mengakibatkan koefisien serap bunyi meningkat.

Koefisien serap bunyi paling besar terjadi pada komposit dengan tebal 0,5 cm pada frekuensi 1000 Hz, tetapi pada komposit 0,5 cm NAC (nilai serapan bunyi) sangat fluktuatif nilainya. Pada komposit tebal 2 cm koefisien serap bunyi paling stabil dibanding komposit lainnya. Ini terjadi karena komposit dengan tebal yang lebih besar mempunyai ruang yang lebih besar untuk menyerap energi bunyi. Sehingga bisa saya simpulkan bahwa komposit pada tebal 2 cm paling baik dibanding tebal lainnya karena, komposit tebal 2 cm mempunyai nilai serap bunyi yang stabil berbeda dengan tebal 0,5 cm dan 1 cm yang sangat fluktuatif nilainya.

Fraksi volume 85,335% getah pinus – 14,665% serabut kelapa lebih baik dibandingkan fraksi volume 82,241% getah pinus – 17,759% serabut kelapa. Komposit dengan fraksi volume 85,335% getah pinus – 14,665% serabut kelapa terbukti lebih stabil nilai serapannya dibandingkan dengan fraksi volume 82,241% getah pinus – 17,759% serabut kelapa. Hal ini disebabkan komposisi dari komposit dengan fraksi volume 85,335% getah pinus – 14,665% serabut kelapa lebih dapat tercampur lebih baik, sehingga menyebabkan gelombang lebih mudah diserap oleh komposit.

Komposit serabut kelapa dengan pengikat getah pinus mempengaruhi nilai serapan bunyi dan layak digunakan sebagai komposit penyerap bunyi. Komposit ini menunjukkan NAC (nilai serapan bunyi) dengan rata – rata diatas angka 0,5. Hal ini membuktikan bahwa komposit serabut kelapa dengan pengikat getah pinus ini cukup baik sifat akustiknya dan telah memenuhi standar minimal koefisien serap bunyi, yaitu  $\alpha = 0,25$  berdasarkan ISO 11654:1997.

#### 5. Kesimpulan

Hasil penelitian komposit serabut kelapa dengan pengikat getah pinus menunjukkan bahwa ketebalan, frekuensi, dan fraksi volume sangat mempengaruhi sifat akustik dari material komposit tersebut. Didapatlah kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tebal komposit, nilai serap bunyi semakin baik dan lebih stabil. Tebal 2 cm mempunyai nilai serap bunyi yang paling stabil.
2. Fraksi volume 85,335% getah – 14,665% serabut kelapa mempunyai nilai serap bunyi yang lebih stabil dibandingkan dengan fraksi volume 82,241% getah – 17,759% serabut kelapa..

### Daftar Pustaka

- [1] Matthews, F.L., Rawlings, RD., (1993), Composite Material Engineering And Science, Imperial College Of Science, Technology And Medicine, London, UK. [4] Matthews, F.L., Rawlings, RD., (1993), Composite Material Engineering And Science, Imperial College Of Science, Technology And Medicine, London, UK.
- [2] Ainie Khuriati, E. K., dan Muhammad Nur, (2004). Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya. Berkala Fisika, 9(1), 43-53.
- [3] Mikell PG., (1996), Composite Material Fundamental of Modern Manufacturing Material, Processes, And System, Prentice Hall.
- [4] Jones, R.C., (1997), Plastic Engineering 2, Maxwell Macmilan International Editions.
- [5] Sinaga, D., (2012), Pengukuran koefisien Absorpsi Bunyi dari Limbah Batang Kelapa Sawit, Jurnal Fisika, UNRI, vol. 9, No. 5, hal 415-423.
- [6] Jonathan., (2013), Analisis Sifat Mekanik Material Komposit dari Serat Sabut Kelapa.
- [7] Maulia., (2013), Eksplorasi Limbah Sabut Kelapa Desa Handapherang Kecamatan Cijeunjing Kabupaten Ciamis.
- [8] Mediastika, C.E., (2005), Akustika Bangunan, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [9] Mitrayana., (2013), Rancang Bangun Alat Ukur Koefisien Serapan Akustik, Jurnal Fisika FMIPA UGM, Yogyakarta, 27.
- [10] Palungkun, R., (2003), Aneka Produk Olahan Kelapa, Cetakan ke Sembilan, Penebar Swadaya, Jakarta.
- [11] Triyono & Diharjo., (2000), Kajian Pengaruh Teknik Pembuatan Lubang Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hibrid Serat Gelas dan Serat Karung Plastik.
- [12] Youneung Lee, C. J. (2003). Sound Absorption Properties Of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers. AUTEX Research Journal, 3(2), 78-84.