

**NILAI SERAPAN BUNYI (*NOISE ABSORPTION COEFFICIENT*)  
DARI KOMPOSIT SERBUK GERGAJI KAYU SENGON  
DENGAN Matrik ALAMI**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



**Disusun oleh :**

**Nama : Aristya Sukma Aji**

**NIM : 02 525 046**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2011**



**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING**

**NILAI SERAPAN BUNYI (*NOISE ABSORPTION COEFFICIENT*)  
DARI KOMPOSIT SERBUK GERGAJI KAYU SENGON  
DENGAN Matrik ALAMI**

**TUGAS AKHIR**



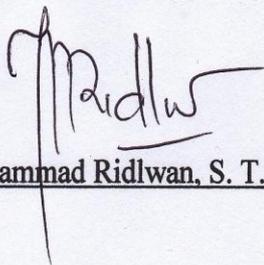
Disusun oleh :

Nama : Arisya Sukma Aji

NIM : 02 525 046

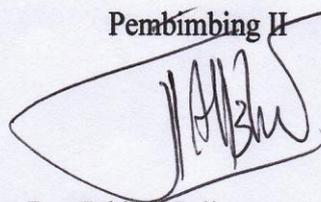
Yogyakarta, ..... Juni 2011

Pembimbing I



(Muhammad Ridlwan, S. T., M. T)

Pembimbing II



(Ir. Zakky Sulistyawan, M. Sc.)



**LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI**

**NILAI SERAPAN BUNYI (NOISE ABSORPTION COEFFICIENT)  
DARI KOMPOSIT SERBUK GERGAJI KAYU SENGON  
DENGAN MATRIK ALAMI**

**TUGAS AKHIR**



Disusun oleh :

Nama : Arisya Sukma Aji

NIM : 02 525 046

Tim Penguji

Purtojo, S.T., M.Sc.

Ketua

Tanggal: 27 Juli 2011

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota I

Tanggal: 28 Juli 2011

Ir. Zakky Sulistyawan, M.Sc.

Anggota II

Tanggal: 28 Juli 2011

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



(Agung Nugroho Adi, S.T., M.T.)



## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya ini ku persembahkan kepada:

Allah SWT

Rasulullah SAW, keluarga, dan para sahabat-nya

Keluargaku tercinta Bapak, Ibu, dan Adik-Adikku

Terima kasih atas doa dan *support*-nya





## HALAMAN MOTTO

*“Barang siapa yang ingin mendapatkan kesuksesan hidup di dunia dituntut untuk menguasai ilmu pengetahuan, dan barang siapa yang ingin mendapatkan kebahagiaan akhirnya dituntut untuk menguasai ilmu pengetahuan, dan barang siapa yang ingin mendapatkan kesuksesan dan kebahagiaan keduanya juga dituntut untuk menguasai ilmu pengetahuan.”*

*“Kamu wajib memiliki ilmu karena tidak ada seseorang yang lahir sudah ilmu, tetapi ilmu hanya dapat diperoleh dengan belajar.”*

*“Hendaknya kamu semua mengusahkan ilmu pengetahuan itu sebelum dilenyapkan”. Salah satu cara Allah SWT, melenyapkan ilmu pengetahuan ialah dengan cara matinya orang-orang yang memberikan atau yang mengajarkan.*

*“Maka tanyalah pada ahli ilmu pengetahuan apabila kamu semua tidak mengerti” (QS. An-Nahl; 16:43).*

*“Sesungguhnya, seseorang hanya akan meraih ilmu jika memiliki enam hal: kecerdasan, semangat, ketabahan, bekal, bimbingan guru dan proses yang terus tiada henti.”*

*Allah mengangkat orang-orang yang beriman dari golonganmu dan juga orang-orang yang dikaruniai ilmu pengetahuan hingga beberapa derajat.’ (Q.S. Al-Mujaadilah; 58:11).*





## KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji dan syukur kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman, karena dengan segala rahmat, hidayah dan inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Nilai Serapan Bunyi (*Noise Absorption Coefficient*) dari Komposit Serbuk Gergaji Kayu Sengon dengan Matrik Alami**”.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tentunya penulis tidak lepas dari kesalahan-kesalahan dan kekurangan sehingga penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas rahmat, hidayah dan inayah-Nya serta kekuatan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat-sahabatnya, atas perjuangan dan amanahnya.
3. Ayah dan ibu tercinta serta adik-adikku yang selalu memberikan dukungan dan semangat supaya penulis bisa cepat menyelesaikan kuliah.
4. Bapak Ir. Zakky Sulistyawan, M. Sc., dan Bapak Muhammad Ridlwan, S. T., M. T., selaku dosen pembimbing dalam pembuatan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Agung Nugroho Adi, S. T., M. T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.





6. Bapak Ir. Gumbolo H. S., M. Sc., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Ir. Tuasikal M. Amin, M. Sn., selaku Kepala Laboratorium Pertekstilan Jurusan Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia beserta staf yang telah membantu dalam proses pembuatan material peredam bunyi.
8. Bapak Dr. I Made Miasa, S. T., M. Sc., selaku Kepala Laboratorium Getaran dan Akustik Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada beserta staf yang telah membantu dalam proses pengujian material peredam bunyi.
9. Bapak dan Ibu dosen serta karyawan FTI UII yang telah membimbing dan membantu baik kegiatan akademis maupun administratif.
10. Teman-teman Tim Peredam Bunyi (Edy, Vebka, dan Eko) serta teman-teman Jurusan Teknik Mesin angkatan 2002, atas bantuan serta kerja samanya.
11. Temanku Thoink (TM03), terima kasih atas *support* dan bantuannya.
12. Temanku Dedy (TM04) dan Aswan Munang (TM06), terima kasih atas pinjaman *printer*-nya, temanku Ari Antoni terima kasih atas bantuannya dalam pembuatan *abstract*.
13. Temanku Udin (TM08), terima kasih atas pinjaman laptop-nya.
14. Semua teman-teman dan sahabat terbaikku yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan serta melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya kepada kita semua.

Penulis menyadari dengan segala kerendahan hati dan segala keterbatasan yang dimiliki seperti kata mutiara “Manusia adalah tempatnya salah dan lupa”, bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari rekan-rekan mahasiswa, dosen dan berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua, amin.

Wassalamu’alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, ..... Juli 2011

(Aristya Sukma Aji)





## ABSTRAK

*Semakin majunya teknologi, perkembangan peralatan yang digunakan manusia semakin meningkat. Peralatan tersebut berupa sarana informasi, komunikasi, produksi, transportasi maupun hiburan. Sebagian besar peralatan tersebut menghasilkan suara-suara yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan kebisingan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mereduksi bising, khususnya pada ruangan adalah dengan memasang material peredam bunyi. Akan tetapi material peredam bunyi yang tersedia di pasaran saat ini kebanyakan terbuat dari glasswool dan rockwool sehingga harganya relatif mahal.*

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik dasar mengenai nilai serapan bunyi dari komposit serbuk gergaji kayu sengon dengan matrik alami. Matrik alami adalah percampuran antara tepung tapioka dengan air dengan perbandingan tertentu dan pada suhu tertentu pula. Variabel pada penelitian ini adalah perubahan tekanan pada pembuatan material peredam bunyi. Pada penelitian ini dibuat tiga (3) material peredam bunyi dengan variabel pada proses pembuatannya. Pembuatan material peredam bunyi diawali dengan percampuran serbuk gergaji kayu sengon dengan lem kanji kemudian dibentuk dengan menggunakan mesin kempa panas. Selanjutnya masing-masing material peredam bunyi dipotong berbentuk silindris dengan diameter 100 mm untuk kemudian diujikan dengan menggunakan tabung impedansi.*

*Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tekanan pada proses pembuatan material bunyi maka nilai serapan bunyinya semakin menurun dan sebaliknya. Menurut klasifikasi ISO 11654, spesimen I, II, dan III termasuk kelas A, karena nilai masing-masing spesimen uji tersebut lebih besar dari 0,95.*

**Kata Kunci:** Serbuk Gergaji, Komposit, Tabung Impedansi, Kempa Panas.





## ABSTRACT

*As the technology get more advanced, the development of tools that being used by human get more advanced as well. The tools can be for information, communication, production, transportation, or entertainment. Purpose most of them produced noise. One solution on this situation is noise reduction, particularly indoor by using absorber materials. However, the absorber materials price are expensive because the composition of materials using glasswool and rockwool.*

*The purpose of this research was for knowing the characteristics of noise absorption coefficient from sengon sawdust composite by using natural matrix. Natural matrix is a mixture of tapioca flour with water in a certain ratio and at a certain temperature as well. The variables in this reseach was the change of pressure on the manufacture of absorber material. The research consist of three (3) kind of materials, each material consist of variable absorber on the manufacturing process. The forming of absorber materials by mixing sengon sawdust natural matrix, next step was using hot press machine. Then, each absorber materials were formed into cylindrical form in 100 mm of diameter and then tested by using the impedance tube*

*As the research has been done, it can be concluded that the higher pressure on the process of the absorber material, so that the noise absorption coefficients getting decreased, and the opposite. According to the classification of the ISO 11654, specimen I, II, and III including A class, because the value of each test specimen is greater than 0.95.*

**Keywords:** *Sawdust, Composite, Impedance Tubes, Hot Press.*





## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan Dosen .....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Halaman Motto.....	v
Kata Pengantar .....	vi
Abstrak .....	viii
<i>Abstract</i> .....	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Notasi .....	xv
Daftar Lampiran .....	xvii
Bab 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
Bab 2 Landasan Teori .....	5
2.1 Kajian Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	6
2.2.1 Bunyi atau Suara .....	6
2.2.2 Karakteristik Gelombang .....	8
2.2.3 Superposisi Gelombang .....	11
2.2.4 Kebisingan .....	14
2.2.5 Material Akustik.....	17
2.2.6 Pengukuran Nilai Serapan Bunyi .....	18
2.2.7 Nilai Serapan Bunyi .....	20





2.2.8	Komposit Matrik Alami .....	22
Bab 3	Metodologi Penelitian.....	25
3.1	Alur Penelitian.....	25
3.2	Bahan Penelitian .....	26
3.2.1	Serbuk Gergaji Kayu Sengon .....	26
3.2.2	Tepung Tapioka .....	27
3.3	Peralatan Penelitian .....	28
3.4	Peralatan Pengujian .....	31
3.5	Pembuatan Material Peredam Bunyi .....	32
3.6	Pengujian Nilai Serapan Bunyi ( <i>Noise Absorption Coefficient</i> ) .....	33
3.7	Hasil dan Pembahasan .....	34
3.8	Kesimpulan Saran.....	35
Bab 4	Hasil dan Pembahasan .....	36
4.1	Pembuatan Produk.....	36
4.1.1	Pembuatan Cetakan.....	36
4.1.2	Perlakuan Serbuk Gergaji Kayu Sengon.....	36
4.1.3	Pembuatan Material Peredam Bunyi.....	37
4.1.4	Pembuatan Spesimen Uji .....	40
4.2	Hasil Perancangan .....	41
4.3	Hasil Pengujian.....	42
4.4	Analisis dan Pembahasan .....	43
4.4.1	Nilai Serapan Bunyi (NAC) .....	43
4.4.2	Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya.....	44
4.4.3	Standarisasi Material Peredam Bunyi .....	45
4.4.4	Perbandingan Dengan Produk Pasar .....	47
4.4.5	Biaya Pembuatan Material Peredam Bunyi .....	48
Bab 5	Penutup .....	51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran .....	51
Daftar Pustaka	.....	53
Lampiran	.....	55





## DAFTAR TABEL

Tabel 2-1	Data Sampel Uji .....	5
Tabel 2-2	Akibat-Akibat Kebisingan.....	15
Tabel 2-3	Baku Tingkat Kebisingan Indonesia .....	16
Tabel 2-4	Tingkat Kebisingan Umum .....	16
Tabel 3-1	Sifat Fisis dan Kimia Kayu Sengon .....	27
Tabel 3-2	Komposisi Kimia Tepung Tapioka .....	27
Tabel 4-1	Perbandingan Tekanan Pada Material Peredam Bunyi.....	41
Tabel 4-2	Data Spesimen Uji.....	42
Tabel 4-3	Hasil Pengujian Tabung Impedansi .....	42
Tabel 4-4	Nilai Serapan Bunyi Bahan .....	43
Tabel 4-5	Perbandingan Dengan Spesimen Uji Organik.....	45
Tabel 4-6	Klasifikasi Kelas Material Peredam Bunyi Menurut ISO.....	46
Tabel 4-7	Perbandingan $\alpha$ Spesimen Uji Dengan DECI-FOAM F32BK .....	47
Tabel 4-8	Biaya Penelitian.....	48
Tabel 4-9	Harga Material Peredam Bunyi per-m <sup>2</sup> .....	49





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	NAC Sampel Uji dengan Menggunakan Metode <i>Impedance Tube</i> ..	5
Gambar 2-2	Syarat Terjadinya Bunyi.....	6
Gambar 2-3	Perbandingan Gelombang Bunyi dan Gelombang Tali.....	7
Gambar 2-4	Tinggi Rendah Bunyi Dipengaruhi Frekuensi.....	7
Gambar 2-5	Kuat Lemah Bunyi Dipengaruhi Amplitudo .....	8
Gambar 2-6	Karakteristik Gelombang Kontinyu Satu Frekuensi.....	8
Gambar 2-7	Jenis Superposisi Gelombang.....	12
Gambar 2-8	Gelombang Sinus Pada Gelombang Tali.....	12
Gambar 2-9	Titik Perut Dan Simpul Pada Gelombang Stasioner .....	14
Gambar 2-10	Kondisi batas gelombang dari tekanan bunyi yang ditransmisikan dan dipantulkan .....	20
Gambar 2-11	Pemantulan dan Penyerapan Energi Bunyi pada Media Akustik...21	
Gambar 3-1	Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3-2	Mesin Kempa Panas ( <i>Hot Press</i> ).....	28
Gambar 3-3	Cetakan .....	29
Gambar 3-4	Neraca Digital .....	29
Gambar 3-5	Kompas.....	29
Gambar 3-6	Gergaji .....	30
Gambar 3-7	Gerinda .....	30
Gambar 3-8	Peralatan Uji Tabung Impedansi ( <i>Tube Impedance</i> ).....	31
Gambar 4-1	Cetakan .....	36
Gambar 4-2	(a) Mesin Kempa Panas ( <i>Hot Press</i> ) .....	37
	(b) Komponen Pengatur Suhu .....	37
Gambar 4-3	(a) Penimbangan Serbuk Gergaji Kayu Sengon .....	37
	(b) Penimbangan Tepung Tapioka dan Air .....	37
Gambar 4-4	Proses Pembuatan Lem.....	38
Gambar 4-5	Proses Pembuatan Adonan .....	38
Gambar 4-6	Perlakuan pada Cetakan .....	39
Gambar 4-7	Meratakan Adonan .....	39





Gambar 4-8	Memasukkan Cetakan ke Mesin Kempa Panas ( <i>Hot Press</i> ) .....	39
Gambar 4-9	Pengambilan Material Peredam Bunyi dari Cetakan.....	40
Gambar 4-10	(a) Pembuatan Spesimen Uji .....	40
	(b) <i>Finishing</i> Spesimen Uji .....	40
Gambar 4-11	Hubungan Antara Tekanan Terhadap Waktu .....	41
Gambar 4-12	Hubungan Antara Nilai Serapan Bunyi ( $\alpha$ ) Terhadap Frekuensi ...	43
Gambar 4-13	Perbandingan Nilai NAC Dengan Spesimen Uji sampah Organik. .....	45
Gambar 4-14	Klasifikasi Kelas Material Peredam Bunyi Menurut ISO .....	46
Gambar 4-15	Perbandingan $\alpha$ Spesimen Uji Dengan DECI-FOAM F32BK .....	48





## DAFTAR NOTASI

$f$	= Frekuensi (Hz)
$T$	= Periode (sekon)
$A$	= Amplitudo (m)
$v$	= Cepat rambat gelombang (m/s)
$\lambda$	= Panjang gelombang (m)
$I$	= Intensitas (Watt/m <sup>2</sup> )
$W$	= Daya akustik (Watt)
$A$	= Luas permukaan (m <sup>2</sup> )
$P$	= Tekanan Bunyi (Pa)
$\omega$	= frekuensi sudut ( $\omega = 2\pi f$ )
$t$	= waktu (sekon)
$L_P$	= Tingkat tekanan bunyi (dB)
$P_{rms}$	= Tekanan bunyi (Pa)
$P_{ref}$	= Tekanan bunyi referensi ( $2 \times 10^{-5}$ N/m <sup>2</sup> )
$I_{rms}$	= Intensitas bunyi (Watt/m <sup>2</sup> )
$\rho$	= Kerapatan udara (kg/m <sup>3</sup> )
$c$	= Cepat rambat gelombang (m/s)
$L_I$	= Tingkat intensitas bunyi (dB)
$I_{ref}$	= Intensitas bunyi referensi ( $10^{-12}$ W/m <sup>2</sup> )
$W_s$	= Total daya akustik (Watt)
$\pi$	= radian
$r$	= jari-jari (m)
$I_s$	= Intensitas bunyi (Watt/m <sup>2</sup> )
$L_W$	= Tingkat daya bunyi (dB)
$W_0$	= Daya bunyi referensi ( $10^{-12}$ W/m <sup>2</sup> )
$y$	= Simpangan gelombang (m)
$x_p$	= Jarak (m)
$y_1$	= Persamaan gelombang datang
$y_2$	= Persamaan gelombang pantul
$y_1 + y_2$	= Superposisi gelombang





$k$	= Bilangan gelombang ( $k = 2\pi/\lambda$ )
$x$	= Jarak (m)
$i^\circ$	= Sudut bunyi datang
$r^\circ$	= Sudut bunyi pantul
$\alpha$	= Nilai serapan bahan
$I_i$	= Intensitas bunyi datang ( $\text{Watt/m}^2$ )
$I_r$	= Intensitas bunyi pantul ( $\text{Watt/m}^2$ )
$I_a$	= Intensitas bunyi serap ( $\text{Watt/m}^2$ )
$I_t$	= Intensitas bunyi transmisi ( $\text{Watt/m}^2$ )
$\tau$	= Koefisien transmisi
$P_i$	= Tekanan bunyi datang (Pa)
$P_r$	= Tekanan bunyi pantul (Pa)
$B$	= Amplitudo gelombang pantul
$2y$	= Jarak (m)
$P_y$	= Tekanan bunyi total (Pa)
SWR	= <i>Standing Wave Ratio</i>
$R$	= Faktor refleksi
$P_{\max}$	= Tekanan maksimal dalam tabung impedansi (Pa)
$P_{\min}$	= Tekanan minimal dalam tabung impedansi (Pa)





## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran Ke-1 Modul Praktikum Pengujian Pengujian Nilai Serapan Bunyi.  
Lampiran Ke-2 Standarisasi Pengujian Nilai Serapan Bahan.  
Lampiran Ke-3 Klasifikasi Kelas Material Peredam Bunyi.  
Lampiran Ke-4 Data Sheet Absorption INC Engineered Materials.  
Lampiran Ke-5 Katalog Produk: Peredam Suara *Acourete Board*.





# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Potensi limbah kayu di Indonesia cukup besar, baik dalam penggunaan pembangunan perumahan maupun industri mebel. Konsumen kayu gergaji dalam negeri yang terbesar adalah sektor perumahan dan sektor konstruksi. Industri penggergajian kayu menghasilkan limbah yang berupa serbuk gergaji 10,6%, sebetan 25,9% dan potongan 14,3% dengan total limbah sebesar 50,8% dari jumlah bahan baku yang digunakan. Produksi total kayu gergajian Indonesia mencapai 2,6 juta m<sup>3</sup> per tahun. Dengan asumsi, jumlah limbah yang terbentuk 54,24% dari produksi total, maka dihasilkan limbah penggergajian kayu sebanyak 1,4 juta m<sup>3</sup> per tahun ([www.kabupatenwonosobo.com](http://www.kabupatenwonosobo.com)).

Konsentrasi terhadap produksi membuat kebanyakan pabrik kurang peduli mencari jalan keluar pembuangan limbah tersebut. Umumnya sebagian limbah serbuk gergaji kayu hanya digunakan sebagai bahan bakar tungku, atau dibakar begitu saja, sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Salah satu pemanfaatan limbah serbuk gergaji kayu sebagai sumber energi kurang mampu memberikan nilai tambah yang menguntungkan. Dengan mengubah serbuk gergaji kayu menjadi peredam suara, maka akan meningkatkan nilai ekonomis bahan tersebut, serta mengurangi pencemaran lingkungan.

Jenis bahan peredam suara yang sudah ada yaitu bahan berpori, resonator dan panel (Lee, 2003). Dari ketiga jenis bahan tersebut, bahan berporilah yang sering digunakan. Khususnya untuk mengurangi kebisingan pada ruang-ruang yang sempit seperti perumahan dan perkantoran. Hal ini karena bahan berpori relatif lebih murah dan ringan dibandingkan peredam lain (Lee, 2003). Material yang telah lama digunakan pada peredam suara jenis ini adalah *glasswool* dan *rockwool*. Namun karena harganya yang mahal dan kurang ramah lingkungan, berbagai bahan pengganti material tersebut mulai dibuat. Komposit serbuk gergaji kayu dengan matrik alami diharapkan dapat menjadi peredam suara yang murah dan ramah lingkungan.





Dengan semakin majunya teknologi, perkembangan peralatan yang digunakan manusia semakin meningkat. Baik peralatan tersebut berupa sarana informasi, komunikasi, produksi, transportasi maupun hiburan. Sebagian besar peralatan tersebut menghasilkan suara-suara yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan kebisingan. Bising adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan.

Pengaruh kebisingan terhadap manusia secara fisik tidak saja mengganggu organ pendengaran, tetapi juga dapat menimbulkan gangguan pada organ-organ tubuh yang lain, seperti penyempitan pembuluh darah dan sistem jantung (Sasongko, 2000). Pengaruh bising secara psikologi, yaitu berupa penurunan efektivitas kerja dan kinerja seseorang (Asmaningprojo, 1995). Menurut Sulistyani (1993), agresivitas warga yang tinggal di kawasan bising akan meningkat dengan bertambahnya tingkat kebisingan di kawasan tersebut dan inilah yang menyebabkan mereka kurang mampu mengontrol diri maupun tingkah lakunya.

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang nilai serapan bunyi (*Noise Absorption Coefficient*) dari komposit serbuk gergaji kayu sengon dengan matrik alami sebagai material peredam bunyi alternatif yang ramah lingkungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana sifat redaman bunyi dari komposit serbuk gergaji kayu sengon dengan matrik alami yang ramah lingkungan.

## **1.3 Batasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dilakukan untuk menyederhanakan penelitian agar sesuai dengan tujuan yang diharapkan, serta untuk menghindari kerancuan pembahasan, sehingga ruang lingkup pembahasan menjadi jelas dan tidak meluas ke hal-hal yang tidak diinginkan. Pembatasan masalah dalam penelitian ini meliputi hal-hal sebagai berikut:





1. Bahan dasar pembuatan material peredam bunyi dengan menggunakan serbuk gergaji kayu sengon.
2. Perekatan serbuk gergaji kayu sengon sebagai material peredam bunyi menggunakan matrik alami, yaitu tepung tapioka dicampur dengan air dalam perbandingan tertentu.
3. Metode pembuatan material peredam bunyi dengan menggunakan bantuan tekanan dan panas (*hot press*) dalam waktu dan suhu tertentu.
4. Analisis kekuatan material peredam bunyi dalam tugas akhir ini tidak dilakukan.
5. Digunakan sebagai pelapis dinding yang berfungsi sebagai material peredam bunyi.
6. Pengujian material peredam bunyi dilakukan dengan *Kundt's Tube Impedance* untuk mendapatkan nilai serapan bunyi atau NAC (*Noise Absorption Coefficient*).

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai serapan bunyi (*Noise Absorption Coefficient*) dari komposit serbuk gergaji kayu sengon dengan matrik alami.

Pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon sebagai material peredam bunyi alternatif dapat memberikan gambaran pemecahan masalah lingkungan mengenai kebisingan dan meningkatkan nilai ekonomi dari serbuk gergaji kayu sengon.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian merupakan penjelasan mengenai manfaat yang akan diperoleh apabila tujuan penelitian dapat tercapai, dalam hal ini manfaat penelitiannya adalah:

1. Memberi alternatif tentang pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon sebagai material peredam bunyi dan meningkatkan nilai ekonomi dari serbuk gergaji kayu sengon.
2. Dengan adanya pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon sebagai bahan peredam bunyi maka diharapkan dapat memberikan gambaran pemecahan masalah lingkungan mengenai kebisingan.





3. Pembuatan peredam bunyi dari komposit serbuk gergaji kayu sengon dengan matrik alami diharapkan menjadi peredam bising yang ramah lingkungan.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Dalam sistematika penulisan penelitian ini diberikan uraian bab demi bab yang berurutan untuk mempermudah pembahasan. Pokok-pokok permasalahan dalam penulisan ini dibagi menjadi lima bab yang terdiri dari, bab I merupakan bab pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan. Bab II menguraikan tentang landasan teori terdiri dari tinjauan pustaka, dasar teori yang merupakan penjelasan secara terperinci mengenai teori-teori yang digunakan sebagai landasan untuk pemecahan masalah. Bab III diuraikan tentang metodologi penelitian yang terdiri dari bahan dan alat penelitian, prosedur pelaksanaan, dan cara pengolahan serta analisa data. Bab IV akan dibahas mengenai pengolahan data hasil penelitian beserta analisis dan pembahasannya. Bab V merupakan bab penutup yang berisi kesimpulan dan saran.





## BAB II

### LANDASAN TEORI

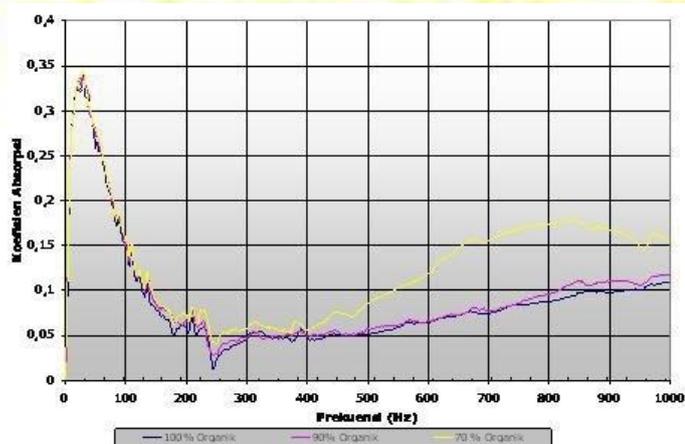
#### 2.1 Kajian Pustaka

Himawanto (2007) melakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik dasar mengenai nilai serapan bunyi (*Noise Absorption Coefficient*) material akustik yang dibuat dengan bahan dasar sampah organik dan anorganik. Sampah dari jenis organik yang digunakan adalah kertas dan dedaunan, sedangkan sampah dari jenis anorganik yang digunakan adalah plastik dan kaca/botol. Perbandingan sampah organik dan anorganik untuk sampel uji dapat dilihat pada tabel 2-1. Pembuatan sampel diawali dengan penghancuran bahan dasar yang dilanjutkan dengan pembuatan sampel berbentuk silindris dengan diameter 10 cm untuk kemudian sampel uji diuji karakteristik akustiknya dengan menggunakan metode *Impedance Tube*.

Tabel 2-1 Data Sampel Uji.

Sampel	Komposisi				Berat (gr)	Tebal (cm)	Diameter (cm)
	Organik		Anorganik				
	Daun	Kertas	Plastik	Kaca			
1	50 %	50 %	-	-	101,06	1,57	9,91
2	45 %	45 %	5 %	5 %	101,75	1,55	9,93
3	35 %	35 %	15 %	15 %	101,79	1,51	9,94

Sumber : Himawanto (2007).



Gambar 2-1 NAC Sampel Uji dengan Menggunakan Metode *Impedance Tube*.

Sumber : Himawanto (2007).





Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh grafik pada gambar 2-1 yang menunjukkan bahwa komposisi sampel 70 % organik mempunyai koefisien serapan bunyi tertinggi diikuti komposisi sampel 90 % dan 100 % organik. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa semakin besar kandungan mineral anorganik, koefisien serapan bunyi juga semakin meningkat. Sehingga dapat dikatakan bahwa sampel 100 % organik mempunyai kerapatan yang paling tinggi (porositasnya paling rendah) dan sampel 70 % organik mempunyai kerapatan yang paling rendah (porositasnya paling tinggi). Hal inilah yang diduga menyebabkan sampel 100 % organik mempunyai kerapatan yang paling rendah dan sampel 70 % organik yang paling tinggi.

## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Bunyi atau Suara

Bunyi merupakan getaran di dalam medium elastis pada frekuensi dan intensitas yang dapat didengar oleh telinga manusia. Bunyi termasuk gelombang mekanik, karena dalam perambatannya bunyi memerlukan medium perantara, yaitu: udara. Ada tiga syarat terjadinya bunyi. Syarat yang dimaksud yaitu: ada sumber bunyi, medium, dan pendengar. Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar, getaran itu merambat melalui medium menuju pendengar hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-2.



Gambar 2-2 Syarat Terjadinya Bunyi.

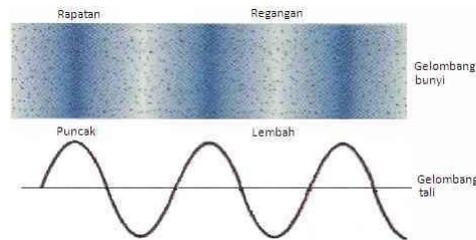
Sumber : Mediastika (2005).

Gelombang bunyi merupakan gelombang longitudinal, yaitu: gelombang yang terdiri atas partikel-partikel yang berisolasi searah dengan gerak gelombang tersebut, membentuk daerah bertekanan tinggi dan rendah (rapatan dan regangan). Partikel yang saling berdesakkan akan menghasilkan gelombang bertekanan tinggi, sedangkan molekul yang meregang akan menghasilkan gelombang





bertekanan rendah. Kedua jenis gelombang ini menyebar dari sumber bunyi dan bergerak secara bergantian pada medium, hal ini dapat dilihat pada gambar 2-3.



Gambar 2-3 Perbandingan Gelombang Bunyi dan Gelombang Tali.

Sumber : Drajat (2009).

Pada umumnya, bunyi memiliki tiga sifat, yaitu: tinggi rendah bunyi, kuat lemah bunyi, dan warna bunyi. Tinggi rendah bunyi adalah kondisi gelombang bunyi yang diterima oleh telinga manusia berdasarkan frekuensi (jumlah getaran per detik). Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-4.



Gambar 2-4 Tinggi Rendah Bunyi Dipengaruhi Frekuensi.

Sumber : Drajat (2009).

Kuat lemah atau intensitas bunyi adalah kondisi gelombang bunyi yang diterima oleh telinga manusia berdasarkan amplitudo dari gelombang tersebut. Amplitudo adalah simpangan maksimum, yaitu: simpangan terjauh gelombang dari titik seimbangnya, hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-5. Intensitas menunjukkan sejauh mana bunyi dapat didengar. Jika intensitas kecil, bunyi akan melemah dan tidak dapat terdengar. Namun, apabila intensitasnya besar, bunyi menjadi semakin kuat, sehingga berbahaya bagi alat pendengaran.





Gambar 2-5 Kuat Lemah Bunyi Dipengaruhi Amplitudo.

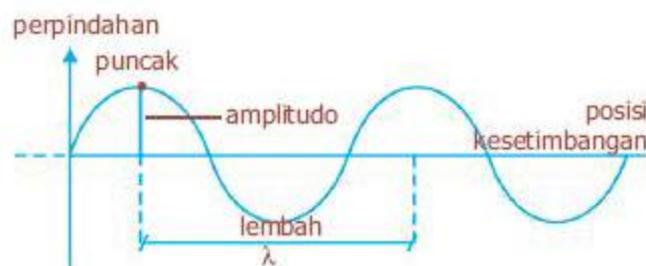
Sumber : Drajat (2009).

Warna bunyi adalah bunyi yang diterima oleh alat pendengaran berdasarkan sumber getarannya. Sumber getaran yang berbeda akan menghasilkan bentuk gelombang yang berbeda pula. Hal ini menyebabkan nada yang sama dari sumber getaran yang berbeda pada telinga manusia.

Batas frekuensi bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia adalah 20 Hz sampai 20.000 Hz. Jangkauan frekuensi ini disebut audiosonik. Suara yang berfrekuensi di atas 20.000 Hz disebut ultrasonik dan yang berfrekuensi di bawah 20 Hz disebut infrasonik.

### 2.2.2 Karakteristik Gelombang

Karakteristik utama suatu gelombang ditunjukkan oleh beberapa besaran yang penting, yang digunakan untuk mendiskripsikan gelombang sinusoida periodik, seperti diperlihatkan pada gambar 2-6.



Gambar 2-6 Karakteristik Gelombang Kontinyu Satu Frekuensi.

Sumber : Drajat (2009).





## Frekuensi dan Periode

Frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang per peristiwa dalam selang waktu yang diberikan dan dinotasikan sebagai ( $f$ ). Ukuran frekuensi dinyatakan dalam satuan Hertz (Hz). Periode ( $T$ ) adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus penuh. Hubungan antara frekuensi dengan periode dapat ditulis dalam persamaan:

$$f = \frac{1}{T} \quad (2.1)$$

## Amplitudo

Titik-titik tertinggi pada gelombang disebut puncak gelombang, sedangkan titik-titik terendah disebut lembah gelombang hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-6. Amplitudo ( $A$ ) adalah perpindahan maksimum, yaitu ketinggian maksimum puncak, atau kedalaman maksimum lembah, relatif terhadap posisi kesetimbangan. Semakin besar simpangannya semakin keras pula bunyi yang muncul dari getaran yang terjadi, begitu pula sebaliknya hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-5.

## Kecepatan Gelombang

Jarak yang ditempuh gelombang dalam satuan waktu disebut kecepatan gelombang ( $v$ ). Jika sebuah gelombang menempuh jarak satu panjang gelombang ( $\lambda$ ), dalam satu periode ( $T$ ), maka kecepatan gelombang adalah sama dengan:

$$v = \frac{\lambda}{T} = f \cdot \lambda \quad (2.2)$$

## Intensitas

Intensitas bunyi adalah aliran energi yang dibawa gelombang udara dalam suatu persatuan luas. Intensitas bunyi pada tiap titik dari sumber dinyatakan dengan:

$$I = \frac{W}{A} \quad (2.3)$$

$I$  menunjukkan intensitas bunyi dalam ( $W/m^2$ ),  $W$  adalah daya akustik (Watt), dan  $A$  adalah luas area ( $m^2$ ).





Ambang batas pendengaran manusia, yaitu nilai minimum intensitas daya bunyi yang dapat dideteksi telinga manusia adalah  $10^{-6}$  W/cm<sup>2</sup>. Intensitas maksimum bunyi yang dapat diterima tanpa menyebabkan kerusakan adalah sekitar  $10^{-3}$  W/cm<sup>2</sup>.

## Tekanan Bunyi dan Tingkat Tekanan Bunyi

Tekanan bunyi adalah variasi tekanan diatas dan dibawah tekanan atmosfer, dalam satuan pascal. Variasi tekanan ini sifatnya periodik, satu variasi tekanan komplit disebut juga sebagai satu siklus frekuensi. Secara umum persamaan gelombang tekanan bunyi dituliskan sebagai:

$$P = A \sin \omega t \quad (2.4)$$

P menunjukkan tekanan dalam Pa, A adalah amplitudo gelombang,  $\omega$  adalah frekuensi sudut ( $\omega = 2\pi f$ ), dan t menunjukkan waktu dalam detik.

Tingkat tekanan bunyi didefinisikan dalam persamaan berikut:

$$L_p = 10 \log \left( \frac{P_{rms}^2}{P_{ref}^2} \right) dB = 20 \log \left( \frac{P_{rms}}{P_{ref}} \right) dB \quad (2.5)$$

$L_p$  menunjukkan tingkat tekanan bunyi (*Sound Pressure Level/SPL*) dalam dB,  $P_{rms}$  adalah tekanan bunyi dalam Pa, dan  $P_{ref}$  adalah tekanan bunyi referensi,  $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup> untuk bunyi udara.

## Tingkat Intensitas Bunyi

Intensitas bunyi sangat penting diperhatikan untuk mengetahui radiasi total yang menuju udara oleh sumber bunyi dan untuk mengetahui tekanan bunyi. Intensitas bunyi tergantung pada posisi dalam daerah persatuan luas dimana gelombangnya bergerak secara paralel. Intensitas bunyi akan bernilai maksimum jika arah gelombangnya tegak lurus dari sumber bunyi.

Hubungan intensitas bunyi, tekanan bunyi, kecepatan bunyi, dan kerapatan udara adalah sebagai berikut:

$$P_{rms}^2 = I_{rms} \cdot \rho \cdot c \quad (2.6)$$

$P_{rms}$  menunjukkan tekanan bunyi dalam Pa,  $I_{rms}$  adalah intensitas bunyi dalam (W/m<sup>2</sup>),  $\rho$  adalah kerapatan udara dalam (kg/m<sup>3</sup>), dan c adalah kecepatan bunyi di udara (m/s).





Tingkatan intensitas bunyi didefinisikan dalam rumus berikut:

$$L_I = 10 \log \frac{I_{rms}}{I_{ref}} \text{ dB} \quad (2.7)$$

$L_I$  menunjukkan tingkatan intensitas bunyi dalam dB,  $I_{rms}$  adalah intensitas bunyi dalam ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), dan  $I_{ref}$  adalah intensitas referensi  $10^{-12}$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).

### Daya Bunyi dan Tingkat Daya Bunyi

Daya bunyi adalah daya radiasi sumber bunyi yang menuju ke sekitar udara, dalam satuan watts, hubungan daya bunyi dengan intensitas bunyi ditulis dalam persamaan berikut:

$$W_s = (4\pi r^2) \cdot I_s \cdot (r) \quad (2.8)$$

$W_s$  menunjukkan total daya akustik dalam Watts,  $I_s$  adalah maksimum intensitas bunyi pada jarak  $r$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), dan  $r$  adalah jarak dari titik tengah akustik sumber bunyi ke permukaan imajiner *sphere* dalam (m).

Tingkatan daya bunyi didefinisikan dalam persamaan berikut:

$$L_w = 10 \log \frac{W_s}{W_0} \text{ dB} \quad (2.9)$$

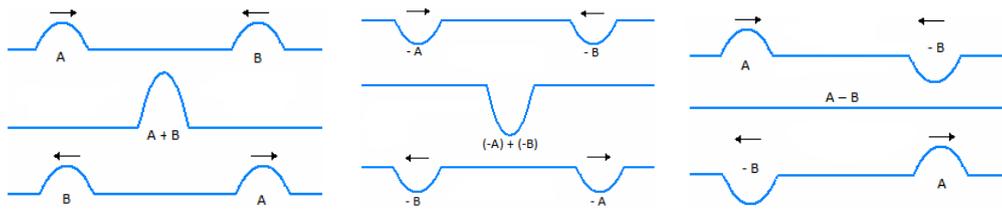
$L_w$  menunjukkan tingkat daya bunyi dalam dB,  $W_s$  adalah total daya akustik dalam Watts, dan  $W_0$  adalah daya bunyi referensi  $10^{-12}$  Watts.

### 2.2.3 Superposisi Gelombang

Berdasarkan eksperimen bahwa dua atau lebih gelombang dapat melintasi ruang yang sama, tanpa adanya ketergantungan di antara gelombang-gelombang tersebut terhadap satu sama lain. Jika dua gelombang atau lebih merambat dalam medium yang sama dan pada waktu yang sama, akan menyebabkan simpangan dari partikel dalam medium. Simpangan *resultan* merupakan jumlah aljabar dari simpangan (positif dan negatif) dari masing-masing gelombang. Hal ini disebut prinsip superposisi.

Pada superposisi dua gelombang atau lebih akan menghasilkan sebuah gelombang berdiri (*standing wave*). Simpangan yang dihasilkan bisa saling menguatkan atau saling melemahkan, tergantung pada beda fase gelombang-gelombang tersebut. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-7.





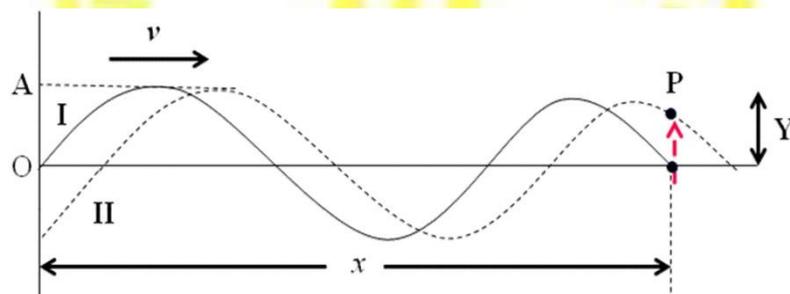
Gambar 2-7 Jenis Superposisi Gelombang.

Sumber : Drajat (2009).

Jika beda fase antara gelombang-gelombang yang mengalami superposisi adalah  $\frac{1}{2}$ , maka hasilnya saling melemahkan. Apabila panjang gelombang dan amplitudo gelombang-gelombang tersebut sama, maka simpangan hasil superposisinya nol. Tetapi, apabila gelombang-gelombang yang mengalami superposisi berfase sama, maka simpangan hasil superposisi itu saling menguatkan. Jika panjang gelombang dan amplitudo gelombang-gelombang itu sama, maka simpangan *resultan* adalah sebuah gelombang berdiri (*standing wave*) dengan amplitudo kedua gelombang.

### Gelombang Berjalan

Seutas tali yang cukup panjang digetarkan sehingga pada tali terbentuk gelombang transversal berjalan. Gelombang merambat dari titik O sebagai pusat koordinat menuju arah X positif. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-8.



Gambar 2-8 Gelombang Sinus Pada Gelombang Tali.

Sumber : Drajat (2009).

Jika titik O telah bergetar harmonik selama  $t$  detik, simpangan gelombang di titik O akan memenuhi simpangan getar harmonis yang memenuhi persamaan sebagai berikut:

$$y = A \sin \omega t \quad (2.10)$$





$y$  menunjukkan simpangan gelombang/simpangan getaran titik yang dilalui dalam meter (m),  $A$  adalah amplitudo/simpangan maksimum dalam meter (m),  $\omega$  menunjukkan kecepatan sudut dalam radian per-sekon (rad/s), dan  $t$  menunjukkan lamanya bergetar dalam sekon (s).

Gelombang merambat dari titik O menuju sumbu X positif. Sebuah titik P berjarak  $X$  dari titik O akan ikut bergetar karena adanya rambatan dari titik O ke titik P. gelombang yang terbentuk ini disebut gelombang berjalan. Waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk merambat dari titik O ke titik P adalah  $x_p/v$  detik.

Jika titik O bergetar selama  $t$  detik dan waktu yang diperlukan oleh gelombang untuk sampai di titik P adalah  $x_p/v$ . Maka, titik P baru bergetar setelah  $(t - x_p/v)$  sekon sehingga persamaan simpangan gelombang di titik P adalah:

$$y = A \sin \omega \left( t - \frac{x_p}{v} \right) \quad (2.11)$$

$x_p$  menunjukkan jarak titik P dari titik O dalam meter (m), dan  $v$  adalah kecepatan yang dibutuhkan untuk bergerak dari titik O ke titik P dalam meter per-sekon (m/s).

### Gelombang Stasioner

Gelombang stasioner disebut juga gelombang berdiri atau gelombang tegak (*standing wave*), merupakan jenis gelombang yang bentuk gelombangnya tidak bergerak melalui medium, namun tetap diam. Gelombang ini berlawanan dengan gelombang berjalan atau gelombang merambat, yang bentuk gelombangnya bergerak melalui medium dengan kelajuan gelombang. Gelombang diam dihasilkan bila suatu gelombang berjalan dipantulkan kembali sepanjang lintasannya sendiri.

Pada dua deret gelombang dengan frekuensi sama, memiliki kelajuan dan amplitudo yang sama, berjalan di dalam arah-arah berlawanan sepanjang tali, maka persamaan untuk menyatakan dua gelombang tersebut adalah:

$$y = y_1 + y_2 = A \sin(kx - \omega t) + A \sin(kx + \omega t) \quad (2.12)$$

Dengan menggunakan hubungan trigonometri, *resultan*-nya menjadi:

$$y = 2A \sin kx \cos \omega t \quad (2.13)$$





Persamaan (2.13) adalah persamaan sebuah gelombang tegak (*standing wave*). Ciri sebuah gelombang tegak adalah kenyataan bahwa amplitudo tidaklah sama untuk partikel-partikel yang berbeda-beda tetapi berubah dengan kedudukan  $x$  dari partikel tersebut. Amplitudo (persamaan (2.13)) adalah  $2A \sin kx$ , yang memiliki nilai maksimum  $2A$  di kedudukan-kedudukan di mana:

$$kx = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2}, \text{ dan seterusnya.}$$

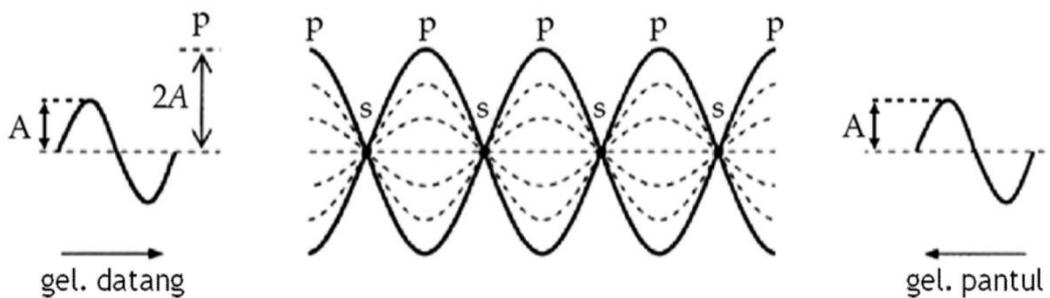
$$\text{atau } x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \frac{5\lambda}{4}, \text{ dan seterusnya.}$$

Titik tersebut disebut titik perut, yaitu titik-titik dengan pergeseran maksimum. Sementara itu, nilai minimum amplitudo sebesar nol di kedudukan-kedudukan di mana:

$$kx = \pi, 2\pi, 3\pi, \text{ dan seterusnya}$$

$$\text{atau } x = \frac{\lambda}{2}, \frac{2\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{4\lambda}{2} \text{ dan seterusnya}$$

Titik-titik tersebut disebut simpul, yaitu titik-titik yang pergeseran nol. Jarak antara satu titik simpul dan titik perut berikutnya yaitu seperempat panjang gelombang. Hubungan antara titik perut dan simpul pada gelombang stasioner dapat ditunjukkan pada gambar 2-9.



Gambar 2-9 Titik Perut Dan Simpul Pada Gelombang Stasioner.

Sumber : Drajat (2009).

### 2.2.4 Kebisingan

Kebisingan adalah semua suara atau bunyi yang tidak dikehendaki atau mengganggu. Batasan kebisingan bersifat subjektif, sehingga batasan kebisingan bagi orang yang satu bisa saja berbeda dengan batasan kebisingan bagi orang yang lain. Subjektivitas kebisingan tergantung pada (Akustik Bangunan, 2005):





1. Lingkungan dan Keadaan

Jangguan bunyi yang keras, bunyi yang cukup pelanpun dapat mengganggu mereka yang sedang sakit, beristirahat, atau harus memusatkan pikiran untuk tugas. Sementara itu, bagi orang lain yang sedang sehat, bunyi dengan tingkat kekerasan yang sama mungkin tidak menimbulkan gangguan yang berarti.

2. Sosial Budaya

Setiap orang mempunyai gaya hidup tersendiri. Belum lagi lingkungan budaya berbeda-beda. Hal-hal tersebut akan menyebabkan masing-masing orang memiliki toleransi berbeda terhadap kebisingan.

3. Kegemaran atau Hobi

Kegemaran sekelompok orang akan musik tertentu dapat menjadi kebisingan bagi kelompok lainnya yang kebetulan amat tidak menyukai jenis musik tersebut.

Tingkat kebisingan yang baik bagi manusia adalah dibawah 60 dB. Oleh karena itu, tingkat kebisingan diatas 60 dB dapat berdampak terhadap kesehatan. Adapun dampak kebisingan terhadap kesehatan ditunjukkan pada tabel 2-2 sebagai berikut:

Tabel 2-2 Akibat-Akibat Kebisingan.

Tipe		Uraian
Akibat-akibat badaniah	Kehilangan pendengaran	Perubahan ambang batas sementara akibat kebisingan, Perubahan ambang batas permanen akibat kebisingan.
	Akibat-akibat fisiologis	Rasa tidak nyaman atau stress meningkat, tekanan darah meningkat, sakit kepala, bunyi dering.
Akibat-akibat psikologis	Gangguan emosional	Kejengkelan, kebingungan.
	Gangguan gaya hidup	Gangguan tidur atau istirahat, hilang konsentrasi pada waktu bekerja, membaca, dsb.
	Gangguan pendengaran	Merintang kemampuan mendengarkan TV, radio, percakapan, telepon, dsb.

Sumber : (<http://www.menlh.go.id/>).

Pemerintah Indonesia, melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan,





membuat aturan mengenai baku tingkat kebisingan yang diizinkan di Indonesia. Baku tingkat kebisingan ini adalah pada tabel 2-3 sebagai berikut:

Tabel 2-3 Baku Tingkat Kebisingan Indonesia.

Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan (dB)
<b>A. Peruntukkan Kawasan</b>	
1. Perumahan dan Pemukiman	55
2. Perdagangan dan Jasa	70
3. Perkantoran dan Perdagangan	65
4. Ruang Terbuka Hijau	50
5. Industri	70
6. Pemerintahan dan Fasilitas Umum	60
7. Rekreasi	70
8. Khusus	
a. Bandara Udara*	
b. Stasiun Kereta Api*	
c. Pelabuhan Laut	70
d. Cagar Budaya	60
<b>B. Lingkungan Kegiatan</b>	
1. Rumah Sakit atau sejenisnya	55
Peruntukan Kawasan/Lingkungan Kegiatan	Tingkat Kebisingan (dB)
2. Sekolah atau sejenisnya	55
3. Tempat Ibadah atau sejenisnya	55

Sumber : Akustik Bangunan (2005).

Berbagai nilai umum untuk Tingkatan Tekanan Bunyi (*Sound Pressure Level*), bunyi tipikalnya, serta penampakan subjektifnya dapat dilihat pada tabel 2-4.

Tabel 2-4 Tingkat Kebisingan Umum.

Tingkat Tekanan Bunyi (dBA)	Bunyi Tipikal	Penampakan Subjektif
140	Pesawat jet yang <i>take off</i>	Pemaparan singkat dapat menyebabkan gangguan pendengaran
130	Tembakan artileri	Ambang batas sakit
120	Sirene pada 100 ft, petir, <i>sonic boom</i>	Menulikan telinga
110	Akselerasi sepeda motor, band <i>hard rock</i>	Ambang batas ketidaknyamanan
100	Kereta api bawah tanah, jalan raya yang	Sangat ribut, percakapan





	ribut, mesin pemotong rumput	sangat sulit; diperlukan penutup telinga untuk kesehatan
90	Pabrik yang sibuk, <i>truck</i> tak berkenalpot, peluit kereta api, bor palu tangan <i>pneumatik</i>	
80	Percetakan, kantor yang sibuk, kebanyakan pabrik	Ribut, harus keras berbicara agar bisa didengar
70	Bising jalan raya rata-rata, mesin ketik, kereta api barang pada 100 ft	
60	Rumah yang bising, <i>lobby</i> hotel, restoran, percakapan normal	Percakapan normal dapat didengar dengan mudah
50	Kantor umumnya, rumah sakit, bank rata-rata, jalanan yang lenggang	
40	Kantor pribadi, rumah yang sunyi	Sunyi
30	Percakapan rahasia	
20	Bisikan	Sangat sunyi
10	Nafas manusia	
0		Ambang batas pendengaran

Sumber : Akustik Bangunan (2005).

### 2.2.5 Material Akustik

Material akustik adalah suatu bahan yang dapat menyerap energi suara datang dari sumber suara. Pada dasarnya semua bahan dapat menyerap energi suara, namun besarnya energi yang diserap berbeda-beda untuk tiap bahan. Energi suara tersebut dikonversi menjadi panas, yang merupakan hasil dari friksi dan resistansi dari berbagai material untuk bergerak dan berdeformasi. Sama halnya dengan besar energi suara yang sangat kecil bila dilihat dalam satuan Watt, energi panas yang dihasilkan juga sangat kecil sehingga secara makroskopis tidak akan terlalu terasa perubahan temperatur pada bahan tersebut.

Bahan-bahan konstruksi penyerapan bunyi yang digunakan dalam rancangan akustik atau yang dipakai sebagai pengendali bunyi dalam ruang-ruang bising dapat diklasifikasikan menjadi (Akustik Lingkungan, 1986):

1. Bahan berpori, seperti papan serat (*fiber board*), plesteran lembut (*soft plasters*), mineral *wools*, dan selimut isolasi, memiliki karakteristik dasar suatu jaringan seluler dengan pori-pori yang saling berhubungan. Energi bunyi datang diubah menjadi energi panas dalam pori-pori tersebut. Bagian bunyi datang yang diubah menjadi panas diserap, sedangkan sisanya yang telah berkurang energinya dipantulkan oleh permukaan





bahan. Bahan-bahan selular dengan sel yang tertutup dan tidak saling berhubungan seperti damar busa (*foamed resins*), karet selular (*cellular rubber*), gelas busa, adalah penyerap yang buruk. Penyerap berpori mempunyai karakteristik penyerapan bunyinya lebih efisien pada frekuensi tinggi dibandingkan pada frekuensi rendah dan efisien akustiknya membaik pada jangkauan frekuensi rendah dengan bertambahnya tebal lapisan penahan yang padat dan dengan bertambahnya jarak dari lapisan penahan ini. Bahan berpori ini antara lain ubin selulosa, serat mineral, serat-serat kayu, lakan (*felt*), rambut, karpet, kain dan sebagainya.

2. Penyerapan panel atau selaput merupakan penyerap frekuensi rendah yang efisien. Bila dipilih dengan benar, penyerap panel mengimbangi penyerapan frekuensi sedang dan tinggi yang agak berlebihan oleh penyerap-penyerap berpori dan isi ruang. Jadi penyerap ruang menyebabkan karakteristik dengung yang serba sama pada seluruh jangkauan frekuensi audio. Penyerap panel yang berperan pada penyerapan frekuensi rendah antara lain panel kayu, *hardboard*, *gypsum boards*, langit-langit plesteran yang digantung, plesteran berbulu, jendela, kaca, dan pintu. Bahan-bahan yang berpori yang diberi jarak dari lapisan penunjangnya padat juga berfungsi sebagai penyerap panel yang bergetar dan menunjang penyerapan pada frekuensi rendah.
3. Resonator rongga (Helmholtz) merupakan penyerapan bunyi yang terdiri dari sejumlah udara tertutup yang dibatasi dinding-dinding tegar dan dihubungkan oleh celah sempit ke ruang sekitarnya, di mana gelombang bunyi merapat.

### **2.2.6 Pengukuran Nilai Serapan Bunyi**

Pada umumnya nilai serapan bunyi diukur pada frekuensi audio standar yaitu 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz (Doelle, 1986). Pada atmosfer, besarnya serapan energi bunyi bergantung pada suhu udara dan kelembaban relatif. Pada zat padat, besarnya serapan bunyi dipengaruhi oleh sifat fisis seperti: ketebalan, porositas, geometri partikel dan ukuran butir-butir partikel





untuk material berbentuk serbuk. Nilai serapan bunyi tergantung secara dinamis pada frekuensi bunyi dan sudut yang dibentuk oleh gelombang bunyi yang datang dengan garis normal permukaan medium. Karena tergantung pada sudut datangnya maka nilai serapan bunyinya akan berbeda untuk sudut datang yang berbeda. Untuk sudut datang  $0^\circ$ , nilai serapan bunyi dapat dicari dengan menggunakan metode tabung impedansi (Lewis, 1994).

Adapun macam-macam cara pengukuran nilai serapan bunyi bahan-bahan akustik antara lain (Doelle, 1986):

1. Metode Tabung, metode ini digunakan untuk mengukur koefisien penyerapan bunyi contoh-contoh (sampel) bahan akustik yang kecil dan gelombang bunyi merambat tegak lurus pada permukaan contoh bahan tadi. Pengukuran akan menunjukkan penyerapan bunyi dalam jangkauan frekuensi sekitar 200 sampai 3000 Hz.

Metode ini tidak tepat untuk keseluruhan pengukuran koefisien penyerapan bunyi karena pembatasan-pembatasannya. Metode ini mengabaikan kenyataan bahwa gelombang bunyi dalam ruang menumbuk bahan penyerap bunyi dari berbagai sudut, dan selanjutnya ukuran dan cara pemasangan contoh percobaan tidak sama dengan kondisi pekerjaan sesungguhnya. Karena alasan-alasan ini, hasil yang diperoleh dengan metode tabung harus digunakan untuk pekerjaan teoritik, untuk pengembangan bahan-bahan akustik baru atau untuk membandingkan bahan-bahan yang ada dan juga untuk pengendalian kualitas.

2. Metoda Ruang Dengung, metoda ini menggunakan ruang kosong dengan RT yang panjang. Satu contoh besar atau beberapa contoh bahan penyerap bunyi, dipasang dalam ruang, dengan demikian mengurangi RT-nya. Koefisien penyerapan bunyi bahan lalu dihitung dari pengurangan RT ruang, yang terjadi karena adanya contoh bahan penyerap bunyi.

Ukuran contoh percobaan dapat berkisar dari 60 sampai 100 ft persegi (5,6 sampai 9,3 meter persegi), tergantung pada ukuran ruang dengung. Contoh-contoh dicoba dengan menempatkan mereka di lantai atau pada dinding, atau pada langit-langit ruang. Contoh harus dipasang dengan cara yang sama dengan kondisi medan yang ada atau yang dirancang.





Pengukuran dilakukan pada frekuensi-frekuensi wakil jangkauan frekuensi audio.

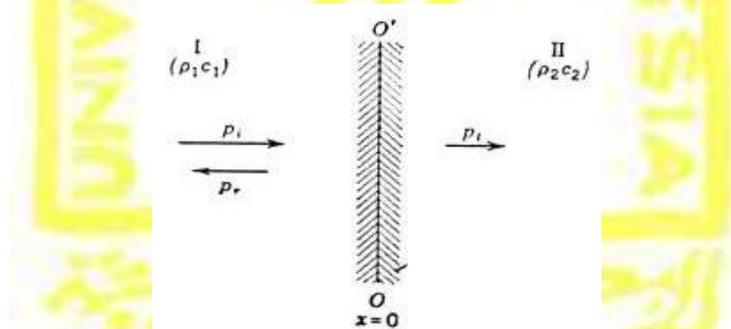
Koefisien penyerapan bunyi bahan yang diukur dalam ruang dengung tidak boleh dianggap sebagai konstanta bahan karena ia tergantung pada ukuran contoh, posisi dan distribusi dalam ruang, cara pemasangannya, dan karakteristik fisik ruang itu sendiri. Karena itu nilai-nilai koefisien penyerapan bunyi yang diukur di laboratorium yang berbeda harus dibandingkan dengan hati-hati.

### 2.2.7 Nilai Serapan Bunyi

Bila suatu gelombang bunyi datang pada suatu permukaan batas yang memisahkan dua daerah dengan laju gelombang berbeda, maka kemungkinan yang terjadi adalah:

1. Dipantulkan semua.
2. Ditransmisikan semua.
3. Sebagian gelombang dipantulkan dan sebagian lagi ditransmisikan.

Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-7.



Gambar 2-7 Kondisi batas gelombang dari tekanan bunyi yang ditransmisikan dan dipantulkan.

Sumber : Kinsler dan Frey (1982).

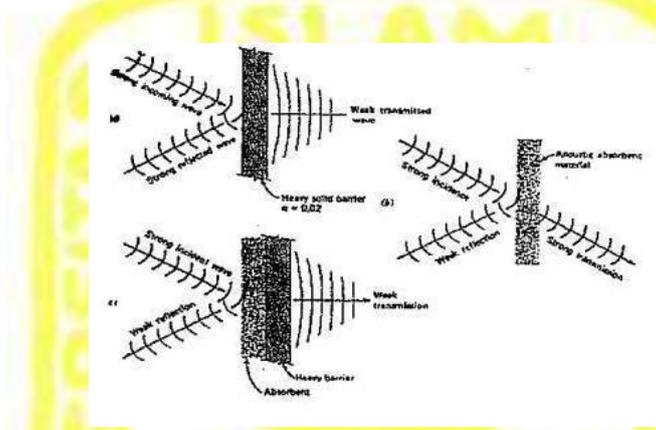
Pada medium I dan II karakteristik impedansi (*impedance characteristic*) masing-masing  $\rho_1c_1$  dan  $\rho_2c_2$ . Gelombang yang mengenai material akustik diasumsikan berupa gelombang datar. Jika  $\rho_1c_1$  lebih kecil dari  $\rho_2c_2$ , kemudian energi dari gelombang datang tidak dapat ditransmisikan melewati dataran antar muka, setiap energi yang tersisa akan menjadi gelombang pantul.





## Transmisi dan Pemantulan Bunyi

Pemantulan bunyi adalah fenomena dimana gelombang bunyi dibalikkan dari suatu permukaan yang memisahkan dua media. Pemantulan bunyi ini juga mengikuti kaidah pemantulan, dimana sudut datangnya bunyi ( $i^0$ ) selalu sama dengan sudut pantulan bunyi ( $r^0$ ). Jumlah energi bunyi yang dipantulkan oleh suatu permukaan bergantung pada permukaan yang dikenainya. Dinding, lantai, dan langit-langit datar dapat menjadi pemantul yang baik; sebaliknya bahan-bahan yang kurang tegar dan berpori seperti kain, tirai, dan taplak perabotan akan banyak menyerap bunyi. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 2-8.



Gambar 2-8 Pemantulan dan Penyerapan Energi Bunyi pada Media Akustik.

Sumber : Suandika (2007).

## Koefisien Penyerapan dan Transmisi

Bila bunyi menumbuk suatu permukaan, maka bunyi tersebut dipantulkan atau diserap. Sebagian energi bunyi yang diserap oleh lapisan penyerap diubah menjadi panas sedangkan sebagian besar energi bunyi tersebut ditransmisikan ke sisi lain lapisan tersebut, kecuali bila transmisi tersebut dihalangi oleh penghalang yang berat dan kedap. Intensitas bunyi datang, bunyi pantul, bunyi yang diserap, dan bunyi yang ditransmisikan, masing-masing adalah:  $I_i$ ,  $I_r$ ,  $I_a$ ,  $I_t$  seperti yang dinyatakan pada koefisien penyerapan dan transmisinya adalah sebagai berikut:

Koefisien penyerapan (Lord dkk., 1980):

$$\alpha = \frac{(I_i - I_r)}{I_i} \quad (2.14)$$





Koefisien transmisi:

$$\tau = \frac{I_t}{I_i} \quad (2.15)$$

Jika seluruh energi bunyi yang datang diserap sempurna maka nilai koefisien penyerapannya adalah satu (1), sebaliknya jika seluruh energi bunyi dipantulkan sempurna maka koefisien penyerapannya adalah nol (0).

### 2.2.8 Komposit Matrik Alami

Komposit merupakan campuran atau kombinasi dari dua atau lebih unsur-unsur pokok yang berbeda satu dengan yang lainnya sehingga menghasilkan suatu bahan baru. Bagian yang lebih banyak mengisi komposit disebut penguat sedangkan bagian yang sedikit mengisi komposit disebut matrik. Matrik adalah bahan yang dipergunakan untuk menyatukan atau mengikat penguat tanpa bereaksi dengan penguat secara kimia dalam satu komposit.

Papan partikel dapat digolongkan ke dalam material komposit, karena menurut Paul de Garmo et all (1997) material komposit adalah bahan padat berbeda jenis yang terdiri dari dua atau lebih material yang berbeda yang membentuk suatu kesatuan. Sifat-sifat dari papan partikel sangat ditentukan oleh material penyusunnya dan juga proses pembuatan dari papan partikel tersebut. Bahan utama papan partikel dapat dibedakan atas dua kelompok, yaitu bahan pengisi (*filler*) dan bahan perekat (*binder*).

Menurut Haygreen dan Bowyer (1989), tipe-tipe utama partikel kayu yang digunakan sebagai bahan pengisi untuk pembuatan papan partikel yaitu:

1. Pasahan, yaitu partikel kayu berdimensi yang tidak menentu yang dihasilkan apabila mengentam lebar atau mengentam sisi ketebalan kayu, bervariasi ketebalannya dan sering tergulung.
2. Serpih, yaitu partikel kecil dengan dimensi yang telah ditentukan sebelumnya yang dihasilkan dari peralatan yang telah dikhususkan. Ketebalannya seragam dan orientasi serat sejajar permukaannya.
3. Biskit, merupakan partikel yang berbentuk serpihan namun lebih besar ukurannya.





4. Tatal, yaitu bentuk kepingan yang dipotong dari suatu balok dengan memakai pisau yang besar atau pemukul, seperti mesin pembuatan tatal kayu *pulp*.
5. Serbuk gergaji, merupakan partikel kayu halus yang dihasilkan dari pemotongan oleh gergaji kayu.
6. Untaian, merupakan pasahan dalam bentuk panjang dan pipih dengan permukaan yang sejajar.
7. Kerat, yaitu potongan-potongan melintang dalam bentuk persegi dengan panjang paling sedikit empat kali ketebalnya.

Perekat berfungsi untuk mengikat bahan pengisi papan partikel. Selain itu perekat juga berfungsi untuk melindungi serta mempengaruhi penampilan papan partikel. Menurut Feldman dan Anton (1995), pada dasarnya jenis perekat dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok, yaitu perekat alami dan perekat sintetik.

Perekat alami adalah yang diperoleh dari alam secara alami tanpa mengalami penggabungan dengan senyawa-senyawa kimia lain. Perekat alami terdiri atas tiga jenis, yaitu:

1. Perekat hewani, merupakan perekat yang berasal dari binatang, seperti *albumin, kasein, dan shellac*.
2. Perekat nabati, merupakan perekat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, seperti tepung ubi dan getah karet.
3. Perekat mineral, merupakan perekat yang berasal dari bahan tambang, seperti *parapin, silikat, fosfat, belerang, gypsum, magnesia* dan lain-lain.

Perekat sintetik merupakan perekat buatan hasil pepaduan dari dua atau lebih senyawa kimia. Perekat sintetik terdiri dari dua jenis yaitu:

1. Perekat *thermoplastik*, merupakan perekat yang mudah lunak atau meleleh apabila diberikan panas karena mempunyai sifat tidak tahan terhadap panas dan mengeras apabila didinginkan, seperti *polivinilasetat, polivinilalkohol, polivinilasetal*, akrilik dan lain-lain.
2. Perekat *thermoset*, merupakan perekat yang mengeras apabila diberikan panas yang cenderung mengeluarkan panas, dan dipercepat dengan penambahan katalis dan sinar ultraviolet, seperti resin *phenolic*, plastik *amino, poliepoksida, poliaromatic* dan lain-lain.





Feldman dan Anton (1995) juga menyatakan, perekat nabati dan hewani sudah lama dikenal sebagai perekat, produk ini memberikan rekatan kuat bila kering, tetapi sambungannya lepas bila lembab. Perekatannya pun hanya bagus untuk bahan tertentu, misalnya kayu dan kertas.

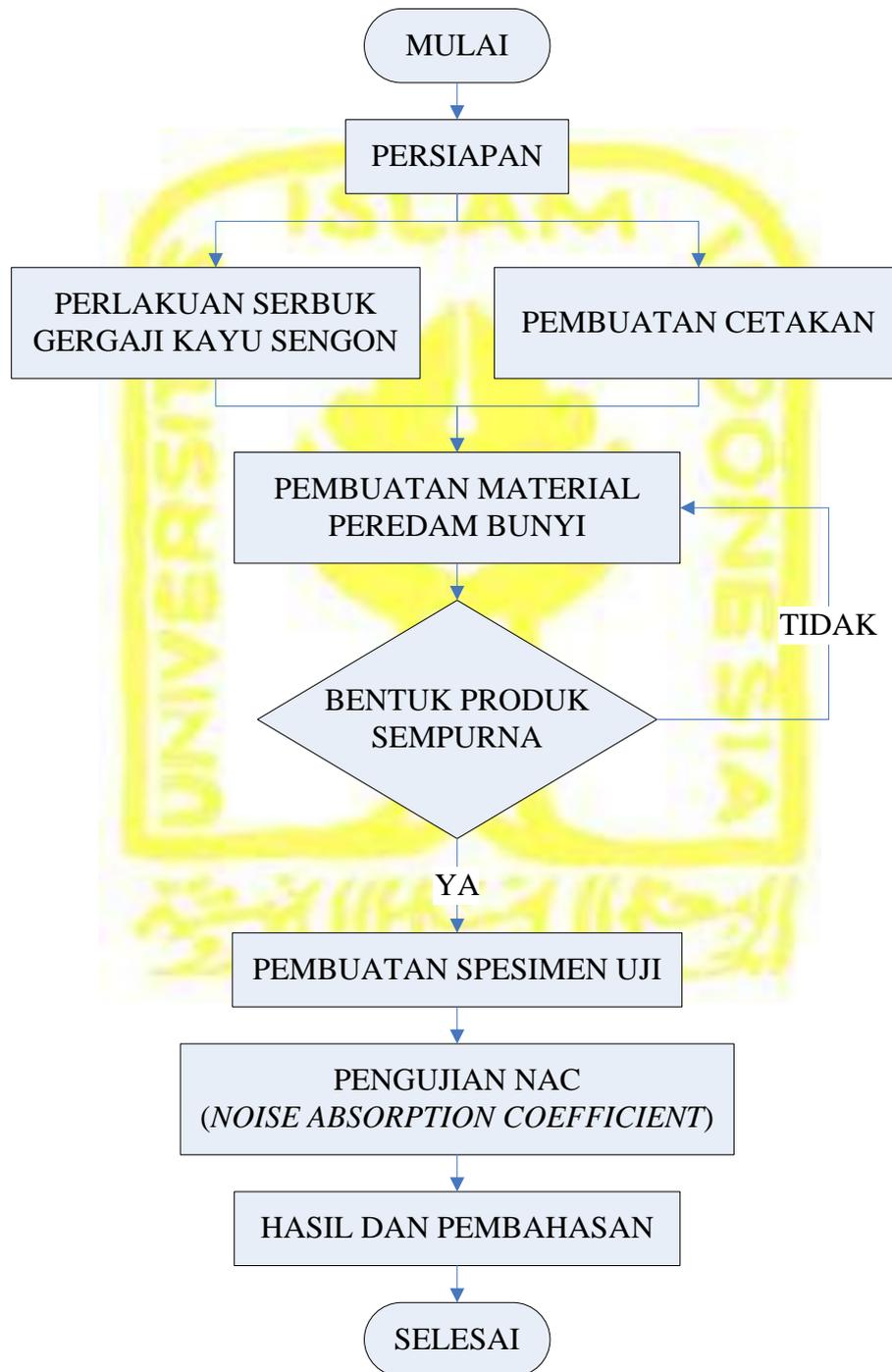




# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 3-1 Diagram Alir Penelitian.





## 3.2 Bahan Penelitian

### 3.2.1 Serbuk Gergaji Kayu Sengon

Serbuk gergaji (*saw dust*) adalah kayu yang tersisa akibat proses penggergajian kayu/limbah penggergajian. Menurut Purwanto dkk. (1994) komposisi limbah dalam kegiatan pemanenan dan industri pengolahan kayu adalah sebagai berikut:

1. Pada pemanenan kayu, limbah umumnya berbentuk kayu bulat 66,16%.
2. Pada industri penggergajian kayu meliputi serbuk gergaji (10,6%), sabetan (25,9%), dan potongan (14,3%) dengan total limbah sebesar (50,8%) dari jumlah bahan baku yang digunakan.
3. Limbah pada industri kayu lapis meliputi potongan (5,6%), serbuk gergaji (0,7%), sampah finir basah (24,8%), sampah finir kering (12,6%), sisa kupasan (11%), potongan tepi kayu lapis (6,3%). Total limbah kayu lapis ini sebesar (61%) dari jumlah bahan baku yang digunakan.

Sengon (*Paraserianthes Falcataria* L. Nielsen) termasuk ke dalam famili *Fabaceae*, merupakan jenis kayu ringan yang dikenal dengan nama kayu sengon atau jeunjing. Pada pohon muda, kayu bagian teras dan gubal sukar dibedakan. Pada pohon tua, warna teras putih sampai kecoklatan atau kuning muda sampai coklat kemerahan. Memiliki tekstur agak kasar, arah serat terpadu dan kadang-kadang lurus dan sedikit bercorak (Pandit dan Mandang, 1997).

Kayu sengon termasuk kelas awet IV/V dan kelas IV-V dengan berat jenis 0,33 (0,24 – 0,49) hal ini ditunjukkan pada tabel 3-1. Kayunya lunak dan mempunyai nilai penyusutan dalam arah radial dan tangensial berturut-turut 2,5 persen dan 5,2 persen (basah sampai kering tanur). Kayunya mudah digergaji, tetapi tidak semudah kayu meranti merah dan dapat dikeringkan dengan cepat tanpa cacat yang berarti. Cacat pengeringan yang lazim adalah kayunya melengkung atau memilin (Martawijaya dan Kartasujana, 1977).

Kayu sengon merupakan kayu serba guna untuk konstruksi ringan, kerajinan tangan, kotak cerutu, *veneer*, kayu lapis, korek api, alat musik, *pulp*. Daunnya sebagai pakan ayam atau kambing. Di Ambon kulit batang digunakan untuk penyamak jaring, kadang-kadang sebagai pengganti sabun. Ditanam sebagai pohon pelindung, tanaman hias, reboisasi dan penghijauan (Dephut, 2002).





Tabel 3-1 Sifat Fisis dan Kimia Kayu Sengon.

Sifat	Tingkat
Berat Jenis	0,33
Kelas Kuat	IV - V
Kelas Awet	IV - V
Kekerasan	agak lunak
Kadar Selulosa (%)	49,4
Kadar Lignin (%)	26,8
Kadar Abu (%)	0,6
Kelarutan ekstraktif dalam air panas	4,3

Sumber : Puspita dkk. (2008).

### 3.2.2 Tepung Tapioka

Perekat tapioka atau sering disebut lem kanji umum digunakan sebagai bahan perekat pada pembuatan papan partikel dari serbuk gergaji kayu. Perekat ini sering digunakan karena mudah diperoleh dan memiliki harga yang tidak terlalu mahal. Cara pembuatan lem kanji yaitu dengan mencampurkan tepung tapioka dengan air menggunakan perbandingan air dengan tepung  $\pm$  sebesar 1 : 5. Kemudian campuran tersebut dimasak dan diaduk terus sampai merata sehingga menjadi lem yang ditandai dengan berubahnya warna campuran menjadi bening.

Menurut Tano (1997) tepung bila diproses secara *hidrolisa*, dinding sel tepung berangsur-angsur akan membentuk *genalin* karena *molase* dari tepung mengubah sifat dirinya menjadi *kolodial* dan kemudian terbentuk *pasta*, sifat ini disebut *gelatinasi*. Terbentuknya *gelatinasi* untuk tepung kanji memerlukan panas sekitar (60 – 64) $^{\circ}$ C. Adapun komposisi kimia tepung tapioka dapat ditunjukkan pada tabel 3-2.

Tabel 3-2 Komposisi Kimia Tepung Tapioka.

Komposisi	Jumlah (%)
Air	8-9
Proton	0,3 - 1,0
Lemak	0,1- 0,4
Abu	0,1- 0,8
Serat Kasar	81- 89

Sumber : Wijayanti, D.H. (2009).





### 3.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada proses pembuatan material peredam bunyi, antara lain:

1. Mesin Kempa Panas (*Hot Press*)

Alat kempa panas (*Hot Press*) ini berfungsi memberi tekanan pada material peredam bunyi untuk mengatur ketebalan sehingga menghasilkan papan partikel yang padat. Alat kempa panas (*Hot Press*) ini dapat ditunjukkan pada gambar 3-2.



Gambar 3-2 Mesin Kempa Panas (*Hot Press*).

2. Cetakan

Alat ini digunakan untuk meletakkan material yang akan di kempa panas. Desain cetakan dibuat bongkar pasang agar pada proses pengambilan produk material peredam bunyi dapat dilakukan dengan mudah. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 3-3.





Gambar 3-3 Cetakan.

### 3. Neraca Digital

Alat ini digunakan untuk menimbang bahan-bahan material peredam bunyi. Alat ini dapat ditunjukkan pada gambar 3-4.



Gambar 3-4 Neraca Digital.

### 4. Kompor

Alat ini digunakan pada pembuatan lem, yaitu mencampurkan tepung tapioka dengan air. Alat ini dapat ditunjukkan pada gambar 3-5.



Gambar 3-5 Kompor.





5. Gergaji

Alat ini digunakan pada pembentukan/pembuatan spesimen uji. Alat ini dapat ditunjukkan pada gambar 3-6.



Gambar 3-6 Gergaji.

6. Gerinda

Alat yang digunakan pada proses *finishing* setelah proses pembentukan spesimen uji. Alat ini dapat ditunjukkan pada gambar 3-7.



Gambar 3-7 Gerinda.

7. Alat-alat lain.

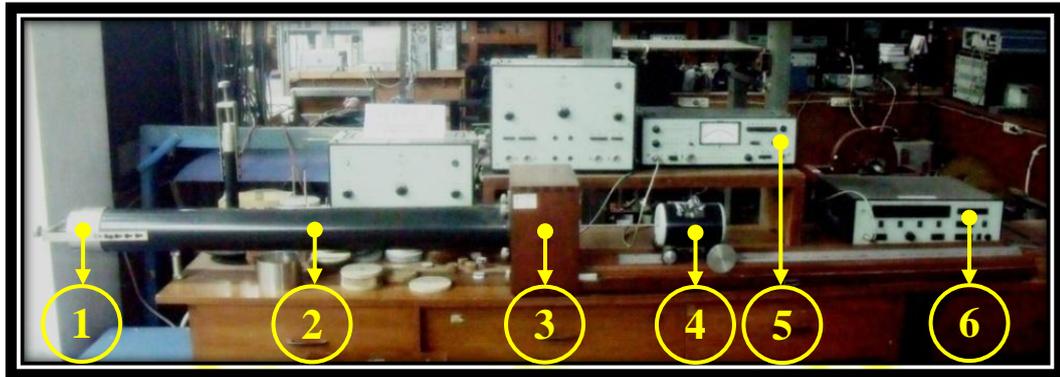
Peralatan lain yang digunakan pada proses pembuatan material peredam bunyi antara lain; baskom plastik, panci, sarung tangan, kapi/*scrap*, kunci pas, plastik mika, gunting, sabun cuci (krim), sendok besar, dan busur.





### 3.4 Peralatan Pengujian

Peralatan yang digunakan untuk mengukur koefisien serapan bahan adalah tabung impedansi (*Impedance Tube*) dengan standarisasi ASTM C384-04. Peralatan uji tabung impedansi dapat ditunjukkan pada gambar 3-8.



Gambar 3-8 Peralatan Uji Tabung Impedansi (*Tube Impedance*).

Keterangan gambar :

1. *Speciment Holder*  
Alat yang berfungsi untuk meletakkan spesimen uji.
2. *Impedance Tube*  
Alat yang berfungsi untuk mengisolasi suara yang dihasilkan *Microphone Carriage* dan sebagai jalur untuk *Microphone Carriage*.
3. *Microphone*  
Alat yang berfungsi untuk mengubah gelombang sinusoida menjadi bunyi.
4. *Microphone Carriage*  
Alat yang berfungsi sebagai alat untuk merespon frekuensi suara yang dihasilkan dari *Sine Generator*.
5. *Measuring Amplifier*  
Alat yang berfungsi menampilkan tekanan maksimum dan tekanan minimum pada pengujian yang dilakukan.
6. *Sine Generator*  
Alat yang berfungsi menghasilkan gelombang sinusoida dengan frekuensi yang dapat diukur.

Spesimen uji diletakkan pada *Speciment Holder*. Mengatur frekuensi masukan sesuai dengan frekuensi yang akan diteliti, dengan cara memutar tombol





*decrease/increase* pada *Sine Generator*. Tekanan maksimum dan tekanan minimum di dalam *Standing Wave Tube* dapat diketahui dengan cara menggeserkan letak *Microphone Carriage*, besarnya tekanan maksimum dan tekanan minimum dapat dibaca pada tampilan *Measuring Amplifier*. Jarak tekanan maksimum dan tekanan minimum dapat dibaca pada lintasan *Microphone Carriage*.

### 3.5 Pembuatan Material Peredam Bunyi

Proses pembuatan material peredam bunyi dan papan partikel menggunakan metode yang sama, yaitu menggunakan bantuan mesin kempa panas (*hot press*). Perbedaan material peredam bunyi dan papan partikel terletak pada konsentrasi atau fungsinya. Material peredam bunyi lebih mengutamakan sisi akustiknya, sedangkan papan partikel lebih mengutamakan kekuatan material/kekakuan.

Menurut Haygreen dan bowyer (1989), langkah-langkah dasar dalam pembuatan papan partikel meliputi tahapan-tahapan seperti berikut:

1. Persiapan partikel kayu

Persiapan partikel kayu sebagai bahan baku papan partikel dapat dilakukan dengan mengumpulkan partikel dan melakukan klasifikasi sesuai dengan kebutuhan, partikel yang dikumpulkan merupakan partikel yang utuh (belum terjadi pelapukan dan pembusukan), sehingga tidak mengurangi kekuatan dari partikel itu sendiri. Kemudian dikeringkan sampai kadar airnya lebih rendah atau sama dengan 3% untuk mempermudah perekatan dan stabilisasi papan yang dihasilkan.

2. Pencampuran, tahap ini merupakan tahap pencampuran antara perekat dan bahan pengisi.

3. Pembentukan, menurut Haygreen (1989) proses pembentukan merupakan langkah yang paling kritis dalam pembuatan papan partikel karena meliputi penempaan atau pemadatan partikel kayu untuk dibentuk menjadi lembaran. Proses ini membutuhkan kecepatan kerja karena setelah pengadukan perekat akan segera mengeras. Bila ini terjadi terutama dalam proses pengadukan basah, maka akan sukar dilakukan pembentukan.





4. Penempaan, pembuatan papan partikel merupakan proses bertahap dari proses pembentukan hingga penempaan. Proses penempaan ini dilakukan untuk mendapatkan lembaran papan yang padat dan kuat. Penempaan dilakukan dengan mesin kempa panas (*hot press*) dengan pemberian tekanan tertentu yang disesuaikan dengan ketebalan yang diinginkan.
5. Penyempurnaan, tahap akhir dari pembuatan papan partikel biasanya dilakukan pengampelasan. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan permukaan lembaran partikel yang lebih halus. Selain pengampelasan juga penting untuk mengukur ketebalan dari papan partikel tersebut.

### 3.6 Pengujian Koefisien Serapan Bunyi

Ketika gelombang bunyi mengenai suatu material maka sebagian dari energi gelombang bunyi akan diserap dan sebagian lagi akan dipantulkan kembali. Besarnya tekanan bunyi gelombang datang dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_i = A \cos 2\pi f t \quad (3.1)$$

Sedangkan tekanan bunyi gelombang yang dipantulkan dapat dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$P_r = B \cos 2\pi f \left( t - \frac{2y}{c} \right) \quad (3.2)$$

$P_i$  menunjukkan tekanan bunyi gelombang datang dalam Pa,  $P_r$  adalah tekanan bunyi gelombang pantul dalam Pa,  $f$  adalah frekuensi sumber bunyi dalam Hz,  $y$  adalah jarak yang diamati terhadap permukaan material dalam meter,  $c$  adalah kecepatan suara dalam m/s, dan  $t$  waktu dalam s.

Tekanan bunyi total ( $P_y$ ) pada suatu titik dan waktu tertentu adalah:

$$P_y = P_i + P_r = A \cos 2\pi f t + B \cos 2\pi f \left( t - \frac{2y}{c} \right) \quad (3.3)$$

Dari persamaan (3.3) dapat diketahui bahwa tekanan maksimum sebesar  $(A + B) \cos 2\pi f t$  terjadi ketika  $y = \frac{1}{2} \lambda$ , sedangkan tekanan minimum sebesar  $(A - B) \cos 2\pi f t$  terjadi ketika  $y = \frac{1}{4} \lambda$ . Dimana  $\lambda$  adalah panjang gelombang bunyi dalam meter.





Dengan menggunakan tabung impedansi maka pengukuran rasio antara tekanan maksimum dan tekanan minimum *Standing Wave Ratio* (SWR) akan mudah dilakukan.

$$SWR = \frac{P_{max}}{P_{min}} = \frac{A+B}{A-B} \quad (3.4)$$

Perbandingan antara tekanan gelombang yang dipantulkan terhadap gelombang datang pada suatu batas/medium dikenal sebagai *Reflection Factor* (R) dituliskan sebagai:

$$R = \frac{B}{A} = \frac{SWR-1}{SWR+1} \quad (3.5)$$

Koefisien serapan bunyi ( $\alpha$ ) suatu material didefinisikan sebagai perbandingan antara energi yang diserap material dengan total energi yang mengenai material. Karena energi mempunyai nilai proporsional dengan kuadrat dari tekanan bunyi, maka:

$$\alpha = 1 - (R)^2 = 1 - \left(\frac{SWR-1}{SWR+1}\right)^2 \quad (3.6)$$

### 3.7 Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisis hasil penelitian untuk memberikan gambaran hasil eksperimen secara menyeluruh. Adapun analisa hasil penelitian ini meliputi:

1. Nilai serapan bunyi (*Noise Absorption Coefficient*) pada penelitian ini didapatkan dengan menggunakan tabung impedansi, kemudian nilai serapan bunyi hasil pengujian ( $\alpha$ ) dibandingkan terhadap frekuensi bunyi masukan pada pengujian. Adapun standarisasi pengujian nilai serapan bahan menurut ASTM dapat dilihat pada lampiran.
2. Nilai serapan bunyi pada penelitian dibandingkan dengan penelitian serupa yang telah dilakukan sebelumnya.
3. Nilai serapan bunyi hasil penelitian dibandingkan terhadap standarisasi menurut ISO untuk mengklasifikasikan kelas material peredam bunyi. Adapun standarisasi nilai minimum serapan bunyi menurut ISO dapat dilihat pada lampiran.





4. Material peredam bunyi hasil penelitian dibandingkan terhadap material peredam bunyi yang telah dipasarkan baik dalam performa maupun harganya.

### 3.8 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini merupakan tahap akhir penelitian yang membahas kesimpulan dari hasil yang diperoleh serta usulan atau rekomendasi untuk implementasi lebih lanjut dan bagi penelitian selanjutnya.





## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pembuatan Produk

##### 4.1.1 Pembuatan Cetakan

Pembuatan cetakan disesuaikan dengan mesin kempa panas (*hot press*) Laboratorium Pertekstilan Jurusan Kimia Konsentrasi Teknik Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Mesin kempa panas (*hot press*) tersebut mempunyai ukuran maksimal (300 mm x 300 mm x 200 mm) dengan tekanan dan suhu maksimal ( $\pm 448$  Bar dan  $\pm 250$  °C). Maka pemilihan dilakukan secara selektif terhadap bahan cetakan yaitu harus mampu menahan tekanan maksimum dan suhu maksimum mesin kempa panas (*hot press*) tersebut. Desain cetakan dibuat bongkar pasang agar pada proses pengambilan produk material peredam bunyi dapat dilakukan dengan mudah. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 4-1.



Gambar 4-1 Cetakan.

##### 4.1.2 Perlakuan Serbuk Gergaji Kayu Sengon

Serbuk gergaji kayu sengon dari hasil limbah pengergajian kayu memiliki kandungan air yang cukup tinggi. Sehingga untuk mengurangi kandungan air pada serbuk gergaji kayu sengon perlu dikeringkan dengan bantuan sinar matahari.





### 4.1.3 Pembuatan Material Peredam Bunyi

Bahan yang digunakan untuk pembuatan peredam bunyi adalah serbuk gergaji kayu sengon, tepung kanji dan air. Adapun langkah-langkah dalam pembuatan peredam bunyi adalah sebagai berikut:

1. Pengaturan temperatur pada mesin kempa panas (*hot press*).

Temperatur diatur awal langkah supaya pada saat memasukkan cetakan yang berisi adonan ke dalam mesin kempa panas (*hot press*), suhu pada mesin tersebut telah mencapai suhu yang diatur/diinginkan. Mesin kempa panas (*hot press*) dan pengatur suhu dapat ditunjukkan pada gambar 4-2.



(a)

(b)

Gambar 4-2 (a) Mesin Kempa Panas (*Hot Press*).

(b) Komponen Pengatur Suhu.

2. Penimbangan bahan (serbuk gergaji kayu sengon, tepung kanji, dan air).

Bahan utama yang terdiri dari serbuk gergaji kayu sengon, tepung kanji, dan air ditimbang dengan menggunakan neraca digital. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 4-3.



(a)

(b)

Gambar 4-3 (a) Penimbangan Serbuk Gergaji Kayu Sengon.

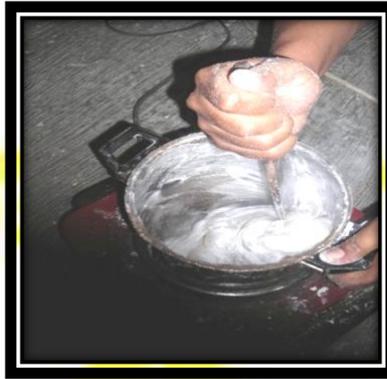
(b) Penimbangan Tepung Tapioka dan Air.





3. Pembuatan lem (tepung kanji dan air).

Pembuatan lem dilakukan dengan cara mencampurkan tepung kanji dan air dengan perbandingan 1 : 2, kemudian dipanaskan dengan menggunakan kompor dengan api sedang sampai campuran tepung kanji dan air berubah menjadi kental/transparan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4-4.



Gambar 4-4 Proses Pembuatan Lem.

4. Pembuatan adonan (tepung kanji dan lem).

Pembuatan adonan yaitu dengan cara mencampurkan serbuk gergaji kayu sengon dengan lem sehingga tercampur dengan rata. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4-5.



Gambar 4-5 Proses Pembuatan Adonan.

5. Perlakuan pada cetakan.

Pada sisi dalam dan dasar cetakan diolesi dengan sabun cuci (krim) kemudian dilapisi dengan plastik mika, ini dilakukan supaya produk tidak menempel pada cetakan. Hal ini ditunjukkan pada gambar 4-6.





Gambar 4-6 Perlakuan pada Cetakan.

6. Memasukkan adonan pada cetakan.

Adonan yang terdiri dari serbuk gergaji kayu sengon dan lem dimasukkan ke dalam cetakan dan diratakan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4-7.



Gambar 4-7 Meratakan Adonan

7. Memasukkan cetakan ke mesin kempa panas (*hot press*).

Cetakan yang telah berisi adonan dimasukkan ke dalam mesin kempa panas (*hot press*). Dan diatur tekanan dan waktu yang diinginkan pada mesin kempa panas (*hot press*) tersebut. Hal ini dapat dilihat pada gambar 4-8.



Gambar 4-8 Memasukkan Cetakan ke Mesin Kempa Panas (*Hot Press*).





8. Pengambilan cetakan dari mesin kempa panas (*hot press*).  
Pengambilan cetakan dapat dilakukan dari mesin kempa panas (*hot press*) setelah *alarm* berbunyi sesuai dengan waktu yang telah diatur.
9. Pengambilan material peredam bunyi dari cetakan.  
Pembongkaran cetakan dengan menggunakan kunci pas dan *scrap*. Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 4-9.



Gambar 4-9 Pengambilan Material Peredam Bunyi dari Cetakan.

#### 4.1.4 Pembuatan Spesimen Uji

Pembuatan spesimen uji disesuaikan dengan alat pengujian di Laboratorium Getaran dan Akustik Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada, yaitu berbentuk silindris dengan diameter 100 mm. Pada penelitian ini ada 3 (tiga) macam material peredam bunyi yang diujikan, masing-masing material peredam bunyi I, II, dan III dipotong bulat dengan diameter 100 mm menggunakan mesin gergaji seperti terlihat pada gambar 4-10.



(a)



(b)

Gambar 4-10 (a) Pembuatan Spesimen Uji.

(b) *Finishing* Spesimen Uji.



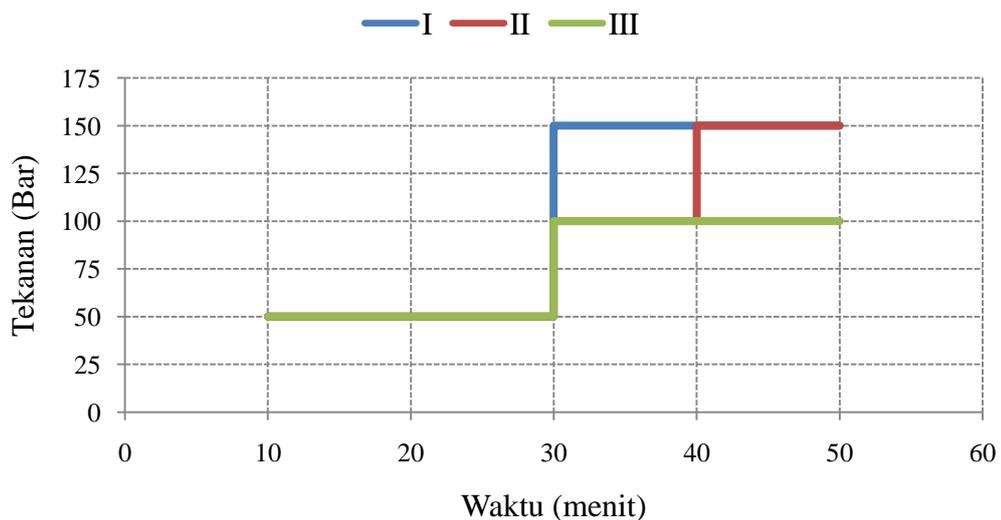


## 4.2 Hasil Perancangan

Pada penelitian ini diperoleh komposisi material peredam bunyi yang optimum sebagai berikut: sebuk gergaji kayu sengon : tepung tapioka : air, masing-masing adalah 2 : 1 : 2. Dan kondisi optimum perebusan pada suhu 180°C selama (30 + 10 + 10) menit dan kempa panas dengan suhu 180°C. Sehingga kondisi optimum tersebut yang digunakan pada pembuatan material peredam bunyi. Perbedaan tekanan pada proses pembuatan dapat mempengaruhi ketebalan material peredam bunyi. Maka dari itu, pada penelitian ini digunakan tekanan 50 bar sampai 150 bar untuk membedakan ketebalan masing-masing material peredam bunyi hal ini dapat ditunjukkan pada tabel 4-1 dan gambar 4-11.

Tabel 4-1 Perbandingan Tekanan Pada Material Peredam Bunyi.

Material Peredam Bunyi	Komposisi (kg)			Suhu (°C)	Waktu (menit)			Tekanan (Bar)		
	Gergaji	Tapioka	Air		t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
I	2	1	2	180	30	10	10	50	150	150
II	2	1	2	180	30	10	10	50	100	150
III	2	1	2	180	30	10	10	50	100	100



Gambar 4-11 Hubungan Antara Tekanan Terhadap Waktu.





Pembuatan spesimen uji disesuaikan dengan alat pengujian di Laboratorium Getaran dan Akustik Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada, yaitu berbentuk silindris dengan diameter 100 mm. Pada penelitian ini ada tiga macam material peredam bunyi yang diujikan dengan membedakan tekanan pada proses pembuatan material peredam bunyi. Data spesimen uji dapat ditunjukkan pada tabel 4-2.

Tabel 4-2 Data Spesimen Uji.

Spesimen Uji	Komposisi (kg)			Berat (kg)	Tebal (mm)	Diameter (mm)	Kerapatan (kg/m <sup>3</sup> )
	Gergaji	Tapioka	Air				
I	2	1	2	0,030	6,10	98,3	648,3578
II	2	1	2	0,030	6,55	98,3	603,8141
III	2	1	2	0,030	7,05	98,1	563,2802

### 4.3 Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Getaran dan Akustik Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada. Peralatan pengujian yang digunakan adalah *Standing Wave Apparatus Type 4002*. Adapun hasil pengujian dari masing-masing spesimen uji I, II, dan III dapat ditunjukkan pada tabel 4-3.

Tabel 4-3 Hasil Pengujian Tabung Impedansi.

$f$ (Hz)	Spesimen I			Spesimen II			Spesimen III		
	P max ( $\mu$ V)	P min ( $\mu$ V)	$\lambda$ (m)	P max ( $\mu$ V)	P min ( $\mu$ V)	$\lambda$ (m)	P max ( $\mu$ V)	P min ( $\mu$ V)	$\lambda$ (m)
125	140	105	1,220	140	110	2,016	120	102	0,544
250	150	105	1,536	145	110	1,492	110	90	1,336
500	135	110	1,164	130	110	1,076	120	104	1,084
1000	135	105	0,764	130	112	1,128	125	115	0,860

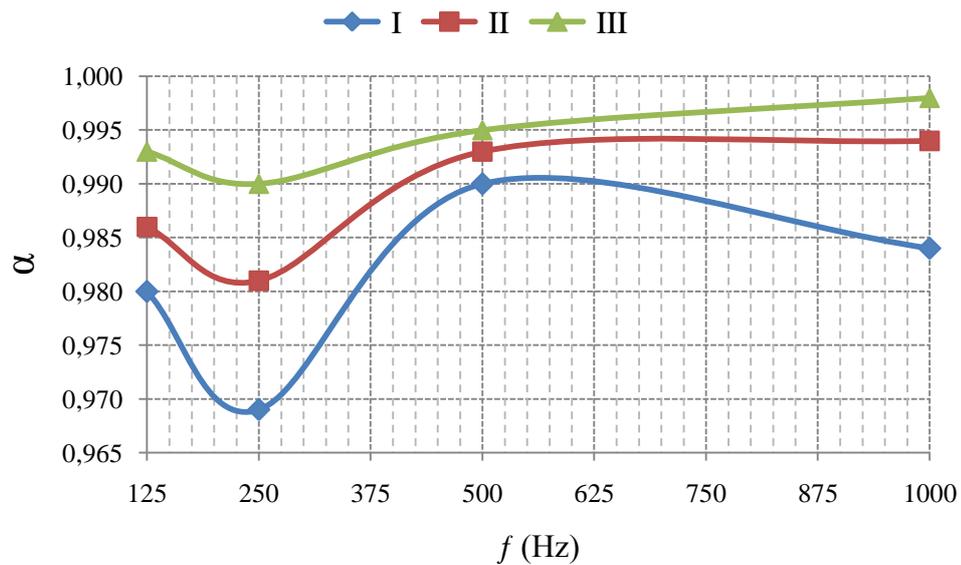
Nilai serapan bunyi (*Noise Absorption Coefficient*) dari serbuk gergaji kayu sengon dengan matrik alami dapat diketahui dengan membandingkan tekanan maksimum dengan tekanan minimum pada tabung impedansi (*Standing Wave Ratio*) dengan menggunakan persamaan (3.4), selanjutnya nilai *Standing Wave Ratio* disubstitusikan pada persamaan (3.5) dan (3.6). Nilai serapan bunyi pada penelitian ini dapat ditunjukkan dalam gambar 4-12 dan tabel 4-4.





Tabel 4-4 Nilai Serapan Bunyi Bahan.

Spesimen Uji	Noise Absorption Coefficient/NAC ( $\alpha$ )			
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz
I	0,980	0,969	0,990	0,984
II	0,986	0,981	0,993	0,994
III	0,993	0,990	0,995	0,998



Gambar 4-12 Hubungan Antara Nilai Serapan Bunyi ( $\alpha$ ) Terhadap Frekuensi.

## 4.4 Analisis dan Pembahasan

### 4.4.1 Nilai Serapan Bunyi (Noise Absorption Coefficient/NAC)

Pengujian nilai serapan bunyi dilakukan pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz. Variasi spesimen uji yang digunakan adalah dengan membedakan tekanan pada saat proses pembuatannya. Perbedaan tekanan pada proses pembuatannya yaitu masing-masing spesimen uji I dengan tekanan (50, 150, 150) bar, spesimen uji II tekanan yang digunakan adalah (50, 100, 150) bar, spesimen uji III dengan menggunakan tekanan (50, 100, 100) bar, sedangkan lamanya waktu yang digunakan dalam penekanan adalah (30, 10, 10) menit. Dengan perbedaan penekanan pada proses pembuatan material peredam bunyi maka ketebalan spesimen uji I, II, III masing-masing adalah 6,10 mm; 6,55 mm;





7,05. Adapun kerapatan masing-masing spesimen uji I, II, III adalah 648,3578 kg/m<sup>3</sup>, 603,8141 kg/m<sup>3</sup>, 563,2802 kg/m<sup>3</sup>.

Hasil pengujian nilai serapan bunyi material peredam bunyi dapat ditunjukkan pada tabel 4-4 dan gambar 4-12. Pada gambar 4-12 grafik hubungan antara nilai serapan bunyi ( $\alpha$ ) terhadap frekuensi menunjukkan bahwa nilai serapan bunyi tertinggi ditunjukkan pada spesimen uji III diikuti spesimen uji II dan spesimen I. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa semakin tebal spesimen uji maka nilai serapan bunyinya semakin meningkat (dengan perbandingan komposisi bahan yang seragam/sama).

Hasil pengujian nilai serapan bunyi ( $\alpha$ ) menunjukkan bahwa perbedaan penekanan pada proses pembuatan mempengaruhi nilai serapan bunyi. Spesimen uji I menggunakan tekanan yang paling tinggi dan hasil pengujian nilai serapan bunyinya ( $\alpha$ ) paling rendah. Sedangkan spesimen uji III menggunakan tekanan paling rendah dan hasil pengujian nilai serapan bunyinya ( $\alpha$ ) paling tinggi. Maka dapat dikatakan bahwa spesimen I mempunyai kerapatan yang paling tinggi (porositasnya paling rendah) dan spesimen III mempunyai kerapatan paling rendah (porositasnya paling tinggi). Hal inilah yang diduga menyebabkan spesimen I mempunyai nilai serapan bunyi paling rendah dan spesimen uji III mempunyai nilai serapan bunyi paling tinggi.

#### **4.4.2 Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya**

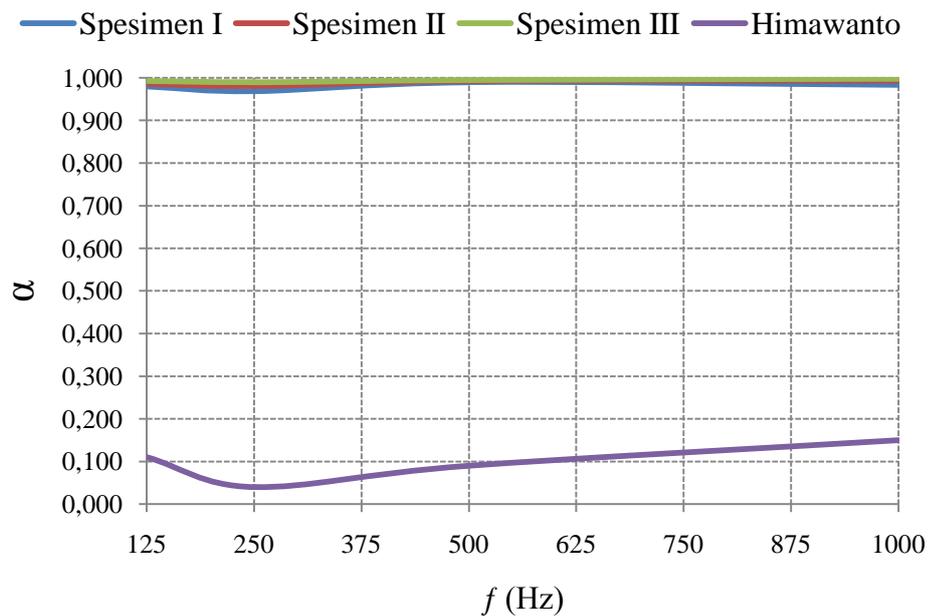
Pada penelitian yang dilakukan oleh Himawanto (2007) dengan menggunakan bahan dasar sampah organik dan anorganik didapatkan nilai serapan bunyi yang optimum adalah dengan komposisi sampah organik 70% dan anorganik 30% dengan ukuran spesimen uji berat, tebal, dan diameter, spesimen uji adalah masing-masing 101,79 gr; 1,51 cm, dan 9,94 cm. Adapun perbandingan spesimen uji I, II, dan III dengan spesimen uji Himawanto dapat ditunjukkan pada tabel 4-5 dan gambar 4-13. Pada gambar 4-13 nilai serapan bunyi material sampah organik jauh dibawah dibandingkan dengan spesimen uji berbahan dasar serbuk gergaji sengon dengan matrik alami pada frekuensi rendah maupun pada frekuensi tinggi.





Tabel 4-5 Perbandingan Dengan Spesimen Uji Organik.

Spesimen Uji	Noise Absorption Coefficient/NAC ( $\alpha$ )				Kerapatan ( $\text{kg/m}^3$ )
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	
I	0,980	0,969	0,990	0,984	648,3578
II	0,986	0,981	0,993	0,994	603,8141
III	0,993	0,990	0,995	0,998	563,2802
Himawanto	0,110	0,040	0,090	0,150	869.1320



Gambar 4-13 Perbandingan Nilai NAC Dengan Spesimen Uji sampah Organik.

#### 4.4.3 Standarisasi Material Peredam Bunyi

Hasil pengujian spesimen uji ditunjukkan dalam bentuk grafik hubungan antara nilai serapan bunyi ( $\alpha$ ) terhadap frekuensi seperti pada gambar 4-12. Nilai minimum bahan untuk dikategorikan sebagai peredam suara menurut ISO 11654 adalah 0,15. Nilai serapan bunyi dari spesimen uji yang dibuat ditunjukkan pada tabel 4-5 menunjukkan harga yang memenuhi syarat menurut ISO 11654 untuk mengklasifikasikan spesimen uji tersebut sebagai material peredam bunyi.

Hasil pengujian nilai serapan bunyi ( $\alpha$ ) menunjukkan bahwa spesimen uji I mempunyai  $\alpha$  sebesar 0,969; spesimen uji II sebesar 0,981; spesimen III sebesar 0,990. Dengan demikian spesimen uji III mempunyai nilai serapan bunyi ( $\alpha$ ) paling besar. Berdasarkan ISO 11654, ketiga spesimen uji I, II, dan III dapat

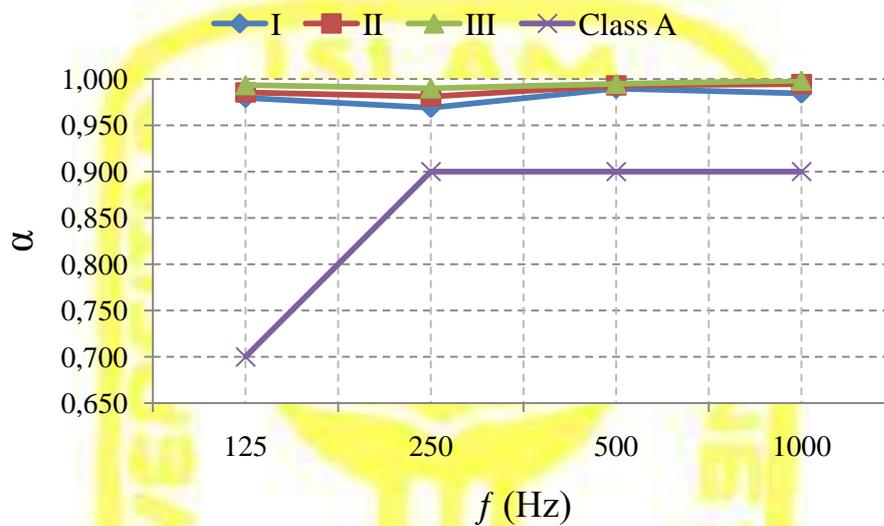




diklasifikasikan dalam peredam suara kelas A. Hal ini dapat ditunjukkan pada tabel 4-6 dan gambar 4-14.

Tabel 4-6 Klasifikasi Kelas Material Peredam Bunyi Menurut ISO.

Spesimen Uji	Noise Absorption Coefficient/NAC ( $\alpha$ )			
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz
I	0,980	0,969	0,990	0,984
II	0,986	0,981	0,993	0,994
III	0,993	0,990	0,995	0,998
Class A	-	0,700	0,900	0,900



Gambar 4-14 Klasifikasi Kelas Material Peredam Bunyi Menurut ISO

Pengukuran koefisien penyerapan yang direkomendasikan ISO 11654 adalah metode ruang gaung dengan standarisasi ISO 354. Sedangkan pengukuran koefisien penyerapan bunyi pada spesimen uji dilakukan dengan metode tabung impedansi. Padahal menurut porges (1977) pengukuran koefisien penyerapan dengan metode ruang gaung akan memberikan nilai penyerapan yang lebih besar daripada metode tabung impedansi. Sehingga penyerapan dari spesimen uji yang ada seharusnya lebih besar dari nilai yang terukur. Disisi lain ketebalan spesimen uji yang dibuat hanya setebal 6 s/d 7 mm. Padahal klasifikasi kelas peredam bunyi berdasarkan ISO 11654 tidak memperhatikan ketebalan. Hal ini dicontohkan dengan pengklasifikasikan yang dilakukan Rockfon Company ([www.rockfon.com](http://www.rockfon.com), 2011) yang mengklasifikasikan produk peredamnya yang berupa *Rockwool* dengan ketebalan yang berbeda-beda. Padahal spesimen uji





yang dibuat akan mempunyai penyerapan frekuensi yang lebih tinggi jika ketebalannya ditambah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Doelle (1972) yang mengatakan bahwa efisiensi akustik bahan peredam berpori membaik pada jangkuan frekuensi rendah dengan bertambahnya ketebalan. Dengan bertambahnya koefisien serapan pada frekuensi rendah spesimen uji maka  $\alpha$  spesimen uji akan bertambah. Apalagi spesimen uji yang dibuat dengan tebal 6 s/d 7 mm penyerapannya bernilai rendah pada frekuensi rendah ditunjukkan pada tabel 4-5.

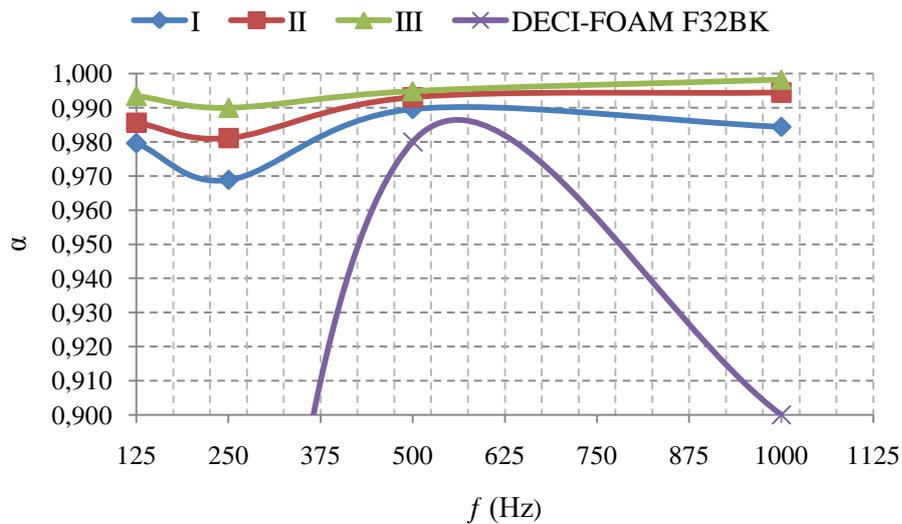
#### 4.4.4 Perbandingan Dengan Produk Pasar

Jika dibandingkan dengan produk peredam bunyi yang telah dipasarkan, koefisien penyerapan dari spesimen uji juga tidak berbeda jauh. Sebagai contoh adalah produk dari INC Corporation ([www.inccorp.com.au](http://www.inccorp.com.au)) dengan kode produk DECI-FOAM F32BK yang tebalnya 32 mm. Jika DECI-FOAM F32BK dibandingkan dengan spesimen uji I, II, III dalam bentuk grafik maka perbandingannya ditunjukkan pada tabel 4-7 dan gambar 4-15.

Tabel 4-7 Perbandingan  $\alpha$  Spesimen Uji Dengan DECI-FOAM F32BK.

Spesimen Uji	<i>Noise Absorption Coefficient/NAC (<math>\alpha</math>)</i>			
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz
I	0,980	0,969	0,990	0,984
II	0,986	0,981	0,993	0,994
III	0,993	0,990	0,995	0,998
DECI-FOAM F32BK	0,240	0,720	0,980	0,900





Gambar 4-15 Perbandingan  $\alpha$  Spesimen Uji Dengan DECI-FOAM F32BK.

Pada gambar 4-15 nilai serapan bunyi material DECI-FOAM F32BK masih dibawah dibandingkan dengan spesimen uji berbahan dasar serbuk gergaji sengon dengan matrik alami pada frekuensi rendah maupun pada frekuensi tinggi.

#### 4.4.5 Biaya Pembuatan Material Peredam Bunyi

Peralatan yang digunakan pada pembuatan material peredam bunyi yang telah ada di Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia antara lain; neraca digital, kompor elektik, panci, kunci pas (14), sarung tangan tahan panas, gergaji elektrik, gerinda tangan dan duduk. Adapun bahan dan peralatan yang digunakan pada penelitian dapat ditunjukkan pada tabel 4-8 biaya penelitian.

Tabel 4-8 Biaya Penelitian.

No.	Penggunaan	Jumlah	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1.	Pembelian Bahan			
	a. Serbuk gergaji kayu sengon	10 kg		5.000
	b. Tepung tapioka	8 kg	12.000	96.000
	c. Air	-	-	-
	Subtotal (1)			101.000
2.	Pembelian Peralatan			
	a. Cetakan	2 buah	-	1.062.500
	✓ Plat besi (3 mm)	3,5 kg	20.000	70.000
	✓ Plat besi (5 mm)	27,5 kg	7.000	192.500
	✓ Besi siku (5 mm)	4 kg	7.000	28.000



	✓ Baut, mur, ring (14)	12 buah	1.000	12.000
	✓ Biaya perakitan	2 kali	30.000	60.000
	✓ Aluminium	10 kg	40.000	400.000
	✓ Biaya pengecoran	1 kali	300.000	300.000
	b. Mata gerinda potong	1 buah	7.000	7.000
	c. Baterai 9 Volt	1 buah	9.800	9.800
	d. Baskom plastik	1 buah	6.300	6.300
	e. Sendok kayu besar	1 buah	1.500	1.500
	f. Sendok kecil	1 buah	2.000	2.000
	g. Sarung tangan karet	2 buah	3.500	7.000
	h. Sabun cuci/krim	4 buah	1.500	6.000
	i. Plastik mika	90 lbr	500	45.000
	j. Kapi/scrap	2 buah	3.500	7.000
	k. Gunting	1 buah	5.000	5.000
	l. Mata gergaji	4 buah	1.500	6.000
	m. Amplas	4 buah	1.500	6.000
	Subtotal (2)			1.159.100
3.	Sewa Alat Laboratorium			
	a. Kempa Panas ( <i>Hot Press</i> )	30	7.000	210.000
	b. <i>Tube Impedansi</i>	3	125.000	375.000
	Subtotal (3)			585.000
	Total Biaya = Subtotal (1 + 2 + 3)			1.845.100

Biaya pembuatan material peredam bunyi dalam satuan meter dapat ditunjukkan dalam tabel 4-9.

Tabel 4-9 Harga Material Peredam Bunyi per-m<sup>2</sup>.

No.	Penggunaan	Jumlah	Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1.	Biaya Investasi			
	Total biaya peralatan	16	1.001,1	16.017,6
2.	Biaya Bahan			
	a. Serbuk gergaji kayu sengon	3.2 kg	500,0	1.600,0
	b. Tapioka	3.2 kg	12.000,0	38.400,0
	c. Air	-	-	-
	d. Sabun cuci/krim	2 buah	1.500,0	3.000,0
	e. Plastik mika	48 lbr	500,0	24.000,0
	f. Amplas	2 buah	1.500,0	3.000,0
	g. Sewa alat kempa panas	16 kali	7.000,0	112.000,0
	Biaya per-meter <sup>2</sup>			198.017,6

Jika dibandingkan dengan produk peredam bunyi yang telah dipasarkan, koefisien penyerapan dan harga dari spesimen uji juga tidak berbeda jauh. Sebagai





contoh adalah produk dari Karisma Internasional Indonesia ([www.indonetwork.co.id](http://www.indonetwork.co.id), 2011) dengan kode produk Acoured Board 230 yang dimensinya 60cm x 120 cm x 9 mm dengan nilai serapan bunyinya frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz adalah masing-masing 0,08; 0,17; 0,40; 0,78; 0,92 dengan harga Rp 300.000,-.





## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian Nilai Serapan Bunyi (*Noise Absorption Coefficient*) dari Komposit Serbuk Gergaji Kayu Sengon dengan Matrik Alami dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Spesimen uji yang dibuat sudah memenuhi kriteria ISO 11654 untuk bisa dipakai sebagai peredam bunyi dengan spesimen I, II, III mempunyai nilai serapan bunyi diatas 0,90.
2. Komposisi perbandingan yang optimum adalah serbuk gergaji kayu sengon : tepung kanji : air masing-masing 2 : 1 : 2, sedangkan tekanan dan suhu optimum adalah (50, 100, 100) bar dan 180°C serta lamanya penekanan adalah 30 menit, 10 menit, 10 menit.
3. Bertambahnya penekanan pada proses pembuatan spesimen uji menyebabkan penurunan terhadap nilai serapan bunyi spesimen uji.
4. Penggunaan bahan dasar serbuk gergaji kayu sengon dengan matrik alami (campuran tepung tapioka dan air) meningkatkan nilai ekonomis serbuk gergaji kayu dan dapat menggantikan peredam bunyi produk dari Karisma Internasional Indonesia ([www.indonetwork.co.id](http://www.indonetwork.co.id) , 2011) dengan kode produk Acoured Board 230.

#### **5.2 Saran**

Saran-saran berikut dapat dijadikan pedoman untuk dapat membuat material peredam bunyi dengan nilai serapan bunyinya lebih bagus daripada penelitian ini. Adapun saran-saran yang dimaksud adalah:

1. Komposisi bahan dan matrik peredam bunyi dibuat tidak seragam untuk dapat membandingkan nilai serapan bunyinya dengan lebih akurat.
2. Perbedaan ketebalan spesimen uji dibuat bervariasi dengan selisih yang lebih besar, misal spesimen uji I dengan tebal 5 mm dan spesimen uji II dengan tebal 10 mm.





3. Permukaan spesimen uji dibuat rata yaitu pada saat proses pengempaan sehingga pada saat pengujian nilai serapannya lebih akurat.
4. Pada saat pengujian menggunakan tabung impedansi dilakukan berulang-ulang supaya mendapatkan nilai serapan bunyi yang optimum.
5. Sebelum melakukan penelitian haruslah mengumpulkan data referensi berupa jurnal penelitian, buku -buku tentang material akustik agar dalam proses pembuatan, proses pengujian, dan analisa hasil serta pembahasan dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.





## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman., & Hadjib. (2006). PROSIDING Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan 2006 : 130-148. *Pemanfaatan Kayu Hutan Rakyat Untuk Komponen Bangunan*. Bogor, Jawa Barat.
- Asmaningprojo, A. (1995). *Peranan Akustik dalam Peningkatan Kualitas Lingkungan Hidup dan Produktivitas Kerja. Proceeding Experimental and Theoretical Mechanics*, ITB.
- Dumanauw, J. F. (2001). *Mengenal Kayu*. Yogyakarta: Kanisius.
- Doelle, L.L. (1986). *Akustik Lingkungan*. Diterjemahkan oleh Lea Prasetio. Jakarta: Erlangga.
- Drajat. (2009). *Fisika: untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Feldmen, Dorel. (1995). *Bahan Polimer Kontruksi Bangunan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Haygreen, J.G. & Bowyer, J.L. (1989). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Terjemahan : Hadikusumo, S.A. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Himawanto, D.A. (2007). *Karakteristik Panel Akustik Sampah Kota pada Frekuensi Rendah dan Frekuensi Tinggi Akibat Variasi Kadar Bahan Anorganik*. Jurnal Teknik Gelagar, Vol. 18, No. 01, April 2007: 19-24. Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- INC Engineered Materials. (2005). *Data Sheet Absorption*. [www.inccorp.com.au](http://www.inccorp.com.au), diakses pada tanggal 29 Mei 2011.
- Indarto, D. K. (2010). *Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Terhadap Densitas, Konduktivitas Panas, dan Kekuatan Bending Komposit Semen-Serbuk Aren*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Iskandar, M. I. (2006). PROSIDING Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan 2006: 183-195. *Pemanfaatan Kayu Hutan Rakyat Sengon (Parasreinanthes Falcataria (L) Nielsen) Untuk Kayu Rakitan*. Bogor, Jawa Barat.
- Jalalian, M. (2010). *Determination of Sound Absorption Coefficients in a Reverberation Room According to ISO 354 and 11654*. SP Technical Research Institute of Sweden.
- Kabupaten Wonosobo, <http://www.kabupatenwonosobo.com/>, diakses pada tanggal 12 Januari 2011.
- Karisma Internasional Indonesia. (2011). *Katalog Produk: Peredam Suara Acourete Board*. [www.indonetwork.co.id](http://www.indonetwork.co.id), diakses pada tanggal 29 Mei 2011.
- Khuriati, A., Komaruddin, E., & Nur, M. (2006). *Disain Peredam Suara Berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Pengukuran Koefisien Penyerapan Bunyinya*. Barkala Fisika, Vol. 9, No. 1, Januari 2006, Hal 15-25, ISSN: 1410-9662. Jurusan Fisika Universitas Diponegoro Semarang Jawa Tengah.
- Lee, Y and Changwhan Joo. (2003). *Sound Absorption Properties of Recycled Polyester Fibrous Assembly Absorbers*. ( AUTEX Research Journal, Vol.





- 3, No2, June 2003). [www.autexrj.org/No2-2003/0047.pdf](http://www.autexrj.org/No2-2003/0047.pdf), diakses pada tanggal 29 Mei 2011.
- Lewis H. Bell, Dougals H. Bell. (1994). *Industrial Noise Control Fundamentals and Applications*, New York.
- Lord, H. W., Gatley, W. S., & Evensen, H. A. (1980). *Noise Control For Engineers*. McGraw-Hill Book Company, USA.
- Mediastika, C.E. (2005). *Akustika Bangunan: Prinsip-Prinsip dan Penerapannya di Indonesia*. Jakarta: Erlangga.
- Mediastika, C.E. (2008). *Kualitas Akustik Panel Dinding Berbahan Baku Jerami. Dimensi (Journal of Architecture and Built Environment)*, Vol. 36, No. 2, Desember 2008, 127-134, ISSN 0126-219X. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Miasa, I. M., & Sriwijaya, R. (2004). *Penelitian Sifat-Sifat Akustik Dari Bahan Kertas dan Plastik Sebagai Penghalang Kebisingan*. Media Teknik No. 1 Tahun XXVI Edisi february 2004 No. ISSN 0216-3012. Teknik Mesin FT-UGM Yogyakarta.
- Porges, G. (1977). *Applied Acoustic*. London. Edward Arnold (publisher).
- Puspita, R., Setiawan, B., Hasni, R., Saragih, R. (2008). *Program Kreativitas Mahasiswa: Papan Partikel Tanpa Perekat (Binderless Particle Board) dari Limbah Industri Penggajian*. Program Kreativitas Mahasiswa, Nomor: 001/SP2H/PKM/DP2M/II/2008 Tanggal 26 Februari 2008. Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Sasongko, D.P., & Hadiyanto A. (2000). *Kebisingan Lingkungan*. Universitas Diponegoro Semarang.
- Suandika, Mastria. (2007). *Studi Awal Emisi Kebisingan Knalpot dengan Profil Silinder yang dibuat dari Material Titanium dengan menggunakan Simulasi Metode elemen Hingga*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Teknik Mesin Universitas Sumatra Utara.
- Suara dan Kebisingan, <http://www.menlh.go.id/>, diakses pada tanggal 12 Januari 2011.
- Sulistiyani, N., Faturochman, dan M. As'ad. (1993). *Agresivitas Warga Pemukiman Padat dan Bising Di Kotamadya Bandung*, Jurnal Psikologi, No. 2, h. 11-19.
- Sunitra, E., Isranuri, I., & Syam, B. (2008). *Kajian Eksperimental Pengaruh Medan Magnet Terhadap Kebisingan Pada Knalpot Mobil Toyota Kijang Bensin*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 5, No. 2, Desember 2008 No. ISSN 1829-8958. Teknik Mesin PPs Universitas Sumatra Utara.
- Wijayanti, D.H. (2009). *Karakteristik Briket Arang dari Serbuk Gergaji dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Departemen Kehutanan Universitas Sumatra Utara.
- Yudhanto, Ferriawan. (2007). *Kajian Kinerja Panel Akustik dari Bahan Sengon Laut sebagai Insulasi Bunyi*. Tesis. Tidak diterbitkan. Program S2 Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.



