

# ELASTO AKUSTIK DINDING SEMEN SERAT IJUK

OLEH :

HASLINDA  
H 211 98 003



PERPUSTAKAAN PUSAT UNIV HASANUDDIN	
Tgl. Terima	13-10-2002
Asal Dari	Fak. MIPA
Banyaknya	1 (satu) set
Harga	Gratis
No. Inventaris	031013 177
No. Klas	16812

PROGRAM STUDI FISIKA JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2003

# **ELASTO AKUSTIK DINDING SEMEN SERAT IJUK**

**OLEH**

**HASLINDA  
H 211 98 003**

Skripsi untuk Melengkapi Tugas dan Memenuhi Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana pada  
Program Studi Fisika Jurusan Fisika

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2003**

# ELASTO AKUSTIK DINDING SEMEN SERAT IJUK

OLEH :

**HASLINDA**  
**H 211 98 003**

**Disetujui Oleh:**  
**Pembimbing Utama,**



**(Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc.)**

**NIP. 131 570 877**

**Pembimbing Pertama,**



**(Ir. Widji Ediologito, MT.)**

**NIP. 130 792 982**

**Makassar, September 2003**

## **KATA PENGANTAR**

*Bismillahirrahmanirrahim*

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan inayah-Nya jualah sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Teriring pula shalawat dan salam kepada penghulu para nabi Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat beliau.

Skripsi ini disusun sebagai tugas akhir dalam rangka penyelesaian studi penulis, yang tentunya tak lepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan berbagai pihak. Dalam hal ini penulis menghaturkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda Mustajab dan ibunda Nurhaeni atas segala kesabaran, limpahan kasih sayang dan untaian doa yang tiada putus-putusnya dalam mengasuh dan mendidik penulis.
2. Ibu DR. Nurlaela Rauf, MSc, dan Bapak Ir. Widji Edioloeigito, MT selaku pembimbing utama dan pembimbing pertama atas bimbingan dan arahan yang diberikan kepada penulis selama penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ansar Kadir dan stafnya di PT Rante Mario yang telah membantu dalam pembuatan alat yang diperlukan penulis untuk pengambilan data.
4. Bapak Sudirman di Laboratorium Sipil Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam penyediaan alat untuk pengambilan data.
5. Bapak DR. H. Halmar Halide, M.Sc, Drs. Lantu, M.Eng.Sc,DESS, Dahlang, S.Si,M.Si sebagai tim penguji penulis.

6. Bapak Ketua Jurusan Fisika Drs. Muh. Altin Massinai MT.Surv, ibu DR.Sri Suryani DEA sebagai penasehat akademik penulis, seluruh staf pengajar dan pegawai yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjalani perkuliahan.
7. Kawan-kawan seperjuangan selama perkuliahan: Dc, Ime', Mia, Rini, Lisa, Lia, Irma, Risma, Andin, Rahmah, Rahmanur, Mala, Wara, Yani, Amma, Jen, Uji, Salma, Nur, Ila, Ola, Novert, Jo, Haeril, Anto, Imo, Nasir, Abe, Toni, Jc, Udin, Adi, Ucup, Ikus, Patur, Fahmi, Ilo, Sabri, Zibur, Nono, Puddink, Yafid, Arman, Andre, atas dorongan serta kebaikan mereka berbagi informasi dan pengetahuan dengan penulis.
8. Pihak-pihak lain yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang diberikan menjadi amal shaleh di sisi Allah, SWT.

Dengan segala keterbatasan yang penulis miliki sebagai manusia, penulis menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu segala tegur sapa, saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak penulis akan terima dengan lapang dada.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis sendiri dan siapa saja yang membacanya.

*Wassalamu alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

**Makassar, September 2003**

**Penulis**

## SARI BACAAN

HASLINDA. *Elasto Akustik Dinding Semen Serat Ijuk.*  
(Dibimbing oleh Nurlaela Rauf dan Widji Edioloeigito)

Pada penelitian ini dibuat tiga macam sampel dinding akustik dari bahan semen dan serat ijuk dengan komposisi yang berbeda yaitu 10:1, 10:2, 10:3 dan tebal 15 mm.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu : 1) *Uji fisik* berupa susut kering, massa jenis, daya serap air dan porositas. 2) *Uji mekanik* berupa kuat lentur. 3) *Uji penyerapan bunyi*. Hasil pengukuran tingkat tekanan bunyi digunakan untuk menghitung reduksi bunyi, koefisien absorpsi bunyi, dan waktu dengung. Variabel yang diukur adalah komposisi dan tingkat tekanan bunyi dinding akustik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisik dan sifat mekanik sampel dinding akustik masih di atas standar mutu bahan bangunan. Hasil perhitungan reduksi bunyi, koefisien absorpsi bunyi, dan waktu dengung menunjukkan bahwa sampel dinding akustik yang paling baik menyerap bunyi adalah sampel dengan komposisi 10:1.

*Kata kunci : Dinding akustik, susut kering, kuat tekan, koefisien absorpsi bunyi, waktu dengung.*

## ABSTRACT

HASLINDA. *ELASTO ACOUSTIC WALL CEMENT OF Palm Fiber*  
(Consultant : Nurlaela Rauf and Widji Ediologito)

In this research, there are three type of acoustic walls as a sample which is made of cement and palm fiber with difference composition namely 10:1, 10:2, 10:3 with 15 mm of thickness.

The experimental method in this research: 1) *Physical property* in the form shrinkage, mass density, water absorption and porosity. 2) *Mechanical property* in the elasticity. 3) *The sound absorption property*. The result of measurement on sound – pressure level is used to count the sound noise reduction, absorption coefficient, and reverberation time. The variable which measured are composition and the level of acoustic wall sound pressure.

The research result shows that physical characteristic and mechanical characteristic of acoustic wall are still higher than the standard quality of the building material. The result of sound noise reduction, absorption coefficient, and reverberation time show that the best acoustic wall to absorbs the sound is the sample with composition 10 : 1.

*Key words* : *Acoustic Wall, Shrinkage, Pressure, Sound Absorbtion Coefficient, Reverberation Time.*

## DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
SARI BACAAN.....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR SIMBOL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
II.1 Serat Ijuk .....	4
II.1.1 Manfaat Serat Ijuk.....	6
II.2 Semen .....	7
II.3 Kekuatan Bahan .....	8
II.4. Kuat tarik bahan .....	9
II.5 Akustik .....	9





II.5.1 Kecepatan Bunyi .....	10
II.5.2 Intensitas Bunyi .....	12
II.5.3 Sifat-sifat Bunyi.....	15
II.5.3.1 Refleksi Bunyi .....	16
II.5.3.2 Absorbsi Bunyi .....	16
II.5.3.3 Difraksi Bunyi .....	18
II.5.3.4 Difusi Bunyi .....	18
II.6 Bahan Absorbsi Bunyi .....	19
II.6.1 Bahan Berpori .....	20
II.6.2 Absorbsi Panel .....	20
II.6.3 Resonator Rongga .....	21
<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>22</b>
III.1 Lokasi Penelitian .....	22
III.2 Alat dan Bahan.....	22
III.2.1 Alat .....	22
III.2.2 Bahan.....	23
III.3 Prosedur Kerja .....	23
III.3.1 Pembuatan Sampel Dinding Akustik .....	23
III.3.2 Uji Fisik .....	24
III.3.2.1 Susut Kering.....	24
III.3.2.2 Massa Jenis.....	24
III.3.2.3 Daya Serap Air .....	25

III.2.2.4 Porositas .....	25
III.3.3 Uji Mekanik .....	26
III.3.3.1 Kuat Lentur .....	26
III.3.4 Uji Absorpsi Bunyi .....	27
III.3.4.1 Reduksi Bunyi .....	28
III.3.4.2 Koefisien Absorpsi Bunyi .....	28
III.3.4.3 Waktu Dengung .....	28
III.3.5 Bagan Alur Penelitian .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
IV.1 Hasil Uji Fisik .....	30
IV.1.1 Susut Kering .....	30
IV.1.2 Massa Jenis .....	31
IV.1.3 Daya Serap Air .....	32
IV.1.4 Porositas .....	34
IV.2 Hasil Uji Mekanik .....	35
IV.2.1 Kuat Lentur .....	35
IV.3 Hasil Uji Absorpsi bunyi .....	36
IV.3.1 Reduksi Bunyi .....	36
IV.3.1.1 Reduksi Bunyi dengan alat ukur menghadap sumber bunyi .....	36
IV.3.1.2 Reduksi Bunyi dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi .....	38

IV.3.1.1 Reduksi Bunyi Rata-Rata .....	40
IV.3.2 Koefisien Absorpsi .....	41
IV.3.2.1 Koefisien absorpsi bunyi dengan alat ukur menghadap sumber bunyi .....	41
IV.3.2.2 Koefisien absorpsi bunyi dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi .....	43
IV.3.2.3 Koefisien absorpsi bunyi Rata-Rata .....	44
IV.3.3 Waktu Dengung .....	45
IV.3.3.1 Waktu dengung dengan alat ukur menghadap sumber bunyi.....	45
IV.3.3.2 Waktu dengung dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi.....	47
IV.3.3.3 Waktu dengung rata-rata .....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	49
V.1 Kesimpulan .....	49
V.2 Saran .....	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR SIMBOL

<i>Simbol</i>	<i>Arti</i>	<i>Satuan</i>
$\sigma$	Tegangan Aksial	$N/m^2$
$\sigma_{lt}$	Kuat Lentur	$N/m^2$
F	Gaya Aksial	N
$A_0$	Luas Bidang Permukaan	$m^2$
$\tau$	Tegangan Geser	$N/m^2$
$\lambda$	Sudut Antara Gaya Aksial Dengan Gaya Geser	
$\phi$	Sudut Antara Gaya Aksial Dengan Gaya Normal	
$\epsilon$	Regangan	
$L_0$	Panjang Mula-mula	m
$L_1$	Panjang Akhir	m
$\Delta L$	Perubahan Panjang	m
Y	Modulus Young	$N/m^2$
v	Kecepatan Bunyi	m/s
$\gamma$	Konstanta bergantung pada jenis gas (cv/cp)	
R	Konstanta Gas Ideal	(8,314 joule/mol $^0K$ )
M	Massa Molar Gas	( $29 \times 10^{-3}$ kg/mol)
I	Intensitas Bunyi	Joule/ $m^2 \cdot s$
E	Energi Bunyi	Joule
B	Tingkat Intensitas Bunyi	dB
$\alpha$	Koefisien Absorpsi Bunyi	
A	Penyerapan Permukaan	Sabin
S	Luas Permukaan	$m^2$
RT	Waktu Dengung	detik

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar</i>		<i>Halaman</i>
2.1	Kurva Kontur Kekerasan Bunyi Sama .....	13
2.2	Kelakuan bunyi dalam ruang tertutup.....	14
2.3	Bahan Penyerap bunyi .....	18
4.1	Grafik susut kering sampel dinding akustik .....	29
4.2	Grafik massa jenis sampel dinding akustik .....	30
4.3	Grafik daya serap air sampel dinding akustik .....	31
4.4	Grafik porositas sampel dinding akustik .....	32
4.5	Grafik kuat lentur sampel dinding akustik .....	33
4.6	Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi .....	35
4.7	Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi .....	37
4.8	Grafik reduksi bunyi rata-rata sampel dinding akustik .....	38
4.9	Grafik koefisien absorpsi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi .....	40
4.10	Grafik koefisien absorpsi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi.....	41
4.11	Grafik koefisien absorpsi ata-rata sampel dinding akustik .....	43

4.12	Grafik waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi .....	45
4.13	Grafik waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur mebelakangi sumber bunyi .....	46
4.14	Grafik waktu dengung rata-rata sampel dinding akustik .....	47

## DAFTAR TABEL

<i>Tabel</i>		<i>Halaman</i>
2.1	Harga level dan intensitas bunyi .....	13
3.1	Perbandingan semen dengan serat ijuk .....	21
4.1	Susut kering sampel dinding akustik .....	28
4.2	Massa jenis sampel dinding akustik.....	29
4.3	Daya serap air sampel dinding akustik .....	31
4.4	Porositas sampel dinding akustik .....	32
4.5	Kuat lentur sampel dinding akustik .....	33
4.6	Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi .....	34
4.7	Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi .....	36
4.8	Reduksi bunyi rata-rata sampel dinding akustik .....	38
4.9	Koefisien absorpsi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi.....	39
4.10	Koefisien absorpsi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi.....	41
4.11	Koefisien absorpsi bunyi rata-rata sampel dinding akustik .....	42
4.12	Waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi .....	44

4.13	Waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi .....	45
4.14	Waktu dengung rata-rata sampel dinding akustik .....	46



## DAFTAR LAMPIRAN

A	DATA PENGUKURAN UJI FISIK.....	L1
A.1	Data pengukuran susut kering sampel dinding akustik.....	L1
A.2	Data pengukuran massa jenis, daya serap air dan porositas sampel dinding akustik.. .....	L2
B	DATA PENGUKURAN UJI MEKANIK.....	L3
B.1	Data pengukuran kuat tekan dan kuat lentur sampel dinding akustik .....	L3
C	DATA PENGUKURAN PENYERAPAN BUNYI .....	L4
C.1	Data pengukuran tingkat tekanan bunyi sampel dinding akustik .....	L4
C.4	Reduksi bunyi sampel dinding akustik.....	L7
C.7	Data pengukuran koefisien absorpsi bunyi dan waktu dengung sampel dinding akustik .....	L10
C.10	Koefisien absorpsi bunyi dan waktu dengung sampel dinding akustik..	L13
D	KOEFISIEN PENYERAPAN BUNYI BAHAN AKUSTIK DAN ISI RUANGAN .....	L16
E	STANDAR NASIONAL INDONESIA 15-0233-1989 .....	L17
F	JANGKAUAN PERKIRAAN WAKTU DENGUNG RUANGAN .....	L18
G	FOTO HASIL CETAKAN .....	L19
H	FOTO ALAT UJI KUAT LENTUR .....	L20
I	FOTO ALAT SOUND LEVEL METER .....	L21

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang Penelitian**

Kemajuan yang sangat pesat dari teknologi yang diciptakan manusia menyebabkan banyak sekali mesin moderen dan sumber-sumber bunyi lain, secara otomatis bising tidak bisa dihindari lagi. Hal ini dari mekanis kehidupan tanpa disadari dapat mengganggu pendengaran manusia. Untuk saat mendatang diperkirakan tingkat/kadar kebisingan akan meningkat.

Dengan dasar obyektif di atas perlu diambil langkah-langkah untuk mengontrol kebisingan ditinjau dari segi akustik lingkungan, baik dalam ruangan maupun diluar ruangan. Salah satu usaha untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan menggunakan dinding akustik yang dipasang pada dinding rumah atau dinding ruangan yang menggunakan pengueras suara.

Mengingat penggunaan dinding akustik yang sangat penting dan harganya yang masih relatif mahal, maka perlu dilakukan penelitian untuk mencari bahan baku yang mudah didapat serta mutunya baik. Serat ijuk merupakan salah satu bahan alternatif yang dapat dijadikan sebagai bahan utama untuk pembuatan dinding akustik dengan semen sebagai perekat.

Ijuk sebagai salah satu bahan serat alami yang sudah lama dikenal dan telah banyak digunakan secara tradisional dalam berbagai keperluan, memiliki sifat-sifat yang cukup baik seperti kuat tarik cukup tinggi, lebih tahan terhadap garam, tidak mudah lapuk, relatif tidak rusak bila terendam dalam air, lebih tahan terhadap panas dan cukup mudah didapatkan terutama di daerah Sulawesi Selatan.

## **I.2. Ruang Lingkup Penelitian**

Pada penelitian ini dibuat 3 macam sampel dinding akustik dengan perbandingan komposisi semen dan ijuk, yaitu 10:2, 10:3, 10:4 dengan ketebalan 15 mm dan menggunakan metode eksperimental, yaitu uji fisik berupa susut kering, massa jenis, daya serap air, porositas dan uji mekanik berupa kuat lentur serta uji penyerapan bunyi dengan menggunakan *Sound Level Meter* yang dilakukan pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 2000 Hz dan 400 Hz yaitu frekuensi yang penting dalam perancangan akustik.

### **I.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Membuat papan dinding akustik.
2. Mengevaluasi mutu dinding akustik sebagai bahan bangunan dengan uji fisik dan uji mekanik.
3. Menghitung reduksi bunyi (NR) dinding akustik.
4. Menghitung koefisien penyerapan bunyi dinding akustik.
5. Menghitung waktu dengung (RT) dinding akustik.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Serat Ijuk

Pohon aren atau enau (*Arenga Pinnata*) merupakan pohon yang menghasilkan bahan-bahan industri. Hampir semua bagian atau produk tanaman ini dapat dimanfaatkan dan memiliki nilai ekonomi.

Di Indonesia tanaman aren banyak terdapat dan tersebar hampir diseluruh wilayah Nusantara, khususnya di daerah-daerah perbukitan yang lembab. Suhu pada daerah ini sangat sesuai dengan pertumbuhan pohon aren, yaitu sekitar 25 °C, serta curah hujan yang cukup merata sepanjang tahun. Pohon aren mempunyai diameter hingga 65 cm dan tinggi biasa mencapai 15 – 20 meter dan dapat tumbuh pada ketinggian 500 – 1200 meter.

Bagian batang dari pohon aren penuh dengan rambut hitam dan bekas pelepah daun. Pangkal pelepah daun ini menyatu dengan batang dan kalau sudah cukup umur, tepiannya robek-robek terurai dan meliputi batang dengan anyaman serabut hasil penguraian itu. Serabut ini berwarna hitam dan liat menyerupai rambut ekor kuda yang dikenal dengan ijuk.

Produksi ijuk yang kualitas dan kuantitasnya baik berasal dari pohon aren yang tidak terlalu mudah dan tidak tua (4 sampai 5 tahun sebelum pohon aren berbunga), yaitu

dapat menghasilkan 30 sampai 50 lempengan ijuk. Ijuk yang baru dipungut dari pohonnya masih berupa anyaman rapat dan terdiri dari berbagai ukuran serat yang bercampur bersama kotoran lain yang melekat dan sebelum digunakan harus dibersihkan terlebih dahulu. Pemungutan ijuk membuat batang aren menjadi bersih, tidak menjadi sarang bakteri dan cendawan.

Ijuk merupakan helaian benang-benang atau serat-serat yang berwarna hitam, berdiameter  $< 0,5$  mm, bersifat kaku dan tidak mudah putus, bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan dalam genangan air yang asam, termasuk genangan air laut yang mengandung garam.

Indonesia merupakan negara pengekspor ijuk yang utama, yaitu sekitar 70% kebutuhan ijuk dunia dipasok Indonesia. Jumlah ini sangat besar dan jika ijuk ini dapat diolah merupakan potensi besar bagi perekonomian. Untuk mengekspor dalam bentuk barang jadi, Indonesia mengalami kesulitan karena belum terkuasainya teknologi yang baik <sup>(10)</sup>.

Karakteristik ijuk seperti ukuran diameter serat, kuat tarik, regangan saat putus. Ukuran diameter serat dapat dibedakan atas serat kasar dengan diameter 0,6– 0,9 mm, serat sedang dengan diameter 0,4 –0,6 mm dan serat halus dengan diameter  $< 0,4$  mm. Sedang kuat tarik ijuk berkisar rata-rata  $102,28 \text{ N/mm}^2$ , regangan saat putus berkisar 10,5 % <sup>(8)</sup>.

## II.1.1 Manfaat serat ijuk

Dari berbagai penelitian telah diketahui bahwa serat ijuk dapat dimanfaatkan untuk :

### 1. Bahan baku industri

Peralatan rumah tangga menggunakan ijuk sebagai bahan baku, seperti sapu, sikat dan alat pembersih lainnya.

### 2. Penyerapan logam berat Fe (serat ijuk dalam bentuk serbuk)

Ijuk merupakan serat keras yang memiliki kadar lignin tinggi pada dinding selnya dan berstruktur kaku. Lignin merupakan kandungan terbanyak dari serat ijuk merupakan polimer phenol atau turunannya yang diperkirakan dapat mengikat ion logam, karena memiliki banyak atom donor elektron dalam bentuk hidroksil phenol dan benzil alkohol <sup>(5)</sup>.

### 3. Bahan bangunan antara lain:

a. Pada pembangunan tanggul atau dinding saluran pengairan, ijuk digunakan sebagai penyaring air irigasi, pada pembangunan bak septic tank WC (kakus) digunakan untuk menjaring kotoran dan membuat kedap air pada dinding baknya. Ijuk dapat digunakan sebagai bahan pengisi tembok penangkis ombak laut karena sangat tahan terhadap garam <sup>(10)</sup>.

### b. Penggunaan Penerapan Rekayasa Beton Berserat

Bahan serat ijuk merupakan salah satu dari sekian banyak serat alami yang dapat digunakan sebagai bahan serat untuk beton. Pada dasarnya bertindak sebagai penahan retak, membatasi penyebab retak dan kemudian

memindahkan sifat getas beton biasa kedalam serat. Perbaikan sifat beton dengan pemakaian tulangan serat terdapat pada daktilitas dan kekuatan terhadap retak. Selain itu, beton tulangan serat dapat didesain untuk mendapatkan suatu daktilitas yang spesifik dan untuk penyerapan energi. Beton serat dengan menggunakan serat lokal dapat meningkatkan ketahanan terhadap abrasi, tahan terhadap susut dan daktilitas lebih tinggi dari beton biasa.<sup>(8)</sup>

## II.2 Semen

Semen adalah bahan perekat yang dapat menyatukan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan massa yang kokoh. Atau dapat pula dikatakan bahwa semen adalah perekat yang berupa oksida-oksida tanah, tidak terdapat di alam, tetapi dibuat dengan sengaja.<sup>(9)</sup>

Menurut Standar Industri Indonesia (SII) nomor 0013 – 81 bahwa semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat calcium yang bersifat hidrolis bersama bahan tambahan dan biasanya digunakan gips.

Klasifikasi semen portland, menurut Standar Industri Indonesia (SII) nomor 0013 – 81, dibedakan atas lima (5) jenis sebagai berikut :



- Jenis I : Semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi pada fase permukaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang rendah.
- Jenis V : Semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

### **II.3 Kuat tarik bahan**

Kuat tarik diperlukan untuk menahan retak-retak akibat perubahan air dan suhu. Pengujian untuk menentukan kuat tarik dapat berupa pengujian langsung dan pengujian tidak langsung. Pengujian kuat tarik lebih banyak memilih pengujian dengan cara tidak langsung. Dikenal dua macam pengujian kuat tarik secara tidak langsung, yaitu kuat tarik dalam keadaan lentur dan kuat tarik secara tarik belah.

Kuat tarik lentur di laboratoium ditentukan dengan menentukan beban yang bekerja pada bahan yang mungkin akan mengakibatkan keretakan. Kuat lentur merupakan

sifat elastik yang dimiliki oleh suatu bahan. Jika pembebanan melebihi batas proporsionalnya (elastisitasnya) maka sampel akan patah <sup>(8)</sup>.

## II.4 Akustik

Bunyi atau akustik merupakan gelombang tiga dimensi, karena gelombang ini dapat menjalar dalam ruang, akibatnya muka gelombang akan berbentuk bola (sferis), selama ini bunyi adalah gelombang mekanik longitudinal.

Bunyi ditimbulkan akibat terjadinya perubahan mekanik pada zat padat, zat cair dan gas yang merambat ke depan dengan kecepatan tertentu. Sumber bunyi sendiri secara garis besar dibagi atas dua, yaitu bunyi yang berasal dari alam dan dari buatan manusia.

Bunyi yang biasa didengar oleh telinga manusia mempunyai daerah frekuensi antara 20 Hz hingga 20.000 Hz. Di bawah frekuensi 20 Hz disebut gelombang *infrasonik*. Sedangkan gelombang dengan frekuensi lebih besar dari 20.000 Hz disebut gelombang *ultrasonik* <sup>(4)</sup>.

### II.4.1 Kecepatan bunyi

Gelombang bunyi merambat melalui medium padat, cair dan gas serta bergantung pada sifat medium tersebut (Tabel 2.1). Untuk gelombang bunyi dalam medium padat, kecepatan  $v$  diberikan oleh :

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad (2.1)$$

dimana Y adalah modulus Young dan  $\rho$  adalah rapat massa zat padat.

Didalam suatu medium cair kecepatan bunyi adalah :

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (2.2)$$

dimana B adalah modulus Bulk dan  $\rho$  rapat massa zat cair.

Untuk gelombang bunyi dalam gas, modulus Bulk berbanding lurus dengan tekanan dan ditulis sebagai :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} \quad (2.3)$$

dengan  $\gamma$  adalah konstanta yang bergantung pada jenis gas, dan jika P adalah tekanan dalam keadaan seimbang, maka dapat ditulis <sup>(12)</sup> :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad (2.4)$$

Dalam persamaan ini T merupakan temperatur mutlak yang diukur dalam Kelvin (K).

Konstanta R adalah gas ideal, yang mempunyai nilai,

$$R = 8,314 \text{ J mol K}$$

Dan konstanta  $M$  adalah massa molar gas, untuk udara bernilai,

$$M = 29 \times 10^{-3} \text{ kg mol}$$

#### 11.4.2 Intensitas bunyi

Intensitas bunyi didefinisikan sebagai daya persatuan luas, atau energi yang merambat dalam tiap satuan luas waktu, secara matematis dinyatakan sebagai :

$$I = \frac{E}{A t} \quad (2.5)$$

dengan :  $I$  : Intensitas bunyi ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), ( $\text{Joule}/\text{m}^2\text{dt}$ )

$E$  : Energi (Joule)

$A$  : Luas bidang ( $\text{m}^2$ )

$t$  : Waktu (detik)

Karena rentang intensitas bunyi yang dapat ditangkap telinga demikian luas ( $10^{-12}$  sampai  $1 \text{ W}/\text{m}^2$ ) dan karena rangsangan psikologis kenyaringan tidak berubah-ubah secara langsung terhadap intensitas bunyi, tetapi lebih mendekati logaritmik. Suatu skala logaritmik digunakan untuk menyatakan tingkat intensitas gelombang bunyi. Tingkat intensitas bunyi dinyatakan dengan *desibel* (dB), atau secara matematis ditulis sebagai berikut :

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.6)$$

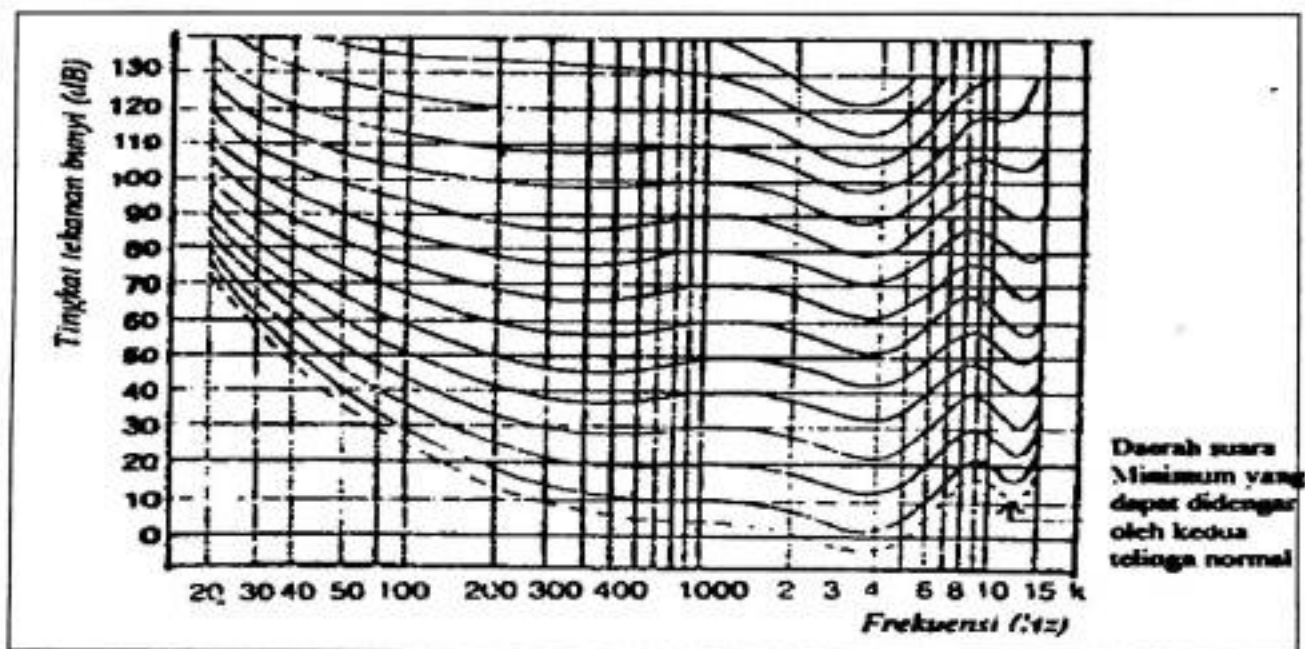
dengan  $I$  adalah intensitas bunyi dan  $I_0$  menyatakan intensitas acuan yang diambil sebagai ambang pendengaran dengan nilai  $10^{-12}$  Watt/m<sup>2</sup>.

Telinga manusia dapat mengakomodasi suatu rentang intensitas gelombang bunyi yang agak besar, dari  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup> (ambang pendengaran) hingga 1 W/m<sup>2</sup> (ambang rasa sakit). Tingkat intensitas pada range tersebut adalah :

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{10^{-12} \text{ w/m}^2}{10^{-12} \text{ w/m}^2}$$
$$= 10 \log 1 = 0 \text{ dB}$$

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{1 \text{ w/m}^2}{10^{-12} \text{ w/m}^2}$$
$$= 10 \log 10^{12} = 120 \text{ dB}$$

Tingkat intensitas untuk manusia berkisar antara 0 dB sampai 120 dB. Level intensitas 0 dB biasanya disebut ambang pendengaran dan level intensitas 120 dB disebut ambang rasa sakit. Antara ambang pendengaran dan ambang rasa sakit tekanan bertambah sejuta kali. Ini menunjukkan jangkauan bunyi yang ditanggapi telinga sangat besar. Gambar 2.1 menunjukkan kumpulan kurva, yang dikenal sebagai kultur kekerasan sama (*equal-loudness countours*), yang menggambarkan reaksi subyektif terhadap bermacam-macam tingkat tekanan bunyi<sup>(12)</sup>.



Gambar 2.1. Kontur kekerasan bunyi sama <sup>(4)</sup>

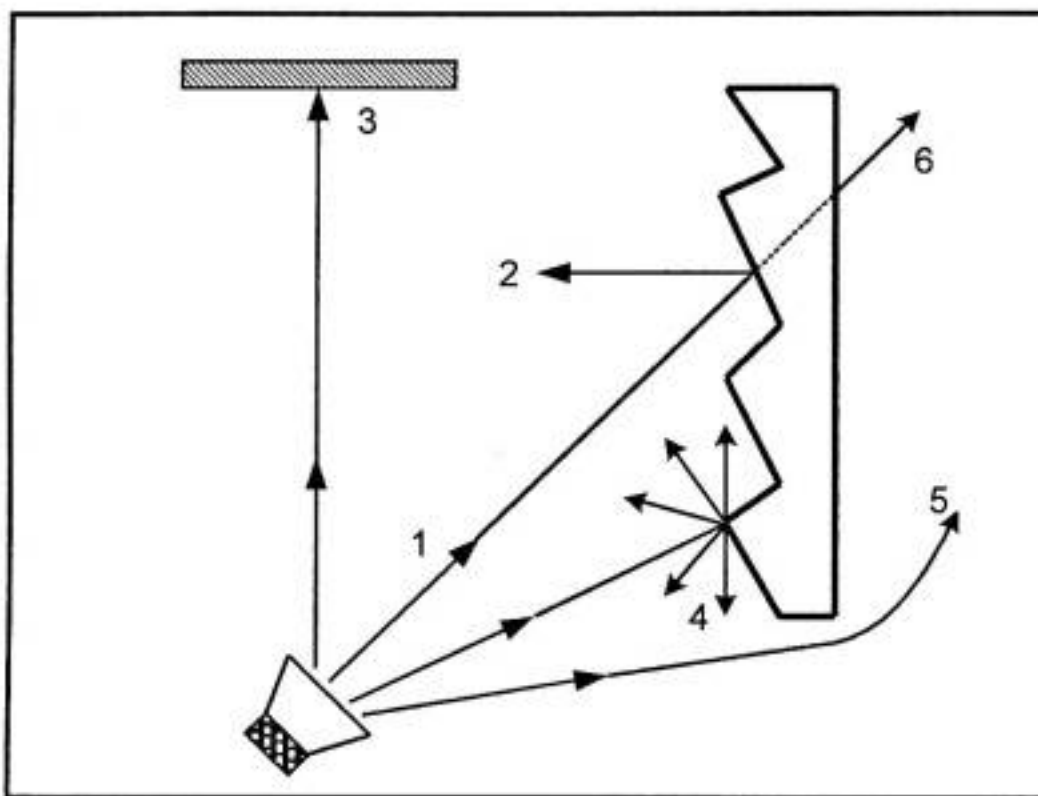
s

Tabel 2.1 Harga level dan intensitas bunyi <sup>(12)</sup>

1	$10^{-12}$	Tidak Dapat Didengar
10	$10^{-11}$	
20	$10^{-10}$	
30	$10^{-9}$	Rumah
40	$10^{-8}$	Rumah, Kantor
50	$10^{-7}$	Perpustakaan
60	$10^{-6}$	Normal
70	$10^{-5}$	Kantor Yang Bising
80	$10^{-4}$	Kesibukan Kendaraan
90	$10^{-3}$	Jalan Kereta Api
100	$10^{-2}$	Mesin
120	$10^0$	Ambang Rasa Sakit
140	$10^2$	Jet (jarak 30m)

### II.4.3 Sifat – sifat bunyi

Pendekatan yang menyatakan kelakuan gelombang bunyi dengan kelakuan cahaya, disebut *akustik geometri*. Bila gelombang bunyi menumbuk dinding-dinding suatu ruang maka sebagian energinya akan dipantulkan, diserap atau dibelokkan ke ruang yang berdampingan (Gambar 2.2), tergantung pada sifat akustik dindingnya.



Gambar 2.2. Kelakuan bunyi dalam ruang tertutup <sup>(4)</sup> :

1. Bunyi datang atau bunyi langsung
2. Bunyi pantul
3. Bunyi yang diserap oleh lapisan permukaan
4. Bunyi yang disebar
5. Bunyi yang dibelokkan
6. Bunyi yang diteruskan

#### II.4.3.1 Pemantulan bunyi

Ketergantungan kecepatan rambat gelombang pada sifat-sifat medium menimbulkan gejala pemantulan. Gejala pemantulan bunyi hampir serupa dengan pemantulan cahaya (Gambar 2.2, (2)), sinar bunyi datang dan pantul terletak dalam bidang datar sama, dan sudut gelombang bunyi datang sama dengan sudut gelombang bunyi pantul (hukum pemantulan). Permukaan medium yang keras, tegar dan rata, seperti beton, bata, batu, plester dan gelas, memantulkan hampir semua energi bunyi yang jatuh padanya <sup>(4)</sup>.

#### II.4.3.2 Penyerapan bunyi

Penyerapan bunyi merupakan perubahan energi bunyi dari bentuk yang satu ke bentuk lainnya (biasanya panas), ketika melewati suatu bahan atau ketika menumbuk suatu permukaan (gambar 2.2,(3)). Jumlah panas yang dihasilkan pada perubahan ini sangat kecil.

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisien penyerapan bunyi. Koefisien penyerapan bunyi suatu permukaan adalah bagian energi bunyi datang yang diserap, atau tidak dipantulkan oleh permukaan.

Koefisien penyerapan bunyi merupakan besaran yang diperlukan untuk menjelaskan sejauh mana baiknya material tertentu menyerap energi bunyi. Ditandai dengan ( $\alpha$ ) dan didefinisikan sebagai berikut <sup>(6)</sup> :



$$\alpha = \frac{\text{Energi bunyi yang diserap}}{\text{Energi bunyi yang datang}} \quad (2.7)$$

Untuk penyerapan bunyi yang sempurna  $\alpha$  akan setara dengan 1, sedangkan untuk pemantul yang sempurna,  $\alpha$  adalah nol.

Koefisien penyerapan bunyi bervariasi dengan frekuensi dan juga dengan sudut dimana bunyi membentur material. Oleh karena adanya ketergantungan pada besarnya sudut. Biasanya  $\alpha$  diukur dalam bidang bunyi yang menyebar sehingga bunyi secara efektif membentur material pada semua sudut benturan.  $\alpha$  yang diukur di bawah kondisi ini dikenal sebagai koefisien penyerapan benturan acak (yang dinyatakan dengan  $\bar{\alpha}$ ).

Penyerapan bunyi suatu permukaan (penyerapan permukaan) diukur dalam *sabins*, sebelumnya disebut satuan jendela terbuka (*open - window units*). Satu sabin menyatakan suatu permukaan seluas 11 ft<sup>2</sup> (atau 1 m<sup>2</sup>) yang mempunyai koefisien penyerapan  $\alpha = 1$ . Penyerapan permukaan diperoleh dengan mengalikan luas permukaan dengan koefisien penyerapan bunyinya, atau secara matematis ditulis <sup>(4)</sup> :

$$A = S \times \alpha, \text{ sabin} \quad (2.8)$$

dengan :

- $A$  = Penyerapan permukaan (Sabin)
- $S$  = Luas permukaan (m<sup>2</sup>)
- $\alpha$  = Koefisien penyerapan bunyi

#### II.4.3.3 Pembelokan bunyi

Pembelokan bunyi merupakan gejala akustik yang menyebabkan gelombang bunyi dibelokkan atau dihamburkan sekitar penghalang seperti kolom, dan tembok (Gambar 2.2, (5)) <sup>(4)</sup>.

#### II.4.3.4 Penyebaran bunyi

Bila tekanan bunyi di setiap bagian suatu ruangan sama, dan gelombang dapat merambat dalam semua arah, maka medan bunyi dikatakan serba sama atau homogen, dengan kata lain, penyebaran bunyi terjadi dalam ruang (gambar 2.2,(4)) <sup>(4)</sup>

#### II.4.3.5 Dengung

Dengung merupakan bunyi yang berkepanjangan sebagai akibat pemantulan yang berturut-turut dalam ruang tertutup setelah sumber bunyi dihentikan. Dengung mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap kondisi mendengar dalam ruangan karena kehadirannya mengubah persepsi/tanggapan terhadap bunyi *transien*, yaitu bunyi yang mulai dan berhenti dengan tiba-tiba.

Pengendalian dengung sangat penting dalam rancangan akustik ruangan, sehingga mengharuskan masuknya besaran standar yang relevan, yaitu Waktu Dengung (RT). Dalam ruangan tertutup dengan volume yang relatif kecil, waktu dengungnya dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9) dan (2.10).

Jika koefisien penyerapan rata-ratanya kurang dari 0,1 digunakan persamaan

$$RT = \frac{0,161V}{A} \text{ detik} \quad (2.9)$$

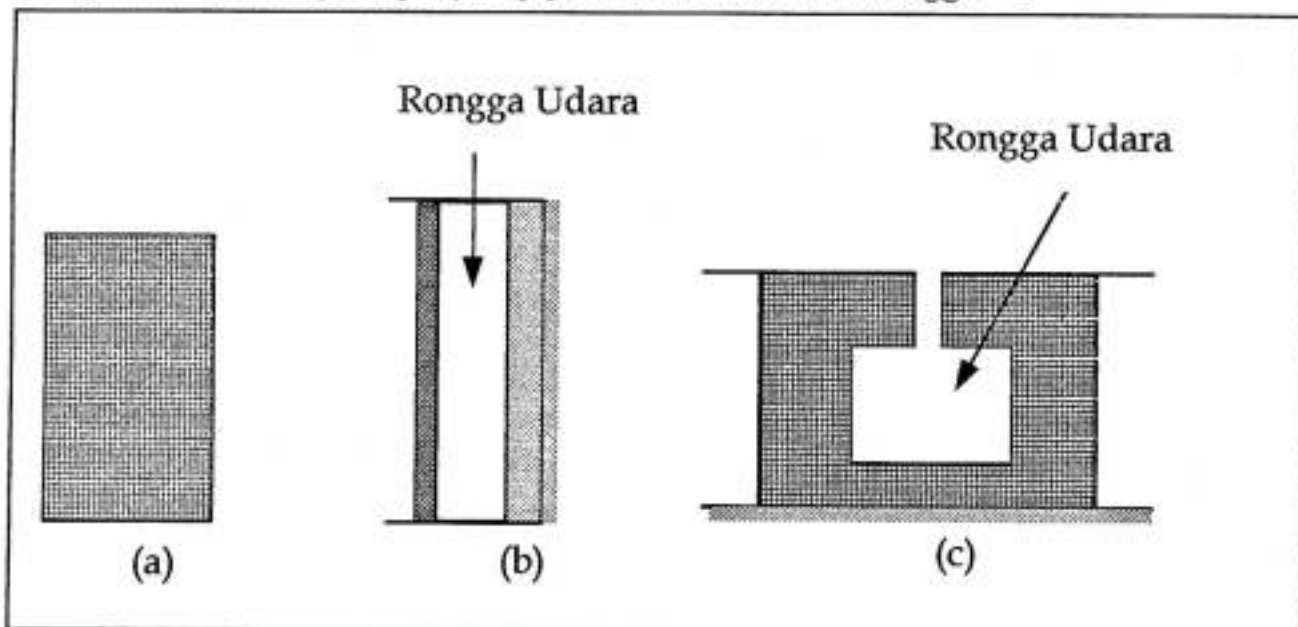
Jika koefisien penyerapan ruang lebih besar dari 0,1 digunakan persamaan <sup>(6)</sup>.

$$RT = \frac{0,161V}{-2,3 \log(I - \alpha)} \text{ detik} \quad (2.10)$$

dengan :  
RT = Waktu dengung (detik)  
V = Volume ruang (m<sup>3</sup>)  
A = Penyerapan ruang total (Sabin m<sup>2</sup>)  
 $\alpha$  = Koefisien penyerapan bunyi

## II.5. Bahan Penyerapan Bunyi

Bahan penyerapan bunyi yang digunakan dalam rancangan akustik ruangan atau yang dipakai sebagai pengendalian bunyi dalam ruang-ruang bising dapat diklasifikasikan menjadi : *bahan berpori, penyerap panel, dan resonator rongga* <sup>(3)</sup>.



Gambar 2.3. Bahan penyerapan. a) Bahan berpori, b) penyerap panel, c) Resonator berongga<sup>(4)</sup>.

### II.5.1 Bahan berpori

Penyerapan nada-nada tinggi adalah bahan-bahan yang mengandung banyak rongga udara atau berpori-pori lembut, seperti serabut gelas, serabut kayu, bahan-bahan organik sekaman kayu, serabut kelapa, merang jerami dan bahan sintesis berbentuk busa dan sebagainya. Semakin berpori semakin ringan suatu bahan dan semakin bagus ia selaku penyerap nada-nada tinggi. Proses penyerapan nada-nada tinggi (frekuensi tinggi menjadi gelombang pendek) adalah perubahan energi bunyi menjadi energi kalor dalam pori-pori ini. Bagian bunyi datang yang diubah menjadi energi panas diserap, sedangkan sisanya yang telah berkurang energinya, dipantulkan oleh permukaan bahan. Rongga udara menjadi medium bunyi saling bergesek dan mengeluarkan panas <sup>(7)</sup>.

### II.5.2 Penyerap panel

Tiap bahan kedap yang dipasang pada lapisan penunjang yang padat tetapi terpisah oleh suatu ruang udara dapat berfungsi sebagai penyerap panel dan akan bergetar bila tertumbuk oleh gelombang bunyi. Getaran lentur (*flexural*) dari panel akan menyerap sejumlah energi datang dengan mengubahnya menjadi energi panas <sup>(4)</sup>.

### II.5.3 Resonator rongga

Resonator rongga terdiri dari sejumlah udara tertutup yang dibatasi oleh dinding tegar dan dihubungkan oleh lubang/celah sempit (disebut leher) ke ruang sekitarnya, di mana gelombang bunyi merambat <sup>(4)</sup>.

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **III.1 Lokasi Pengambilan Bahan**

Ijuk sebagai bahan baku penelitian diperoleh dari pedagang lokal di Makassar.

#### **III.2 Alat dan Bahan**

##### **III.2.1 Alat**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Cetakan*, dengan ukuran: panjang 30 cm, lebar 25 cm dan tebal 1,5 cm.
2. *Sendok semen*, digunakan untuk meratakan dan menghaluskan campuran.
3. *Baskom*, tempat mencampur serat ijuk dan semen.
4. *Alat ukur panjang* (Jangka Sorong) dengan ketelitian 0,02 mm.
5. *Timbangan*, dengan ketelitian 0,1 gram digunakan untuk mengukur massa sampel dinding akustik .
6. *Alat Penekan* digunakan untuk mempres sampel dinding akustik.
7. *Alat uji kelenturan*, digunakan untuk mengukur kuat lentur.
8. *Gelas Ukur*, digunakan untuk mengukur air.
9. *Kotak kayu* dilengkapi dengan tutup kaca (tebal 5 mm), dengan ukuran: panjang 120 cm, lebar 25 cm dan tinggi 30 cm.
10. *Osilator Audio*, digunakan sebagai pengatur frekuensi bunyi.
11. *Loud Speaker*, digunakan sebagai penguat bunyi.
12. *Sound Level Meter*, digunakan untuk mengukur tingkat tekanan bunyi.

### III.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

1. Serat Ijuk .
2. Semen portland jenis I sebagai bahan perekat
3. Air suling sebagai bahan pelarut untuk menghomogenkan campuran.

### III.3 Prosedur Kerja

#### III.3.1 Pembuatan Sampel Dinding Akustik

Semen dan ijuk dicampur dalam wadah dengan komposisi yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

*Tabel 3.1 Perbandingan Semen, Ijuk dan Air*

Kode Sampel	Komposisi	Massa (gram)	
		Semen	Ijuk
I	10 : 2	800	160
II	10 : 3	800	240
III	10 : 4	800	320

Air yang digunakan sebanyak 400 ml pada setiap komposisi. Campuran yang telah diaduk rata (homogen) dimasukkan kedalam cetakan kayu dan disimpan selama 24 jam. Hasil cetakan berupa *sampel dinding akustik* selanjutnya dikeringkan dengan

penyinaran sinar matahari. Agar permukaan sampel dinding akustik tidak retak-retak maka sebelum dilakukan pengeringan terlebih dahulu dibasahi air.

### III.3.2 Uji Fisik

#### III.3.2.1 Susut kering

Sampel dinding akustik yang baru dicetak, masih basah, diukur panjang, lebar dan tebalnya. Setelah kering, diukur kembali panjang, lebar dan tebalnya dengan jangka sorong. Susut kering sampel dinding akustik dihitung dengan persamaan :

$$\text{Susut Kering} = \frac{(\text{Panjang basah} - \text{Panjang kering})}{\text{Panjang basah}} \times 100\% \quad (3.1)$$

#### III.3.2.2 Massa jenis

Dibuat contoh sampel dinding akustik dengan panjang 15 cm dan lebar 10 cm untuk setiap komposisi, kemudian diukur massanya. Massa jenis setiap sampel dihitung dengan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{m}{V_t} \quad (3.2)$$

dengan :  $\rho$  = massa jenis sampel ( $\text{gr/cm}^3$ )

$m$  = massa kering sampel (gr)

$V_t$  = Volume total sampel ( $\text{cm}^3$ )

### III.3.2.3 Daya Serap Air

Contoh sampel yang telah diukur massa keringnya direndam selama tiga hari, mudian dihitung daya serap airnya dengan persamaan :

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{B_p - B_k}{B_p} \cdot 100\% \quad (3.3)$$

Dengan :  $B_k$  = Berat kering (gr)

$B_p$  = Berat basah (gr)

### III.3.2.4 Porositas

Porositas sampel dinding akustik dihitung dengan persamaan :

$$\varepsilon = \frac{V_p}{V_t} \cdot 100\% \quad (3.4)$$

dengan :  $V_p = \frac{B_p - B_k}{\rho_{\text{air}}}$

$\rho_{\text{air}}$  pada suhu percobaan,  $26^\circ\text{C} = 0,997 \text{ gr/cm}^3$



### III.3.3 Uji Mekanik

#### III.3.3.1 Kuat Lentur

Dibuat contoh sampel dengan panjang 25 cm dan lebar 10 cm. Sampel diletakkan dibawah alat penekan dan ditekan hingga sampel patah. Jarum akan menunjukkan beban yang diberikan pada sampel.

Kuat lentur dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\sigma_{lt} = \frac{3xGxP}{2xLxT^2} \quad (3.6)$$

dengan:  $\sigma_{lt}$  = Kuat lentur sampel (N/m<sup>2</sup>)

G = Beban patah (N)

P = Jarak tumpuan (m)

L = Lebar sampel (m)

T = Tebal sampel (m)

### III.3.4 Uji Penyerapan Bunyi

Prosedur pengujian penyerapan bunyi sampel dinding akustik adalah :

- a. Mengukur tingkat tekanan bunyi yang langsung dari sumber (*Loud Speaker*) dengan menggunakan alat ukur (*Sound Level Meter*).
- b. Meletakkan sumber bunyi (*Loud Speaker*) dan alat ukur (*Sound Level Meter*) di dalam kotak pengujian. Jarak sumber bunyi dengan alat ukur adalah 59 cm. Jarak ini tetap untuk semua pengukuran.
- c. Mengukur tingkat tekanan bunyi pada saat kotak pengujian kosong (sebelum sampel dinding akustik dipasang).
- d. Beberapa sampel dinding akustik (komposisi sama) diletakkan pada lantai dan dinding kotak pengujian, kemudian mengukur tingkat tekanan bunyi pada masing-masing frekuensi audio. Pengukuran dilakukan secara bergantian untuk setiap komposisi.
- e. Pengukuran tingkat tekanan bunyi sebelum dan sesudah sampel dinding akustik dipasang dilakukan dalam dua arah yaitu alat ukur menghadap dan membelakangi sumber bunyi pada masing-masing frekuensi (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz) .

### III.3.4.1 Reduksi Bunyi (NR)

Reduksi bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$NR = L_o - L_l \quad (3.7)$$

dengan : NR = Reduksi Bunyi (dB)

$L_o$  = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dipasang (dB)

$L_l$  = Tingkat tekanan bunyi setelah sampel dipasang (dB)

### III.3.4.2 Koefisien Penyerapan Bunyi

Koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik ( $\alpha$ ) dihitung dengan menggunakan persamaan (2.7) atau menggunakan persamaan berikut :

$$\alpha = \frac{TTBS - L_1}{TTBS} \quad (3.8)$$

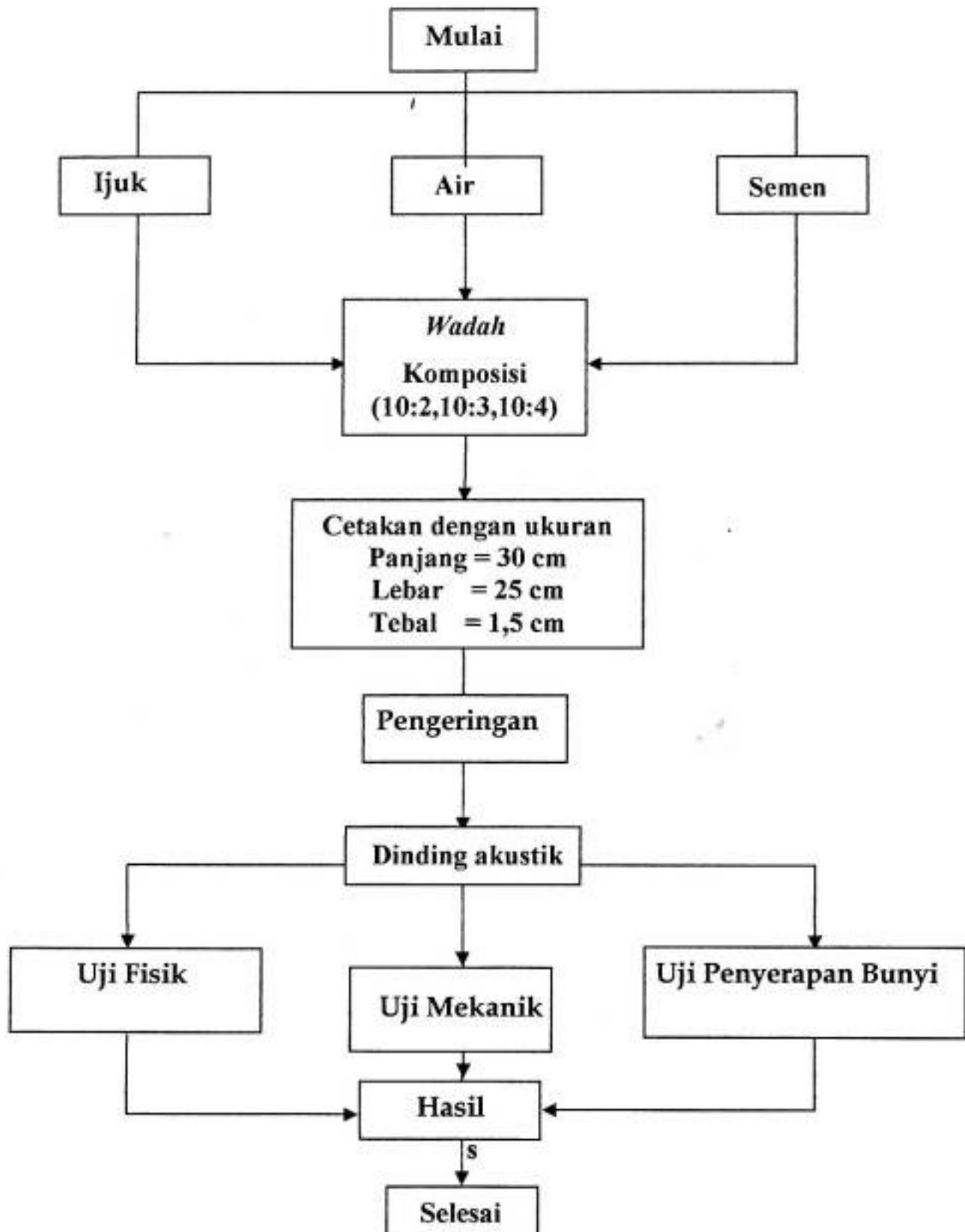
dengan : TTBS = Tingkat tekanan bunyi langsung dari sumber (dB)

$L_1$  = Tingkat tekanan bunyi setelah sampel dinding akustik di pasang (dB)

### III.3.4.3 Waktu Dengung (RT)

Waktu dengung sampel dinding akustik dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9) dan (2.10)

### III.3.5 Bagan Alur Penelitian



**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**IV.1 Hasil Uji Fisik**

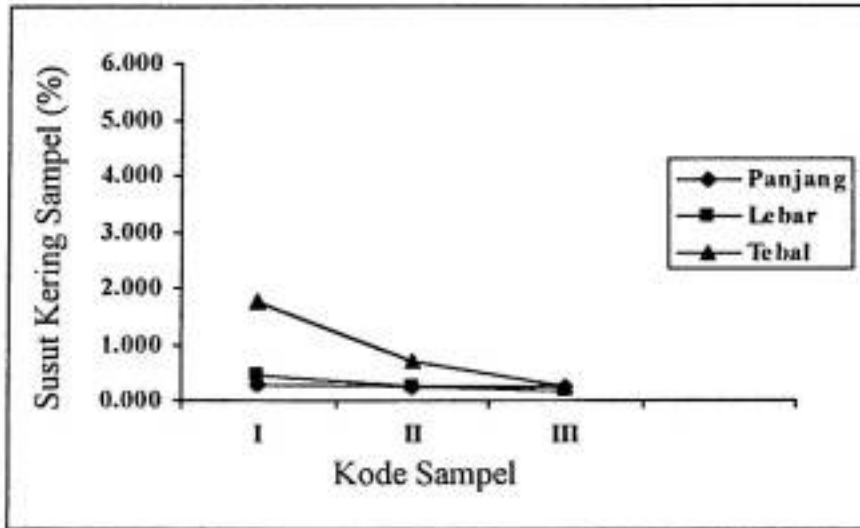
**IV.1.1 Susut Kering**

Susut kering ketiga sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan lampiran A.1.

**Tabel 4.1 Susut kering sampel dinding akustik**

Kode sampel	Susut Kering (%)			Rata - Rata Susut Kering(%)
	P	L	T	
I	0,29	0,43	1,77	0,83
II	0,25	0,26	0,58	0,36
III	0,24	0,17	0,25	0,22

Ketiga sampel mengalami penyusutan yang sangat kecil. Rata-rata penyusutan sampel I hanya mencapai 0,83 %, sampel II (0,36 %) dan susut kering paling kecil diperoleh pada sampel III, yaitu mencapai 0,22 %. Susut kering ketiga sampel dinding akustik digambarkan dalam grafik pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Grafik susut kering sampel dinding akustik

Pada Gambar 4.1 susut kering turun dengan penambahan komposisi ijuk. Hal ini disebabkan karena sifat ijuk yang ukurannya kasar dan kaku sehingga sulit bersenyawa dengan semen yang lebih halus.

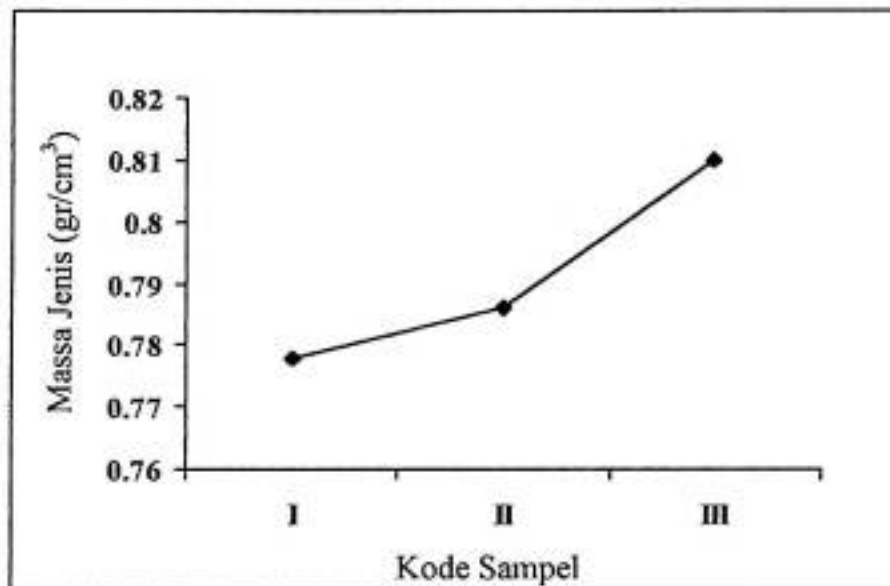
#### IV.1.2 Massa Jenis

Massa jenis sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Lampiran A.2.

**Tabel 4.2** Massa jenis sampel dinding akustik

Kode Sampel	Massa Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )
I	0,78
II	0,79
III	0,81

Ketiga sampel dinding akustik mengalami peningkatan massa jenis. Komposisi semen yang tetap dengan ijuk yang semakin bertambah menyebabkan massa jenis semakin meningkat. Massa jenis sampel dinding akustik ditunjukkan pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2 Grafik massa jenis sampel dinding akustik**

Massa jenis naik dari sampel I hingga sampel III. Semakin banyak komposisi ijuknya, semakin padat sampel dinding akustik. Hal ini disebabkan karena sifat fisik ijuk yang kasar dan kaku sehingga sukar dimanipulasi.

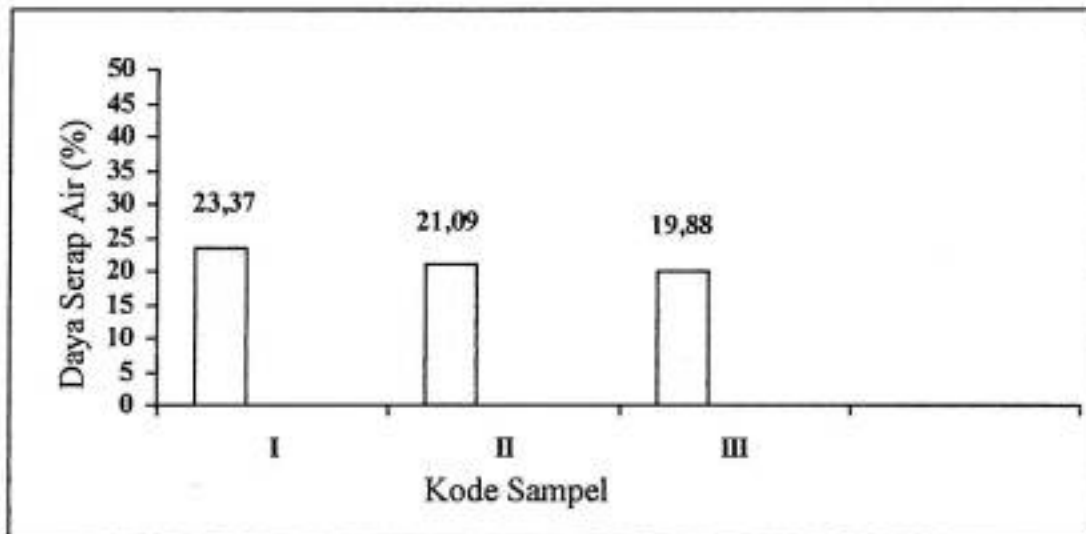
#### IV.1.3 Daya Serap Air

Hasil perhitungan daya serap air sampel dinding akustik setelah direndam selama 3 hari, ditunjukkan pada Tabel 4.3 dan Lampiran A.2

**Tabel 4.3** Daya serap air sampel dinding akustik

Kode Sampel	Daya Serap Air (%)
I	23,37
II	21,09
III	19,88

Daya serap air ketiga sampel dinding akustik di bawah 35 %, memenuhi standar mutu bahan bangunan<sup>(1)</sup>. Perbandingan daya serap air sampel dinding akustik digambarkan dalam grafik pada Gambar 4.3.



**Gambar 4.3** Grafik daya serap air sampel dinding akustik

Daya serap air turun dengan penambahan komposisi ijuk. Hal ini disebabkan semakin banyak ijuknya maka semakin sedikit rongga yang terbentuk atau sampel dinding akustik menjadi padat dan sifat fisik ijuk yang tidak menyerap air atau kedap air.





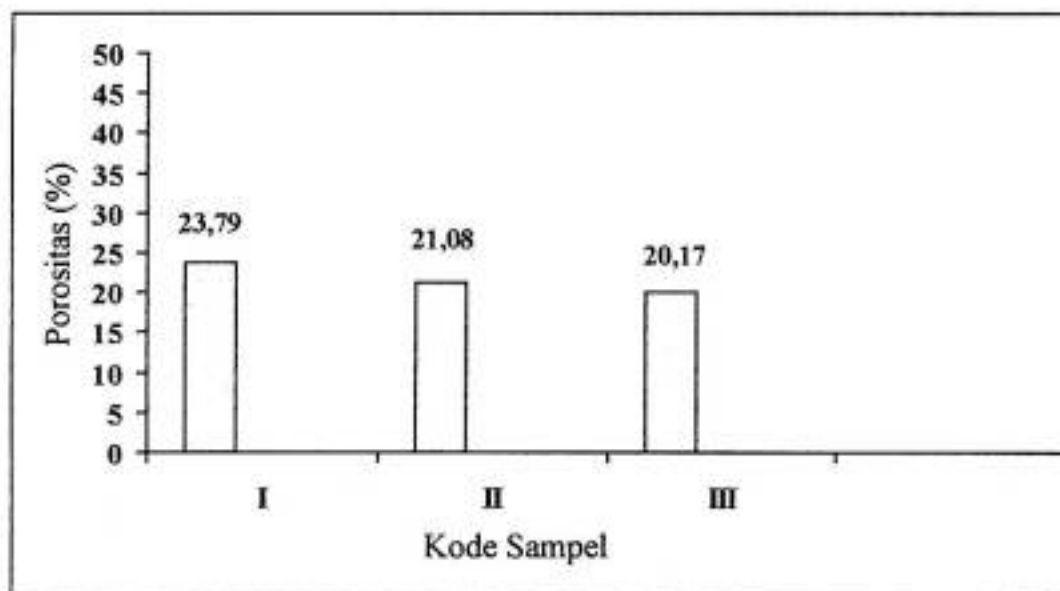
#### IV.1.4 Porositas

Porositas ketiga sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Lampiran A.2

**Tabel 4.4 Porositas sampel dinding akustik**

sKode	Sampel	Porositas (%)
	I	23,79
	II	21,08
	III	20,17

Perbandingan porositas ketiga sampel dinding akustik digambarkan dalam grafik pada Gambar 4.4.



**Gambar 4.4 Grafik porositas sampel dinding akustik**

Gambar 4.4 memperlihatkan porositas semakin kecil dengan penambahan ijuk.

Porositas berhubungan langsung dengan kemampuan sampel dinding akustik dalam

menyerap air, yang berarti semakin kecil daya serap airnya, semakin kecil pula porositasnya.

## IV.2 Hasil Uji Mekanik

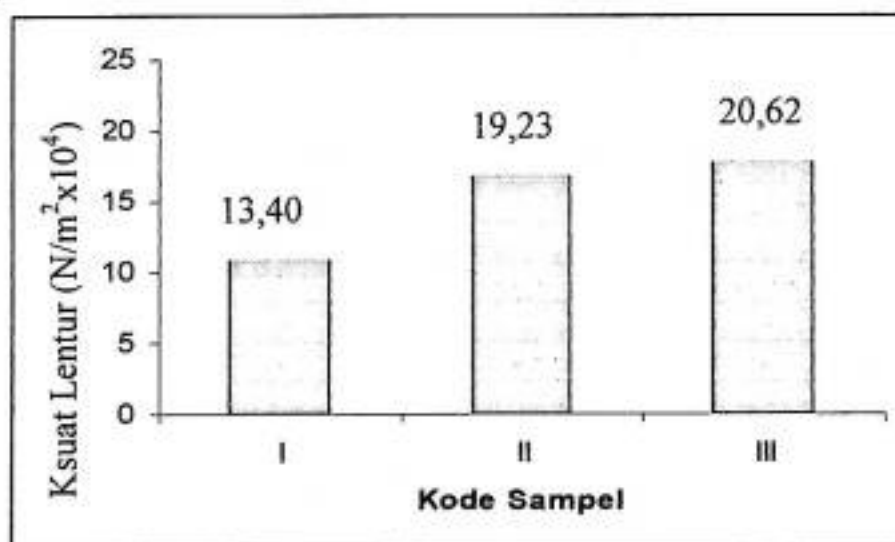
### IV.2.1 Kuat Lentur

Perbandingan kuat lentur ketiga sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Lampiran B.

**Tabel 4.5 Kuat lentur sampel dinding akustik**

Kode Sampel	Kuat Lentur ( $N/m^2 \times 10^4$ )
I	13,40
II	19,23
III	20,62

Perbandingan kuat lentur sampel dinding akustik dapat dilihat pada grafik (Gambar 4.5).



**Gambar 4.5 Grafik kuat lentur sampel dinding akustik**

Semakin banyak komposisi ijuknya semakin besar kuat lenturnya. Kuat lentur sampel I hanya mencapai  $13,40 \text{ N/m}^2 \times 10^4$ , sampel II naik menjadi  $19,23 \text{ N/m}^2 \times 10^4$  dan sampel III mencapai  $20,62 \text{ N/m}^2 \times 10^4$ . Kuat lentur naik dengan penambahan ijuk karena ijuk bersifat lentur dan tidak mudah patah. Kuat lentur sampel dinding akustik, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 merupakan pembebanan maksimum yang harus diberikan.

### IV.3 Hasil Uji Penyerapan Bunyi

#### IV.3.1 Reduksi Bunyi (NR)

##### IV.3.1.1 Reduksi bunyi untuk alat ukur menghadap ke sumber bunyi

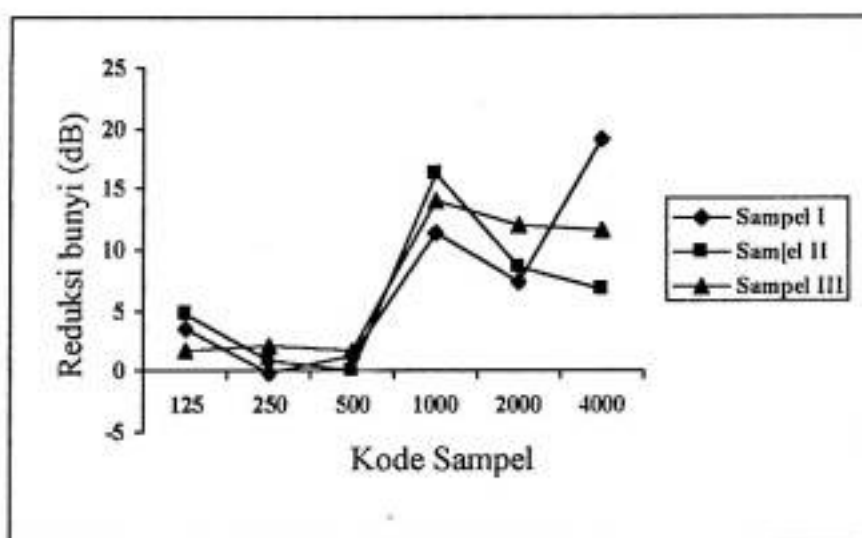
Hasil perhitungan reduksi bunyi sampel dinding akustik menghadap sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Lampiran C.4.

**Tabel 4.6 Reduksi bunyi sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap sumber bunyi**

Kode Sampel	Reduksi Bunyi (dB)					
	125Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	3,56	-0,20	1,36	11,38	7,44	19,12
II	4,72	0,82	0,02	16,26	8,54	6,78
III	1,70	2,14	1,60	13,96	12,02	11,68

Pada frekuensi 250 Hz untuk sampel I didapatkan nilai negatif, karena pada frekuensi tersebut, tingkat tekanan bunyi yang dipantulkan oleh sampel dinding akustik lebih besar dibandingkan dengan tingkat tekanan bunyi pada saat kotak pengujian kosong

atau ( $L_0 < L_1$ ). Nilai reduksi bunyi ketiga sampel kecil rata-rata dibawah 50 dB. Hal ini karena sebagian bunyi terserap oleh dinding kotak pengujian sebelum sampel dinding akustik dipasang ( $L_0$ ) atau bunyi tidak dipantulkan sempurna oleh dinding kotak pengujian. Gambar 4.6 memperlihatkan perubahan reduksi bunyi dari sampel dinding akustik terhadap frekuensi, berdasarkan karakteristik dan komposisi bahan yang dikandungnya.



**Gambar 4.6 Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik yang menghadap ke sumber bunyi**

Reduksi bunyi paling tinggi didapatkan pada sampel I yang mencapai 19,12 dB pada frekuensi 4000 Hz, artinya sampel I cukup baik mereduksi bunyi pada frekuensi 4000 Hz. Sedangkan reduksi bunyi paling kecil didapatkan pada sampel II dan III dengan reduksi bunyi maksimum hanya mencapai 16,26 dB dan 13,96 dB pada frekuensi 1000 Hz. Berdasarkan karakteristik dan komposisi bahan yang dikandungnya, sampel I mengandung serat ijuk yang sedikit dibandingkan sampel II dan sampel III, artinya

sampel I membentuk rongga yang banyak dan mempunyai porositas yang tinggi. Berdasarkan teori <sup>(4)</sup>, bahan berpori merupakan bahan penyerap bunyi yang baik.

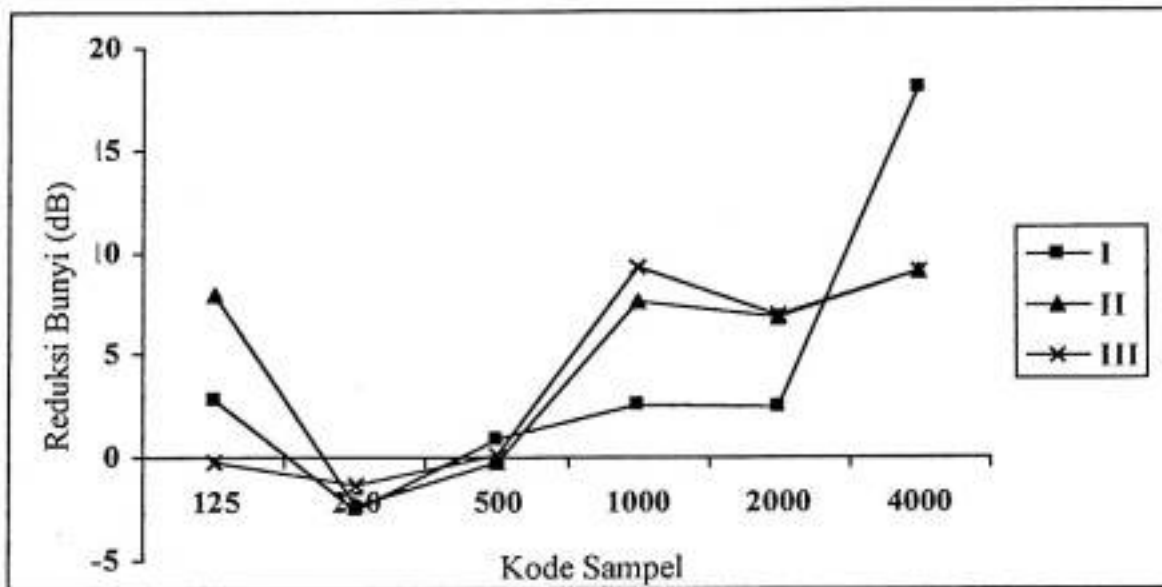
#### IV.3.1.2 Reduksi bunyi untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi

Reduksi bunyi ketiga sampel untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Lampiran C.5.

**Tabel 4.7 Reduksi bunyi sampel dinding akustik untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi**

Kode sampel	Reduksi Bunyi (dB)					
	125Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	2,78	-2,50	0,90	2,56	2,48	18,04
II	7,96	-2,28	-2,22	7,56	6,78	9,04
III	-0,24	-1,30	-0,14	9,34	6,94	9,10

Reduksi bunyi ketiga sampel kecil, rata-rata dibawah 50 dB. Pada sampel I, II dan III didapatkan reduksi bunyi yang bernilai negatif untuk frekuensi 125 Hz, 250 Hz dan 500 Hz, karena pada frekuensi tersebut  $L_1 > L_0$ . Perubahan reduksi bunyi ketiga sampel dinding akustik terhadap frekuensi dapat dilihat pada Gambar 4.7.



**Gambar 4.7 Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik membelakangi sumber bunyi**

Nilai reduksi bunyi maksimum dari sampel I dan II didapatkan pada frekuensi 4000 Hz yang mencapai 18,04 dB dan 9,04 dB. Untuk sampel III, reduksi bunyi maksimum mencapai 9,34 dB pada frekuensi 1000 Hz. Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi lebih besar dibandingkan dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi. Untuk posisi alat ukur menghadap ke sumber bunyi didapatkan reduksi bunyi paling tinggi pada frekuensi 4000 Hz yang mencapai 19,12 dB. Sedangkan untuk posisi alat ukur membelakangi sumber bunyi hanya mencapai 18,04 dB pada frekuensi 4000 Hz. Jika alat ukur membelakangi sumber bunyi maka tingkat tekanan bunyi yang terukur merupakan pantulan dari sampel dinding akustik.



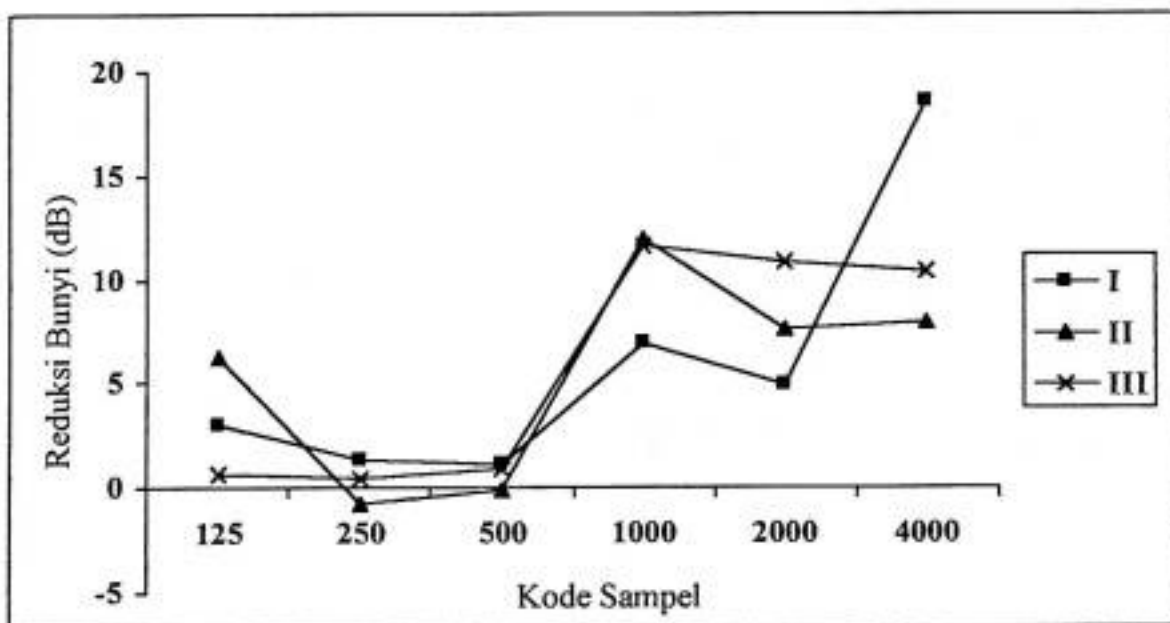
#### IV.3.1.3 Reduksi bunyi rata – rata

Reduksi bunyi rata – rata merupakan rata – rata antara reduksi bunyi yang menghadap ke sumber bunyi dan reduksi bunyi yang membelakangi sumber bunyi. Hasil perhitungan reduksi bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Lampiran C.6.

**Tabel 4.8. Reduksi bunyi rata – rata sampel dinding akustik**

Kode sampel	Reduksi Bunyi (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	3,08	1,34	1,13	6,97	4,96	18,85
II	6,25	-0,74	-0,10	11,91	7,66	7,91
III	0,64	0,42	0,87	11,65	10,85	10,39

Pada sampel II (frekuensi 250 Hz dan 500 Hz) bernilai negatif karena  $L_0 < L_1$ . Gambar 4.8 memperlihatkan perubahan reduksi sampel dinding akustik terhadap frekuensi.



**Gambar 4.8 Grafik reduksi bunyi rata - rata**

Reduksi bunyi rata-rata sampel dinding akustik yang paling tinggi didapatkan pada sampel I dengan reduksi bunyi mencapai 18,85 dB pada frekuensi 4000 Hz, artinya sampel I cukup baik mereduksi bunyi pada frekuensi 4000 Hz. Sedangkan reduksi bunyi paling kecil didapatkan pada sampel II dan sampel III yang mencapai 11,91 dB dan 11,65 dB pada frekuensi 1000 Hz. Sampel I dengan kandungan ijuk yang sedikit dibandingkan dengan sampel II dan sampel III mempunyai banyak rongga yang baik untuk bahan penyerap bunyi.

#### IV.3.2 Koefisien Penyerapan Bunyi

##### IV.3.2.1 Koefisien penyerapan untuk alat ukur menghadap ke sumber bunyi

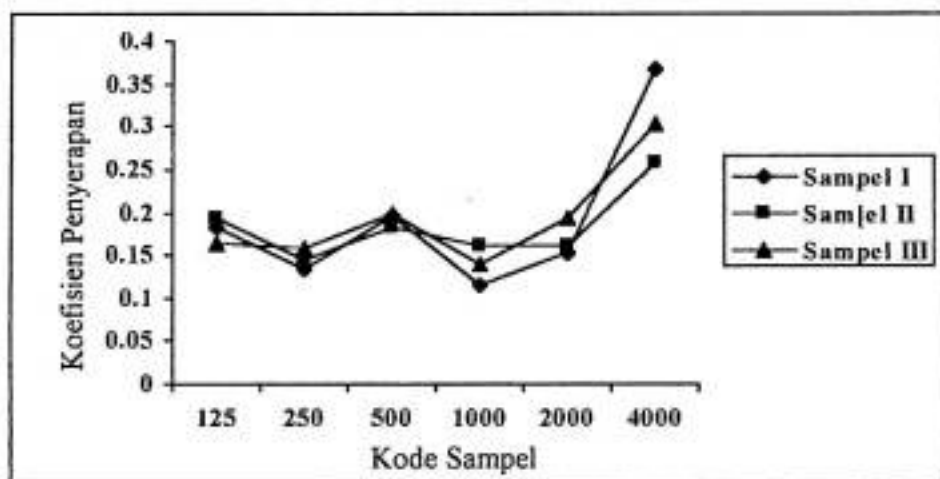
Hasil perhitungan koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap ke sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Lampiran C.10.

**Tabel 4.9 Koefisien penyerapan sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap sumber bunyi**

Kode sampel	Koefisien Penyerapan					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	0,18	0,14	0,19	0,12	0,15	0,37
II	0,19	0,15	0,18	0,16	0,16	0,26
III	0,16	0,16	0,19	0,14	0,19	0,30



Koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik rata –rata di bawah 0.5 yang berarti tingkat tekanan bunyi yang terserap oleh sampel dinding akustik masih di bawah 50 %. Perubahan koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik terhadap frekuensi dan perbedaan koefisien penyerapan bunyi sampel berdasarkan karakteristik dan komposisi bahan dapat dilihat pada Gambar 4.9.



**Gambar 4.9 Koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap ke sumber bunyi**

Koefisien penyerapan bunyi sampel I, II dan III minimum pada frekuensi 250 Hz dan maksimum pada frekuensi 4000 Hz. Koefisien penyerapan bunyi paling tinggi didapatkan pada sampel I dengan koefisien penyerapan maksimum 0,37. Pada sampel II (frekuensi 4000 Hz) koefisien penyerapannya lebih kecil dibandingkan dengan sampel III. Hal ini disebabkan oleh tingkat tekanan bunyi sampel II lebih besar daripada sampel III. Bahan yang berongga merupakan bahan penyerap bunyi yang baik, seperti pada sampel I.

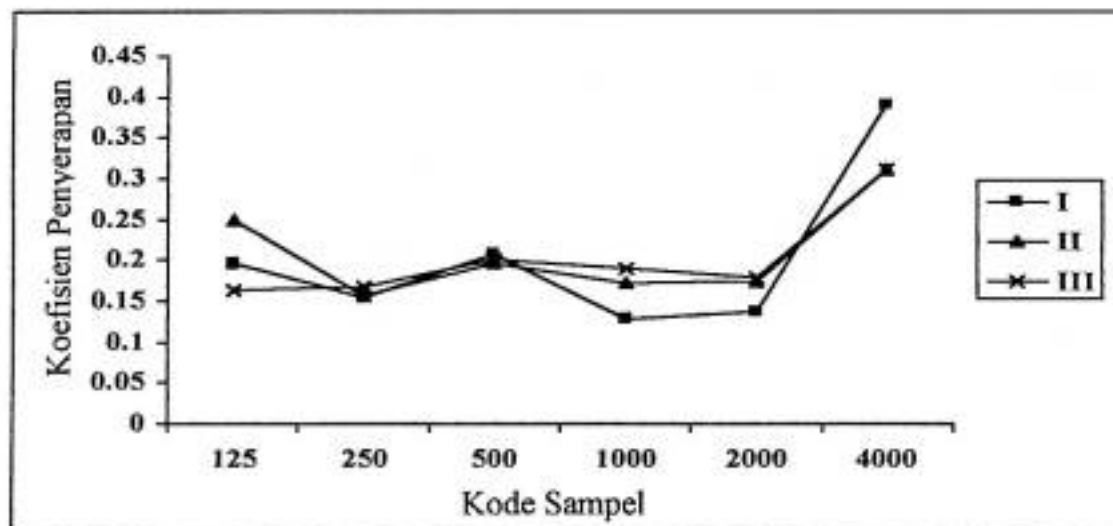
#### IV.3.2.2 Koefisien penyerapan bunyi untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi

Koefisien penyerapan ketiga sampel dinding akustik untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Lampiran C.11.

**Tabel 4.10 Koefisien penyerapan sampel dinding akustik untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi**

Kode sampel	Koefisien Penyerapan					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	0,19	0,16	0,20	0,13	0,14	0,39
II	0,25	0,16	0,19	0,17	0,16	0,31
III	0,16	0,17	0,20	0,19	0,18	0,31

Koefisien penyerapan sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap sumber bunyi lebih kecil dibandingkan dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi, karena tingkat tekanan bunyi sampel dinding akustik yang menghadap sumber bunyi lebih besar daripada yang membelakangi sumber bunyi.



**Gambar 4.10 Grafik koefisien penyerapan sampel dinding akustik untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi**

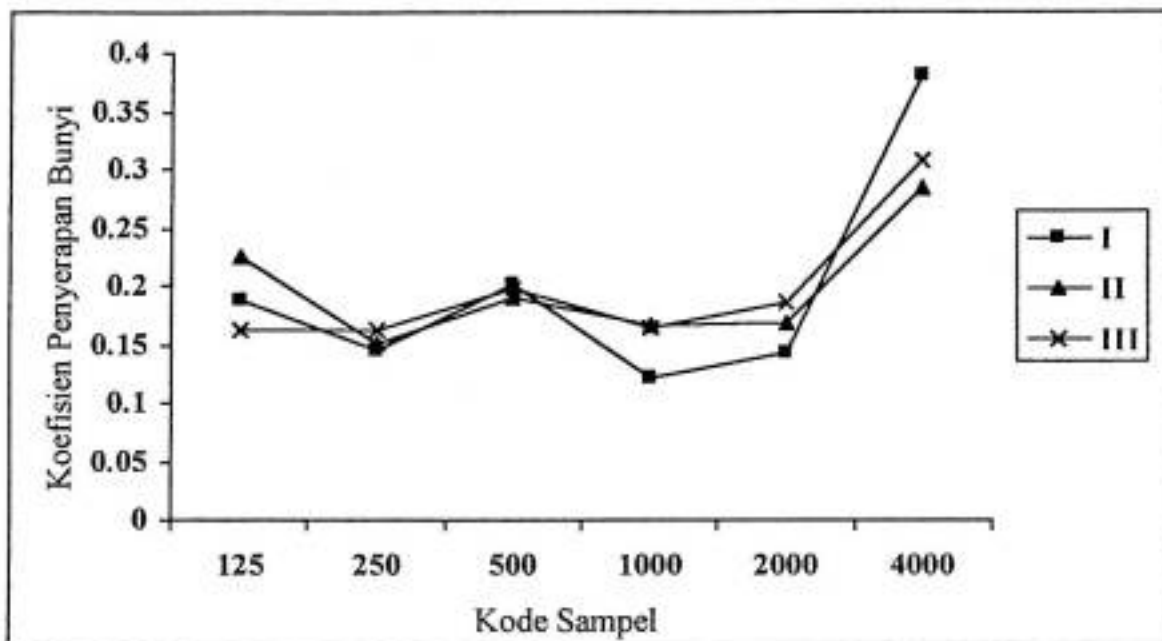
#### IV.3.2.3 Koefisien penyerapan rata – rata

Koefisien penyerapan rata – rata merupakan rata – rata koefisien penyerapan untuk alat ukur yang menghadap ke sumber bunyi dengan alat ukur yang membelakangi sumber bunyi. Hasil perhitungan koefisien penyerapan rata – rata dari ketiga sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Lampiran C.12

**Tabel 4.11 Koefisien penyerapan rata – rata sampel dinding akustik**

Kode sampel	Koefisien Penyerapan					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	0,19	0,15	0,20	0,12	0,14	0,38
II	0,22	0,15	0,19	0,17	0,17	0,29
III	0,16	0,16	0,19	0,16	0,18	0,31

Koefisien penyerapan bunyi paling tinggi diperoleh pada sampel I, yaitu mencapai 0,38 pada frekuensi 4000 Hz. Gambar 4.11 memperlihatkan perubahan koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik terhadap frekuensi dan perbedaan koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik berdasarkan karakteristik dan komposisi bahan.



**Gambar 4.11 Grafik koefisien penyerapan bunyi rata-rata**

Koefisien penyerapan bunyi rata-rata sampel I, II dan III minimum pada frekuensi 250 Hz dan maksimum pada frekuensi 4000 Hz. Koefisien penyerapan bahan berongga berubah terhadap frekuensi.

### IV.3.3 Waktu Dengung

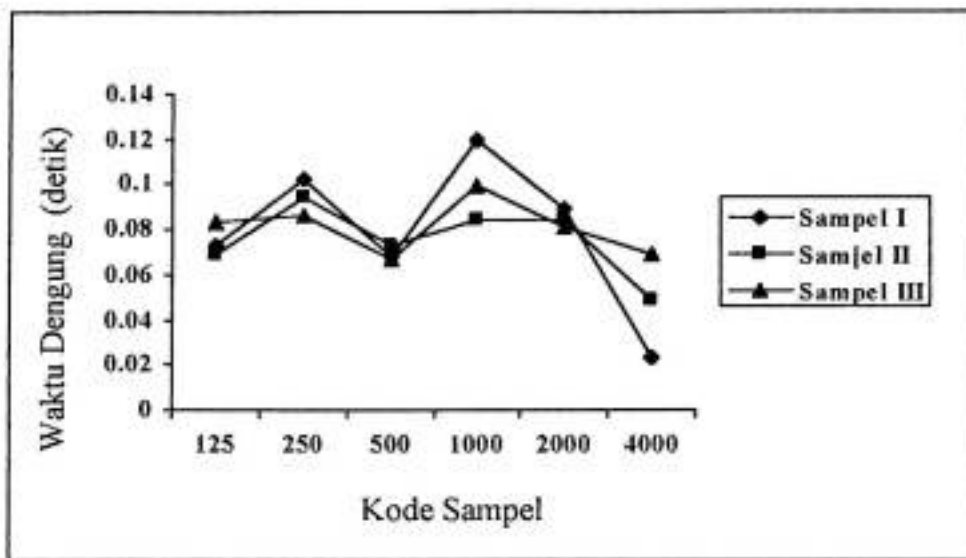
#### IV.3.3.1 Waktu dengung untuk alat ukur menghadap sumber bunyi

Waktu dengung sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Lampiran C.10

**Tabel 4.12 Waktu dengung sampel dinding akustik untuk alat ukur  
menghadap sumber bunyi**

Kode sampel	Waktu Dengung (detik)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	0,07	0,10	0,07	0,12	0,09	0,03
II	0,07	0,09	0,07	0,08	0,08	0,04
III	0,08	0,07	0,07	0,09	0,08	0,04

Waktu dengung semua sampel dinding akustik di bawah 0,2 detik, nilai ini sangat kecil karena bunyi menyebar dalam ruangan (kotak) yang bervolume kecil. Waktu dengung juga dipengaruhi oleh penyerapan bunyi sampel dinding akustik yang diisolasi pada dinding dan alas kotak pengujian. Semakin baik penyerapan bunyi sampel dinding akustik maka semakin pendek waktu dengung yang terjadi dalam ruangan (kotak pengujian), seperti pada sampel I. Hal ini disebabkan setelah sumber bunyi dimatikan, bunyi yang masih tinggal akan terserap oleh sampel dinding akustik.



**Gambar 4.12 Grafik waktu dengung sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap sumber bunyi**

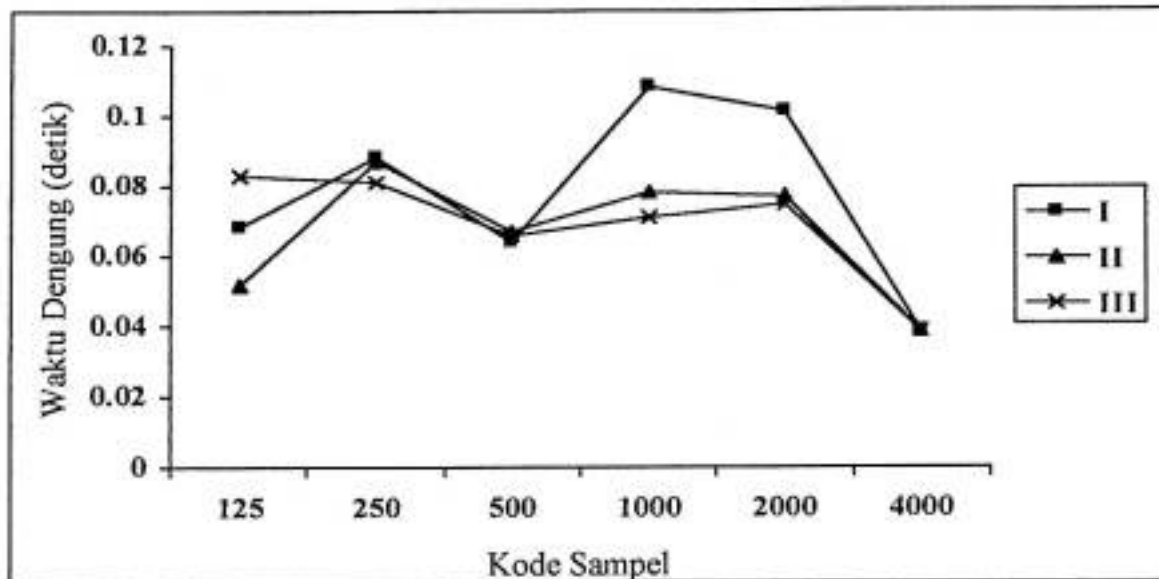
#### IV.3.3.2 Waktu dengung untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi

Waktu dengung sampel dinding akustik untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.13 dan Lampiran C.11.

**Tabel 4.13 Waktu dengung sampel dinding akustik untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi**

Kode sampel	Waktu Dengung (detik)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	0,06	0,08	0,06	0,11	0,10	0,03
II	0,05	0,09	0,07	0,08	0,08	0,04
III	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,04

Waktu dengung ketiga sampel untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi lebih kecil dibandingkan dengan untuk alat ukur menghadap sumber bunyi, karena



**Gambar 4.13 Grafik waktu dengung sampel dinding akustik untuk alat ukur membelakangi sumber bunyi**

koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap sumber bunyi cukup baik.

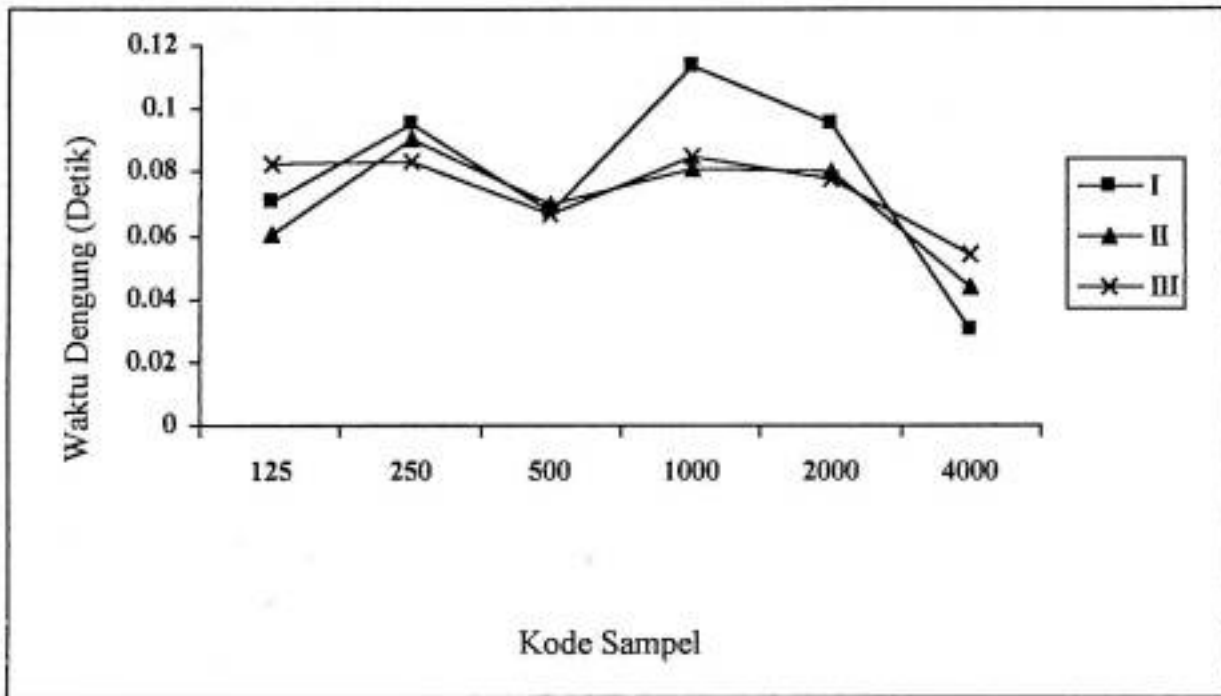
#### IV.3.3.3 Waktu dengung rata-rata

Waktu dengung rata-rata merupakan waktu dengung dari sampel dinding akustik untuk alat ukur menghadap ke sumber bunyi. Nilai waktu dengung ketiga sampel dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Lampiran C.12.

**Tabel 4.14 Waktu dengung rata-rata sampel dinding akustik**

Kode sampel	Waktu Dengung (detik)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
I	0,07	0,09	0,07	0,11	0,09	0,03
II	0,01	0,09	0,07	0,08	0,08	0,04
III	0,08	0,08	0,06	0,09	0,08	0,04

Waktu dengung rata-rata ketiga sampel dinding akustik di bawah 0,2 detik. Waktu dengung terendah dari ketiga sampel didapatkan pada frekuensi 4000 Hz, karena pada frekuensi tersebut penyerapan bunyinya cukup baik. Perubahan waktu dengung rata-rata sampel dinding akustik terhadap frekuensi dapat dilihat pada Gambar 4.14.



**Gambar 4.14 Grafik waktu dengung rata-rata sampel dinding akustik**



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **V.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dibuat dinding akustik dari bahan campuran antara semen dan serat ijuk dengan tiga macam komposisi.
2. Sifat fisik dan sifat mekanik dinding akustik memenuhi standar mutu Bahan Bangunan Nasional.
3. Reduksi bunyi rata-rata dinding akustik maksimum pada frekuensi 4000 Hz yaitu 18,85 dB, diperoleh pada sampel I.
4. Koefisien penyerapan bunyi rata-rata dinding akustik maksimum pada frekuensi 4000 Hz, yaitu 0,38 pada sampel I.
5. Waktu dengung rata-rata dinding akustik sangat kecil yaitu dibawah 0,2 detik.

#### **V.2 Saran**

1. Sebaiknya dilakukan pengujian pada tebal yang berbeda.
2. Sebaiknya menggunakan kotak pengujian lebih besar yang ukurannya sama dengan dinding akustik yang sebenarnya dan terbuat dari bahan padat atau pamanstul bunyi sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim,(1989), *Mutu dan Cara Uji Lembaran Serat Semen*, SNI 15-0233
2. Callister,W,D., (1985), *Materials Science and Angineering*, John Willey & Sons Inc, New York.
3. Cromer, Alan H., (1994), *Fisika Untuk Ilmu-Ilmu Hayati*, Edisi Kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
4. Doelle, L., (1993), *Akustik Lingkungan*, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga
5. Ernawati, (2001), *Pemanfaatan Serbuk Ijuk Dalam Penyerapan Logam Berat Fe*, Skripsi Kimia, Universitas Hasanuddin, Makassar.
6. Lord, Peter dan Templeton, D., (2001), *Detail Akustik*, Alih Bahasa Paulus Hanoto A., Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga.
7. Mangunwijaya, Y.B., (2002), *Pengantar Fisika Bangunan*, Edisi Keenam, Penerbit Djambatan, Jakarta.
8. Rachman Dj, A. dan Hamid, Sumarni, (1999), *Analisis Kuat Tarik Beton Berserat Ijuk*, Balai Penelitian Unhas
9. Sudirman, (1990), *Analisa Kualitatif dan Struktur Kristal Bahan Semen Portland Hasanuddin*, Ujung Pandang.
10. Sunanto, H., (1993), *Aren Budidaya dan Multigunanya*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
11. Syahrul,(2000), *Pemanfaatan Sekam Padi Untuk Pembuatan Dinding Akustik*, Skripsi Fisika, Universitas Hasanuddin, Makassar.
12. Tipler, Paul A., (1998), *Fisika Untuk Sains dan Teknik*, Alih Bahasa L. Prasetio, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga.

Lampiran-Lampiran

## LAMPIRAN A

### DATA PENGUKURAN UJI FISIK

Lampiran A.1 Susut kering sampel dinding akustik

Kode Sampel	Ukuran Basah (Cm)			Ukuran Kering (Cm)			Selisih (Cm)			Susut Kering (%)			Rata-Rata Susut Kering (%)
	P	L	T	P	L	T	P	L	T	P	L	T	
I	30,01	25,03	1,53	29,92	24,92	1,50	0,09	0,11	0,03	0,29	0,43	1,77	0,83
II	30,01	25,01	1,56	29,94	24,94	1,55	0,07	0,06	0,01	0,25	0,26	0,58	0,36
III	30,02	25,04	1,58	29,95	24,99	1,58	0,07	0,04	0,01	0,24	0,17	0,25	0,22

Keterangan :

P = Panjang

L = Lebar

T = Tebal

Lampiran A.2 Data Pengukuran massa jenis, daya serap air dan porositas sampel dinding akustik

Kode Sampel	Ukuran (Cm)			BK (gr)	BP (gr)	BP-BK (gr)	Vt (Cm3)	Vp (Cm3)	Massa jenis (gram/cm <sup>3</sup> )	Daya Serap Air (%)	Porositas (%)
	P	L	T								
I	14,89	9,90	1,57	179,95	234,82	54,87	231,29	55,05	0,78	23,37	23,79
II	14,88	10,11	1,62	191,95	243,24	51,29	244,07	51,46	0,78	21,08	21,08
III	14,88	10,02	1,63	196,72	245,54	48,82	242,79	48,98	0,81	19,88	20,17

Keterangan :

Bk = Berat Kering

Bp = Berat Basah

Vt = Volume total sampel

Vp = Volume porositas sampel

**LAMPIRAN B**  
**DATA PENGUKURAN UJI MEKANIK**

Lampiran B.1 Data pengukuran kuat tekan dan kuat lentur sampel dinding akustik

Kode Sampel	Ukuran (cm)			Jarak Tumpuan (Cm <sup>2</sup> )	Beban Patah (N)	Kuat Lentur (N/m <sup>2</sup> x10 <sup>4</sup> )
	P	L	T			
I	24,90	9,716	1,52	20	10	13,40
II	24,50	9,71	1,50	20	14	19,23
III	24,90	9,70	1,50	20	15	20,62

**LAMPIRAN C**  
**DATA PENGUKURAN PENYERAPAN BUNYI**

Lampiran C.1 Pengukuran tingkat tekanan bunyi menghadap ke sumber bunyi

Kode	Tingkat Tekanan Bunyi (dB)					
	125 Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
TTBs	96,6	98,9	108,8	109,2	110,4	113
	96,7	98,9	108,7	109	110,5	111,2
	96,5	98,9	108,5	109,3	110,9	111,3
	96,4	99	108,7	109,1	110,8	111,5
	96,5	99	108,9	109	110,9	111,1
<b>Rata-rata</b>	<b>96,5</b>	<b>98,9</b>	<b>108,7</b>	<b>109,1</b>	<b>110,7</b>	<b>111,6</b>
Lo	98	85,3	93,3	107,6	100	94
	79,3	85,4	88,5	107,8	101,3	93,3
	77	85,5	87,5	107,9	102,2	86,6
	79,1	85,4	87,4	108	101,4	86,9
	78,2	85,5	87,5	107,9	101,6	86,8
<b>Rata-rata</b>	<b>82,4</b>	<b>85,4</b>	<b>88,8</b>	<b>107,8</b>	<b>101,3</b>	<b>89,5</b>
I	80,6	87,5	87,7	96,1	96	72,4
	79	86,5	87,4	96,4	94	70,2
	78,5	84,7	87,5	96,5	93,7	71
	78,3	82,5	87,4	96,6	93	69,1
	78,2	86,9	87,4	96,7	92,6	69,3
<b>Rata-rata</b>	<b>78,9</b>	<b>85,6</b>	<b>87,4</b>	<b>96,4</b>	<b>93,8</b>	<b>70,4</b>
II	78,3	84,3	89	94	93	84,2
	77,8	84,6	88,9	91,2	92	83,6
	77,5	84,7	88,8	91	94,1	82,3
	77,8	84,6	88,7	90,9	92,5	81,9
	77,4	84,8	88,7	90,8	92,2	81,7
<b>Rata-rata</b>	<b>77,7</b>	<b>84,6</b>	<b>88,8</b>	<b>91,5</b>	<b>92,7</b>	<b>82,7</b>
III	80,9	83,6	87,4	93,3	91	78,4
	80,8	83,5	87,3	93,8	90	78
	80,9	83,2	87,2	94	89	77,7
	80,7	83,1	87,1	94,1	88,3	77,6
	80,6	83	87,2	94,2	88,1	77,5
<b>Rata-rata</b>	<b>80,7</b>	<b>83,2</b>	<b>87,2</b>	<b>93,8</b>	<b>89,2</b>	<b>77,8</b>

Keterangan :

- TTBs = Tingkat tekanan bunyi langsung dari sumber bunyi  
Lo = Tingkat tekanan bunyi sebelum kotak diisi sampel dinding akustik

Lampiran C.2 Pengukuran tingkat tekanan bunyi membelakangi sumber bunyi

Kode	Tingkat Tekanan Bunyi (dB)					
	125 Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
TTBs	96,6	98,9	108,8	109,2	110,4	113
	96,7	98,9	108,7	109	110,5	111,2
	96,5	98,9	108,5	109,3	110,9	111,3
	96,4	99	108,7	109,1	110,8	111,5
	96,5	99	108,9	109	110,9	111,1
<b>Rata-rata</b>	<b>96,5</b>	<b>98,9</b>	<b>108,7</b>	<b>109,1</b>	<b>110,7</b>	<b>111,6</b>
Lo	79,1	82,1	89,9	100	97,8	86,1
	80	81	87	99	98,1	86,1
	81	80,9	86,1	98,2	98,1	86
	80,8	80,8	86,2	96	98,2	85,9
	81,2	80,6	86,2	95,6	98,2	85,9
<b>Rata-rata</b>	<b>80,4</b>	<b>81,1</b>	<b>87,1</b>	<b>97,7</b>	<b>98,1</b>	<b>86</b>
I	78,1	83,1	86,5	95,1	96,1	67
	77	83,6	86,1	95,2	95,8	68,5
	78,3	83,7	86	95,3	95,5	69,2
	77,5	83,8	86,1	95,4	95,4	68
	77,3	83,7	86,2	95	95,2	67,1
<b>Rata-rata</b>	<b>77,6</b>	<b>83,5</b>	<b>86,1</b>	<b>95,2</b>	<b>95,6</b>	<b>67,9</b>
II	73	82,9	87,9	90,1	93	76
	72,6	83	87,8	90,2	91,4	77,3
	72,3	83,6	87	90,2	91	77,2
	72,4	83,6	86,9	90,2	90,7	77,2
	72	83,7	86,9	90,6	90,4	77,1
<b>Rata-rata</b>	<b>72,4</b>	<b>83,36</b>	<b>87,3</b>	<b>90,2</b>	<b>91,3</b>	<b>76,9</b>
III	80	82,9	87,5	88,3	91,8	77,3
	80,2	82,2	86,9	88,3	91,2	77,2
	80,1	82,3	86,8	88,4	91,1	76,8
	82	82,2	86,7	88,5	90,9	76,7
	81	82,3	86,8	88,6	90,7	76,5
<b>Rata-rata</b>	<b>80,6</b>	<b>82,3</b>	<b>86,9</b>	<b>88,4</b>	<b>91,1</b>	<b>76,9</b>

Keterangan :

TTBs

= Tingkat tekanan bunyi langsung dari sumber bunyi

Lo

= Tingkat tekanan bunyi sebelum kotak diisi sampel didinding akustik





Lampiran C.3 Pengukuran tingkat tekanan bunyi rata-rata

Kode	Tingkat Tekanan Bunyi (dB)					
	125 Hz	250Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
TTBs	96,6	98,9	108,8	109,2	110,4	113
	96,7	98,9	108,7	109	110,5	111,2
	96,5	98,9	108,5	109,3	110,9	111,3
	96,4	99	108,7	109,1	110,8	111,5
	96,5	99	108,9	109	110,9	111,1
<b>Rata-rata</b>	<b>96,5</b>	<b>98,9</b>	<b>108,7</b>	<b>109,1</b>	<b>110,7</b>	<b>111,6</b>
Lo	88,55	83,7	91,6	103,8	98,9	90,05
	79,65	83,2	87,75	103,4	99,7	89,7
	79	83,2	86,8	103,05	100,15	86,3
	79,95	83,1	86,8	102	99,8	86,4
	79,7	83,05	86,85	101,75	99,9	86,35
<b>Rata-rata</b>	<b>81,3</b>	<b>83,2</b>	<b>87,9</b>	<b>102,8</b>	<b>99,6</b>	<b>87,7</b>
I	79,35	85,3	87,1	95,6	96,05	69,7
	78	85,05	86,75	95,8	94,9	69,35
	78,4	84,2	86,75	95,9	94,6	70,1
	77,9	83,15	86,75	96	94,2	68,55
	77,75	85,3	86,8	95,85	93,9	68,2
<b>Rata-rata</b>	<b>78,2</b>	<b>84,6</b>	<b>86,8</b>	<b>95,8</b>	<b>94,7</b>	<b>69,2</b>
II	75,65	83,6	88,45	92,05	93	80,1
	75,2	83,8	88,35	90,7	91,7	80,45
	74,9	84,15	87,9	90,6	92,55	79,75
	75,1	84,15	87,8	90,55	91,6	79,55
	74,7	84,25	87,8	90,55	91,3	79,44
<b>Rata-rata</b>	<b>75,1</b>	<b>83,9</b>	<b>88,1</b>	<b>90,8</b>	<b>92</b>	<b>79,8</b>
III	80,45	83,25	87,45	90,8	84,55	77,85
	80,5	82,85	87,1	91,05	90,6	77,6
	80,5	82,75	87	91,2	90,05	77,25
	81,35	82,65	86,9	91,3	89,6	77,15
	80,8	82,65	87	91,4	89,4	77
<b>Rata-rata</b>	<b>80,7</b>	<b>82,8</b>	<b>87,1</b>	<b>91,2</b>	<b>88,8</b>	<b>77,4</b>

Keterangan :

TTBs

= Tingkat tekanan bunyi langsung dari sumber bunyi

Lo

= Tingkat tekanan bunyi sebelum kotak diisi sampel dinding akustik

Lampiran C.4 Reduksi Bunyi Sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber

No	Frekuensi (Hz)	Lo (dB)	L1 (dB)			NR (dB)		
			I	II	III	I	II	III
1	125	82,48	78,92	77,76	80,78	3,56	4,72	1,70
2	250	85,42	85,62	84,60	83,28	-0,20	0,82	2,14
3	500	88,84	87,48	88,82	87,24	1,36	0,02	1,60
4	1000	107,84	96,46	91,58	93,88	11,38	16,26	13,96
5	2000	101,30	93,86	92,76	89,28	7,44	8,54	12,02
6	4000	89,52	70,40	82,74	77,84	19,12	6,78	11,68

Keterangan :

Lo = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dinding akustik dipasang

L1 = Tingkat tekanan bunyi setelah sampel dinding akustik dipasang

NR = Reduksi Bunyi

Lampiran C.5 Reduksi Bunyi Sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

No	Frekuensi (Hz)	Lo (dB)	L1 (dB)			NR (dB)		
			I	II	III	I	II	III
1	125	80,42	77,64	72,46	80,66	2,78	7,96	-0,24
2	250	81,08	83,58	83,36	82,38	-2,50	-2,28	-1,30
3	500	87,08	86,18	87,30	86,94	0,90	-0,22	0,14
4	1000	97,76	95,20	90,20	88,42	2,56	7,56	9,34
5	2000	98,08	95,60	91,30	91,14	2,48	6,78	6,94
6	4000	86	67,96	76,96	76,90	18,04	9,04	9,10

Keterangan :

Lo = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dinding akustik dipasang

L1 = Tingkat tekanan bunyi setelah sampel dinding akustik dipasang

NR = Reduksi bunyi

Lampiran C.6 Reduksi Bunyi sampel dinding akustik rata-rata

No	Frekuensi (Hz)	Lo (dB)	L1 (dB)			NR (dB)		
			I	II	III	I	II	III
1	125	81,36	78,28	75,11	80,72	3,08	6,25	0,64
2	250	83,25	84,60	83,99	82,83	1,35	-0,74	0,42
3	500	87,96	86,83	88,06	87,09	1,13	-0,10	0,87
4	1000	102,80	95,83	90,89	91,15	6,97	11,91	11,65
5	2000	99,69	94,73	92,03	88,84	4,96	7,66	10,85
6	4000	87,76	69,18	79,85	77,37	18,58	7,91	10,39

Keterangan :

Lo = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dinding akustik dipasang

L1 = Tingkat tekanan bunyi setelah sampel dinding akustik dipasang

NR = Reduksi Bunyi

Lampiran C.7 Data Pengukuran Koefisien Absorpsi dan waktu dengung dengan alat ukur menghadap ke sumber bunyi

No,	Frekuensi ( Hz)	TTBs (dB)	LI (dB)			TTBs - LI (dB)			VK (m3)	St ( m2)
			I	II	III	I	II	III		
1	125	96,54	78,92	77,76	80,78	17,62	18,78	15,76		
2	250	98,94	85,62	84,6	83,28	13,32	14,34	15,66		
3	500	108,72	87,48	88,82	87,24	21,24	19,90	21,48	0,09	0,9804
4	1000	109,12	96,46	91,58	93,88	12,66	17,54	15,24		
5	2000	110,70	93,86	92,76	89,28	16,84	17,94	21,42		
6	4000	111,62	70,40	82,74	77,84	41,22	28,88	33,78		

Keterangan :

(TTBs - L1) adalah bunyi yang terserap

Vk = Volume Kotak

St = Luas permukaan sampel yang di isolasi pada kotak

S1 = S1 + S2 + S3

S2 = Luas sisi alas

S3 = 2 x luas sisi panjang

= 2 x luas sisi lebar

Pemitungan :

Vk =  $120 \times 30 \times 25 = 123\ 90000\ \text{cm}^3$

= 0,09 m3

S1 =  $(1117 - 3) \times (25 - 3) = 114 \times 22 = 2508\ \text{cm}^2$

S2 =  $2 \times (117 - 3) \times (25 + 1,5) = 6042\ \text{cm}^2$

S3 =  $2 \times (25 - 3) \times (30 - 1,5) = 1254\ \text{cm}^2$

St = 9804 cm2

= 0,9804 m2

Lampiran C.8 Data Pengukuran Koefisien Absorpsi dan waktu dengung dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

No.	Frekuensi ( Hz)	TTBs (dB)	LI (dB)			TTBs - LI (dB)			VK (m3)	St ( m2)
			I	II	III	I	II	III		
1	125	96,54	77,64	72,46	80,66	18,90	24,08	15,88		
2	250	98,94	83,58	83,36	82,38	15,36	15,58	16,56		
3	500	108,72	86,18	87,30	86,94	22,54	21,42	21,78		
4	1000	109,12	95,20	90,20	88,42	13,92	18,92	20,70	0,09	0,9804
5	2000	110,70	95,60	91,30	91,14	15,10	19,40	19,90		
6	4000	111,62	67,96	76,96	76,90	43,66	34,66	34,72		

Lampiran C.9 Data pengukuran koefisien absorpsi dan waktu dengung rata - rata

No,	Frekuensi ( Hz)	TTBs (dB)	LI (dB)			TTBs - LI (dB)			VK (m3)	St ( m2)
			I	II	III	I	II	III		
1	125	96,54	78,28	75,11	80,72	18,26	21,43	15,82		
2	250	98,94	84,60	83,99	82,83	14,34	14,95	16,11		
3	500	108,72	86,83	88,06	87,09	21,89	20,66	21,63		
4	1000	109,12	95,83	90,89	91,15	13,29	18,23	17,97	0,09	0,9804
5	2000	110,70	94,73	92,03	88,84	15,97	18,67	21,86		
6	4000	111,62	69,18	79,85	77,37	42,44	31,77	34,25		



No	Frekuensi (Hz)	Koefisien Absorpsi ( $\alpha$ )			Waktu Dengung (RT) (Detik)		
		I	II	III	I	II	III
1	125	0,18	0,19	0,16	0,07	0,07	0,08
2	250	0,14	0,15	0,16	0,10	0,09	0,08
3	500	0,19	0,18	0,19	0,07	0,07	0,07
4	1000	0,12	0,16	0,14	0,12	0,08	0,09
5	2000	0,15	0,16	0,19	0,09	0,08	0,08
6	4000	0,37	0,24	0,30	0,03	0,04	0,07

Contoh perhitungan :

1, Koefisien absorpsi sampel I pada Frekuensi 125 Hz

$$\alpha = \frac{TTBs - L1}{TTBs} = \frac{96,54 - 78,92}{96,54} = 0,182$$

2, Waktu dengung sampel I

Frekuensi 125 Hz

$$RT = \frac{0,161 VK}{-2,3 St \log (1-\alpha)} = \frac{0,161 \times 0,09}{-2,3 \times 0,9804 \times \log (1-0,182)} = 0,073 \text{ detik (jika } \alpha > 0,1)$$



Lampiran C.11 Data Pengukuran Koefisien Absorpsi dan waktu dengung dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

No	Frekuensi (Hz)	Koefisien Absorpsi ( $\alpha$ )			Waktu Dengung (RT) (Detik)		
		I	II	III	I	II	III
1	125	0,19	0,25	0,16	0,07	0,05	0,08
2	250	0,16	0,16	0,17	0,08	0,09	0,08
3	500	0,21	0,19	0,20	0,06	0,07	0,06
4	1000	0,13	0,17	0,19	0,11	0,08	0,07
5	2000	0,14	0,18	0,18	0,10	0,07	0,08
6	4000	0,39	0,31	0,31	0,03	0,04	0,03

Lampiran C.12 Koefesien absorpsi dan waktu dengung sampel dinding rata-rata

No	Frekuensi (Hz)	Koefesien Absorpsi ( $\alpha$ )			Waktu Dengung (RT) (Detik)		
		I	II	III	I	II	III
1	125	0,19	0,22	0,16	0,07	0,06	0,08
2	250	0,15	0,15	0,16	0,10	0,09	0,08
3	500	0,20	0,19	0,19	0,06	0,07	0,07
4	1000	0,12	0,17	0,16	0,11	0,08	0,08
5	2000	0,14	0,17	0,18	0,09	0,08	0,07
6	4000	0,38	0,29	0,31	0,03	0,04	0,04

**Lampiran D. Koefisien Penyerapan Bunyi Bahan-Bahan Bangunan, Bahan Akustik Dan Isi Ruang<sup>(3)</sup>**

Bahan	Frekuensi, Hz						Sumber*
	125	250	500	1000	2000	4000	
Acoustical plaster, rata-rata	0,07	0,17	0,50	0,60	0,68	0,66	8
Acoustic steel deck, 6-in (150-mm) ribs	0,58	0,64	0,71	0,63	0,47	0,40	7
Acoustone space tile, 32 in (81cm) OC, per unit	0,22	0,18	1,88	2,28	2,16	1,85	7
Udara, per volume 1,000 ft kubik, kelembaban relative 50%				0,9	2,9	7,4	6
Per volume 100 m kubik, kelembaban relative 50%				0,3	0,9	2,4	6
Penonton, dalam tempat duduk empuk, perluas lantai	0,39	0,57	0,90	0,94	0,92	0,87	2
Tempat duduk empuk, kosong per luas lantai	0,19	0,37	0,56	0,67	0,61	0,59	2
Tempat duduk bertutup kulit kosong perluas lantai	0,15	0,25	0,36	0,40	0,37	0,35	8
Bangku kayu kosong perluas lantai	0,37	0,44	0,67	0,70	0,80	0,72	8
Pemusik dengan tempat duduk dan alat musik, per orang	4,0	8,5	11,5	14,0	13,0	12,0	3
Bata, telanjang, tidak dihaluskan, tidak dicat	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	1
Karpet berat pada beton	0,02	0,06	0,14	0,37	0,60	0,65	1
Berat, pada 40 oz (1,35 kg per m <sup>2</sup> ) bulu atau karet busa	0,08	0,24	0,57	0,69	0,71	0,73	1
Beton balok tidak dicat	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25	1
Dicat	0,10	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	1
Beton yang dituang, tanpa dicat	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	2
Kain Velour medium, 14 oz (0,48 kg per m <sup>2</sup> ), digantung sampai setengah luas	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60	1
Lantai, beton atau teraso	0,01	0,01	0,015	0,02	0,02	0,02	1
Linoleum, vinyl, karet, atau lantai gabus pada beton	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	1
Pada sub lantai	0,02	0,04	0,05	0,05	0,10	0,05	3
Kayu	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07	1
Panggung kayu, dengan ruang udara dibawahnya	0,40	0,30	0,20	0,17	0,15	0,10	2
Tegel geocaustic, 32 in (81 cm) OC, per unit	0,13	0,74	2,35	2,53	2,03	1,73	4
Gelas, pelat berat	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	1
Jendela bias	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	1
Gypsum Board ½ in (13 mm) pada tiang 2x4 in (50 x 100 mm), 16 in (41 cm) OG	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09	1
Plaster, gypsum atau lime, permukaan halus, Pada bata	0,013	0,015	0,02	0,03	0,04	0,05	1
Pada balok beton	0,12	0,09	0,07	0,03	0,05	0,04	2
Pada papan	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04	0,03	1
Pada papan, di atas ruang udara, atau pada tiang	0,30	0,15	0,10	0,05	0,04	0,05	3
Plywood, ¼ in (6mm) di atas 3 in (75 mm) ruang udara, 1 in (25 mm) latar belakang fiber glass	0,60	0,30	0,10	0,09	0,09	0,09	5
Sound box unit, tipe B, 8 in (20 cm), dicat	0,74	0,57	0,45	0,35	0,36	0,34	4
Panel kayu, ¾ sampai ½ in (10 sampai 13 mm) di atas ruang udara 2 sampai 4 in (50 sampai 100 mm) ruang udara	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10	2

\* 1. Acoustical and insulating materials association; 2. L.L. Beranek; 3 P.H. Parkin and Humpherys; 4.P.G. Geiger and R.N. Hamme; 5. National Reserch Council of Canada; 6. C.M. Harris; 7. Pernyataan Pabrik; 8. Perkiraan

**Lampiran E. Standar Nasional Indonesia 15-0233-1998.  
Mutu dan cara uji lembaran serat semen**

**1. RUANG LINGKUP**

Standar ini meliputi syarat mutu dan cara uji lembaran serat semen (non asbes) yang dihasilkan dari pencetakan secara sederhana atau dengan mesin.

**2. DEFINISI**

Lembaran serat semen (non asbes) ialah suatu campuran serat tumbuh-tumbuhan dan semen Portland atau semen sejenis ditambah air, tanpa atau dengan bahan lainnya, dengan bobot isi lebih dari 1,2 gram/cm<sup>3</sup> dan dipergunakan pada bangunan.

**3. SYARAT MUTU.**

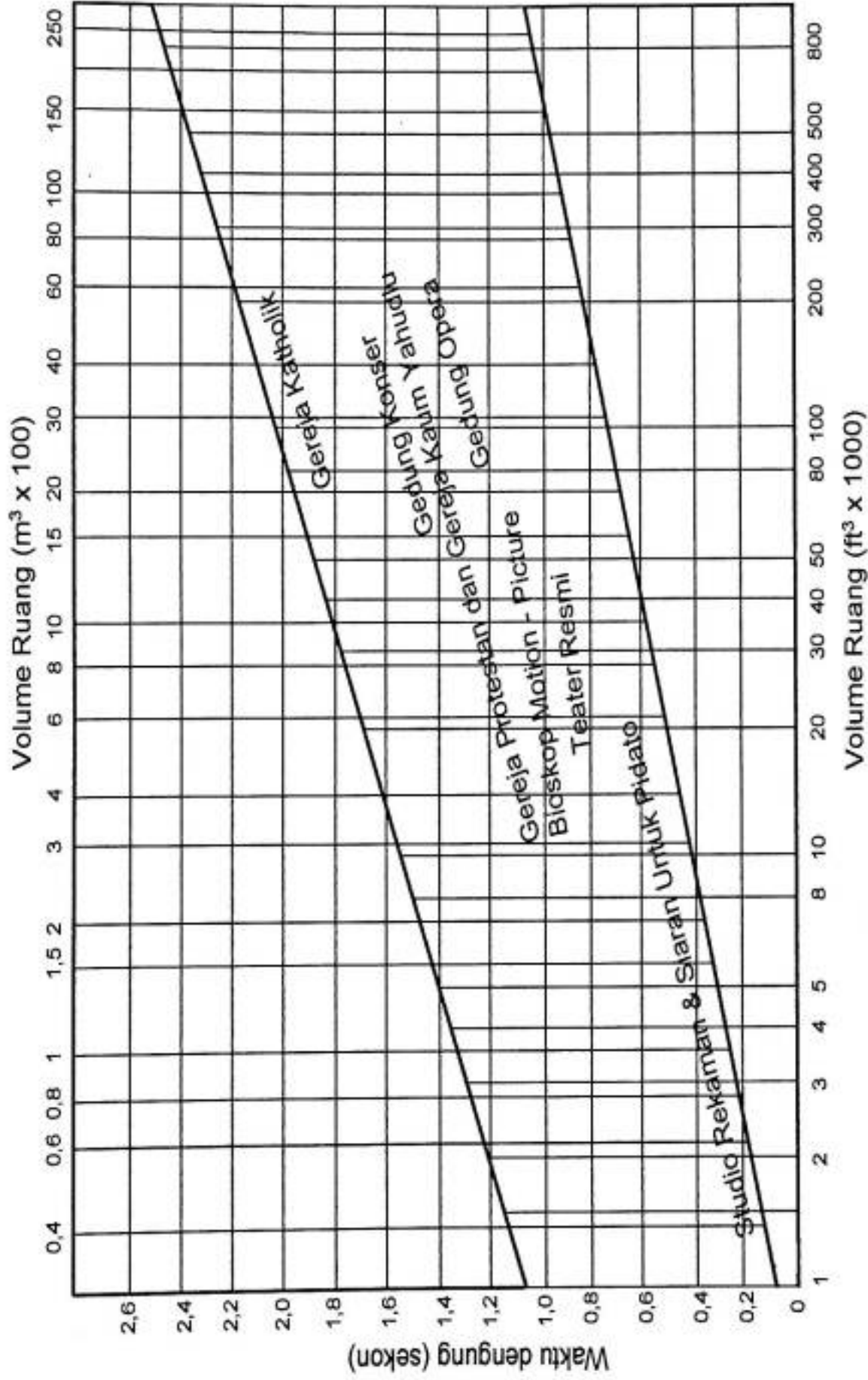
**3.1 BENTUK/Pandangan luar.**

- 3.1.1 Lembaran semen harus punya tepi potongan yang lurus, rata dan tidak mengkerut, sama tebalnya, bersuara nyaring jika disentuh dengan benda keras yang menunjukkan bahwa lembaran tidak pecah atau retak.
- 3.1.2 Permukaan lembaran harus tidak menunjukkan retak-retak, kerut-kerutan atau cacat lain yang dapat mempengaruhi sifat pemakaiannya. Permukaan lembaran yang dengan sengaja dibuat tidak rata, diperbolehkan.
- 3.1.3 Bidang potong lembaran harus menunjukkan campuran yang merata, tidak berlobang-lobang, atau tidak belah-belah.
- 3.1.4 Lembaran harus mudah dipotong : digergaji, digerek dan dipaku, tanpa menunjukkan terjadinya cacat atau retakan.

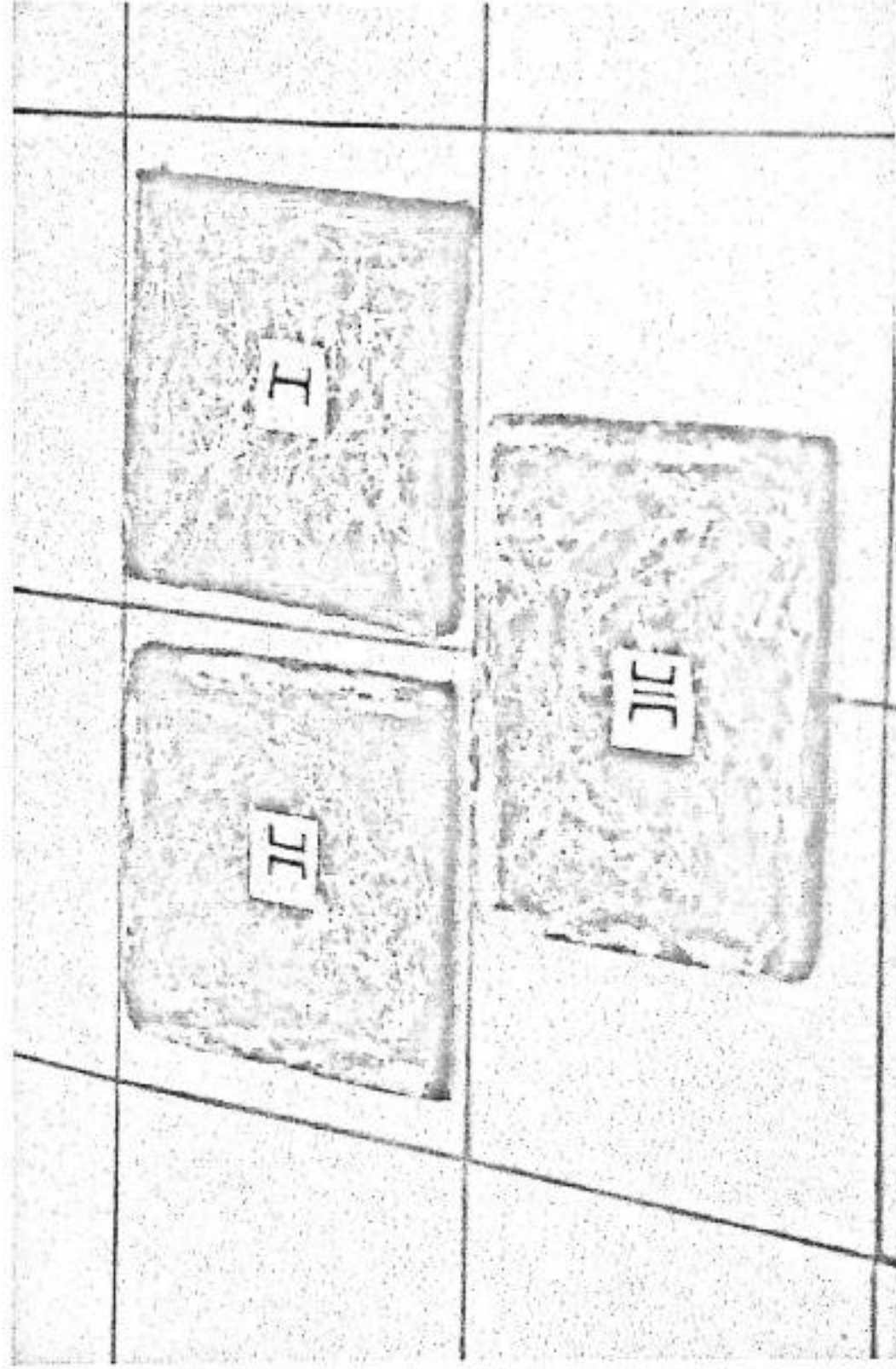
**3.2 Ukuran dan sifat-sifat fisis.**

- 3.2.1 Penyimpangan ukuran panjang dan lebar maksimum 1%
- 3.2.2 penyerapan air maksimum 35%.
- 3.2.3 Kerapatan air harus baik (tidak terjadi tetesan)

Lampiran F. Jangkauan perkiraan RT ruang yang penuh, untuk bermacam-macam volume dan fungsi pada frekuensi tengah (500 sampai 1000 Hz)<sup>(3)</sup>

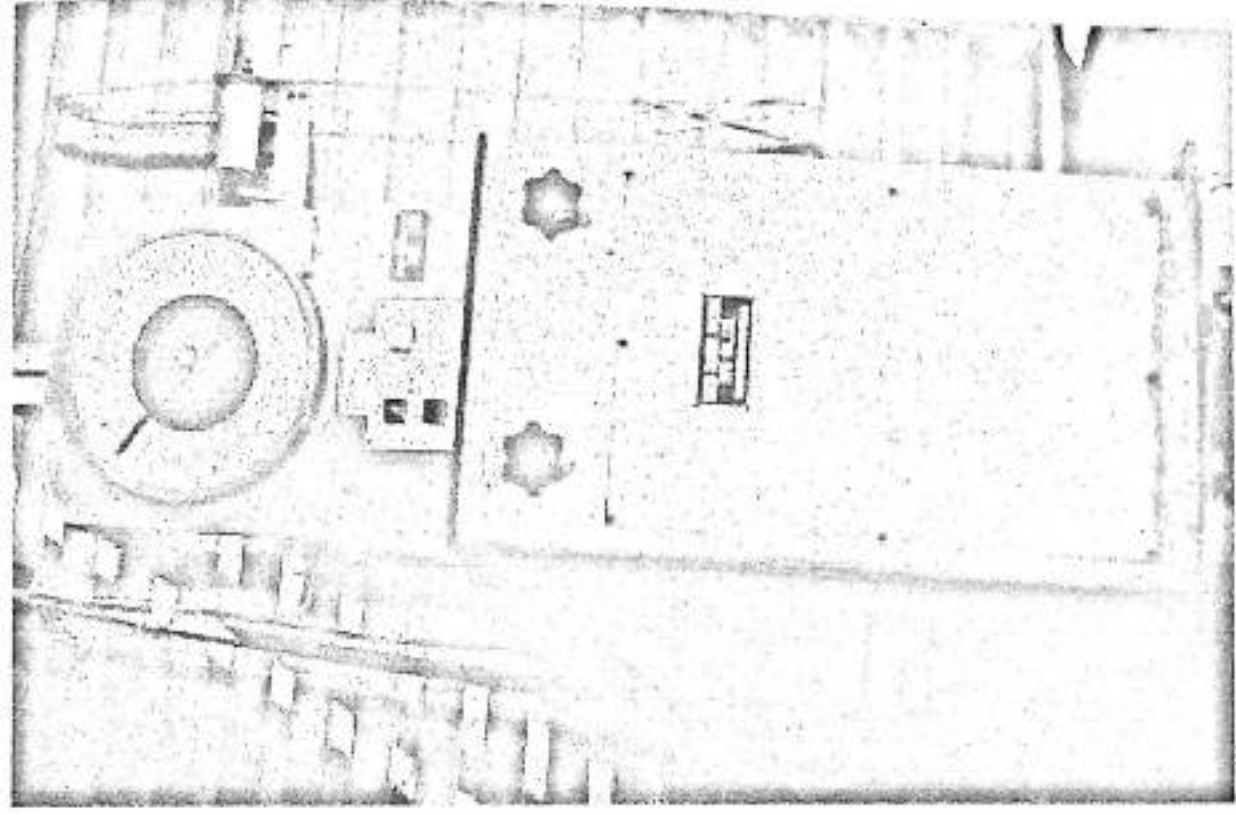
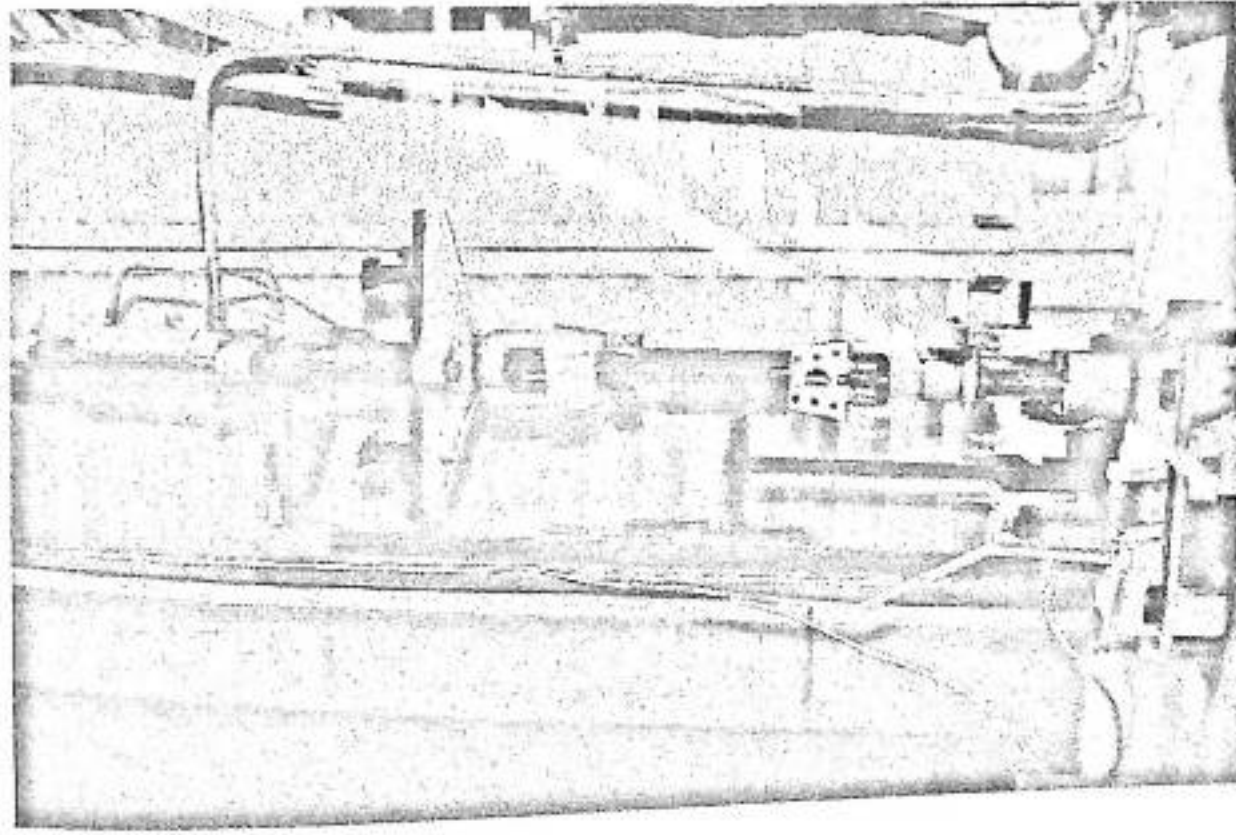


Lampiran G. Foto hasil cetakan dinding semen serat ijuk





Lampiran H. Foto Alat uji kuat tekan dan kuat lentur



**Lampiran I. Foto Alat Sound Level Meter**

