

ELASTO AKUSTIK DINDING SEMEN SERBUK GERGAJI

OLEH :

IMELDA LENGGO
H 211 98 006



Tgl. Terbit	13-10-2003
Asal Dori	Fak. MIPA
Banyaknya	1 (Saku) Bg
Harga	Hobi
No. Inventaris	031013178
No. Kios	16811

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

2003

ELASTO AKUSTIK DINDING SEMEN SERBUK GERGAJI

OLEH

IMELDA LENGGO

H 211 98 006

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 SERBUK GERGAJI

OLEH :

**IMELDA LENGGO
H 211 98 006**

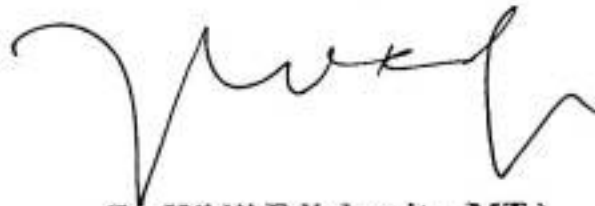
**Disetujui Oleh:
Pembimbing Utama,**



(Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc.)

NIP. 131 570 877

Pembimbing Pertama,



(Ir. Widji Ediologito, MT.)

NIP. 130 792 982

Makassar, September 2003

KATA PENGANTAR

Syaloom

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena limpahan kasih dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tak lepas dari bimbingan, arahan, dan bantuan berbagai pihak. Dalam hal ini penulis menghaturkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda Andarias Lenggo dan ibunda Martha Boro atas segala kesabaran, limpahan kasih sayang dan untaian doa yang tiada putus-putusnya dalam mengasuh dan mendidik penulis.
2. Ibu Nurlaela Rauf, MSc, dan Bapak Ir. Widji Edioloeqito, 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 Drs Bualkar Abdullah M.Eng Sc, Drs Bangsawang M.Si ,Dahlang Tahir S.Si,MSi 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, Mia, Linda, Rini, Nover, Jen, Salma, Uji , Lisa, Lia, Irma, Risma, Andin, Rahmah, Rahmanur, Mala, Wara, Yani, Amma, Nur, Ila, Ola, 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.

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.

Dengan harapan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada pembaca utamanya kepada penulis. Semoga Tuhan tetap memberikan Rahmat-Nya kepada kita.

Makassar, September 2003

Penulis

SARI BACAAN

IMELDA LENGGO. *Elasto Akustik Dinding Semen Serbuk Gergaji*
(Dibimbing oleh Dr. Nurlaela Rauf dan Ir. Widji Edioloeigito, MT)

Pada penelitian ini dibuat empat macam sampel dinding akustik dari campuran semen dan serbuk gergaji dengan komposisi yang berbeda yaitu 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4 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 tekan dan kuat lentur. 3) *Pengukuran uji penyerapan bunyi* 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 pada komposisi 1:1,1:2 dan 1:3 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 1:4. Penambahan komposisi serbuk gergaji dapat meningkatkan penyerapan bunyi sampel dinding akustik.

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

ABSTRACT

IMELDA LENGGO. *ELASTO ACOUSTIC WALL CEMENT OF SAWDUST*
(Consultant : Dr. Nurlaela Rauf and Ir. Widji Ediologito, MT)

In this research, there are four type of acoustic walls as a sample which is made of cement and sawdust with difference composition namely 1 : 1, 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4 with 15 mm of thickness.

The
This research uses experimental method such as : 1) *Physical property* in the form shrinkage, mass density, water absorption and porosity. 2) *Mechanical property* in the form of pressure and elasticity. 3) The Sound Absortion property . The result of measurement on sound – pressure level is used to count the sound absorption coefficient, noise reduction 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 at composition 1:1, 1:2, and 1:3 still higher than the standard quality of the building material. The result of noise reduction, sound absorption coefficient, and reverberation time show that the best acoustic wall to absorbs the sound is the sample with composition 1 : 4. The addition of shell coconut on the composition of acoustic walls can improve the sound absorption. shell coconut *sawdust*

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

The experimental method in this research

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR..	iii.
SARI BACAAN	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR SIMBOL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
BABII TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Serbuk gergaji	4
II.2 Semen	5
II.3 Deformasi Pada Bahan	5
II.4 Tegangan dan Regangan	6

II.5 Akustik	9
II.5.1 Kecepatan Bunyi	10
II.5.2 Intensitas Bunyi	11
II.5.3 Sifat-sifat Bunyi	13
II.5.3.1 Pemantulan Bunyi	14
II.5.3.2 Penyerapan Bunyi	15
II.5.3.3 Penyebaran Bunyi.....	16
II.5.3.4 Pembelokan Bunyi.....	16
II.5.3.5 Dengung	17
II.6 Bahan Penyerap Bunyi	18
II.6.1 Bahan Berpori	19
II.6.2 Penyerap Panel	20
II.6.3 Resonator Rongga	20
BAB III METODOLOGI	21
III.1 Alat dan Bahan	21
III.1.1 Alat	21
III.1.2 Bahan	22
III.2 Prosedur Kerja	22
III.2.1 Pembuatan Sampel Dinding Akustik	22
III.2.2 Uji Fisik	23
III.2.2.1 Susut Kering	23
III.2.2.2 Massa Jenis	23

III.2.2.3	Daya Serap Air	23
III.2.2.4	Porositas	24
III.2.3	Uji Mekanik	24
III.2.3.1	Kuat Tekan	24
III.2.3.2	Kuat Lentur	25
III.2.4	Uji Penyerapan Bunyi	25
III.2.4.1	Reduksi Bunyi.....	26
III.2.4.2	Koefisien Penyerapan Bunyi	26
III.2.4.3	Waktu Dengung	27
III.2.5	Bagan Alur Penelitian	28
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	29
IV.1	Hasil Uji Fisik.....	29
IV.1.1	Susut Kering.....	29
IV.1.2	Massa Jenis	30
IV.1.3	Daya Serap Air.....	31
IV.1.4	Porositas.....	33
IV.2	Hasil Uji Mekanik.....	34
IV.2.1	Kuat Tekan.....	34
IV.2.2	Kuat Lentur	36
IV.3	Hasil Uji Penyerapan Bunyi	37
IV.3.1	Reduksi Bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi	38

IV.3.2 Reduksi Bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi	40
IV.3.3 Reduksi Bunyi rata-rata sampel dinding akustik	41
IV.3.4 Koefisien Penyerapan bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi	43
IV.3.5 Koefisien Penyerapan bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi.....	45
IV.3.6 Koefisien Penyerapan bunyi rata-rata sampel dinding akustik	46
IV.3.7 Waktu Dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi	48
IV.3.8 Waktu Dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi	51
IV.3.9 Waktu Dengung rata-rata sampel dinding akustik	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	54
V.1 Kesimpulan	54
V.2 Saran	54

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR SIMBOL

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

DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar</i>		<i>Halaman</i>
2.1	Bentuk-bentuk deformasi pada benda.....	6
2.2	Grafik hubungan tegangan dan regangan benda.....	9
2.3	Kelakuan bunyi dalam ruang tertutup.....	14
2.4	Bahan penyerap bunyi.....	19
4.1	Grafik susut kering sampel dinding akustik	30
4.2	Grafik massa jenis sampel dinding akustik	31
4.3	Grafik daya serap air sampel dinding akustik.....	32
4.4	Grafik porositas sampel dinding akustik	34
4.5	Grafik kuat tekan sampel dinding akustik	35
4.6	Grafik kuat lentur sampel dinding akustik	37
4.7	Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur yang menghadap sumber	39
4.8	Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur yang membelakangi sumber	41
4.9	Grafik reduksi bunyi rata-rata sampel dinding akustik	42
4.10	Grafik koefisien penyerapan sampel dinding akustik dengan alat ukur yang menghadap sumber	44
4.11	Grafik koefisien penyerapan sampel dinding akustik	

	dengan alat ukur yang membelakangi sumber.....	46
4.12	Grafik koefisien penyerapan rata-rata sampel dinding akustik ..	48
4.13	Grafik waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur yang menghadap sumber	50
4.14	Grafik waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur yang membelakangi sumber	51
4.15	Grafik waktu dengung rata-rata sampel dinding akustik	53

DAFTAR TABEL

<i>Tabel</i>		<i>Halaman</i>
3.1	Perbandingan volume semen, serbuk gergaji dan air ..	22
4.1	Susut kering sampel dinding akustik ..	29
4.2	Massa jenis sampel dinding akustik ..	30
4.3	Daya serap air sampel dinding akustik ..	32
4.4	Porositas sampel dinding akustik ..	33
4.5	Kuat tekan sampel dinding akustik ..	35
4.6	Kuat lentur sampel dinding akustik ..	36
4.7	Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur yang menghadap sumber ..	38
4.8	Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur yang membelakangi sumber ..	40
4.9	Reduksi bunyi rata-rata sampel dinding akustik ..	41
4.10	Koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur yang menghadap sumber ..	43
4.11	Koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur yang membelakangi sumber ..	45
4.12	Koefisien penyerapan bunyi rata-rata sampel dinding akustik ..	47
4.13	Waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur	

	yang menghadap sumber..... ..	49
4.14	Waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur yang membelakangi sumber..... ..	51
4.15	Waktu dengung rata-rata sampel dinding akustik	52

DAFTAR LAMPIRAN

A DATA PENGUKURAN UJI FISIK

A.1 Data pengukuran susut kering sampel dinding akustik

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

B DATA PENGUKURAN UJI MEKANIK

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

C DATA PENGUKURAN PENYERAPAN BUNYI

C.1 Data pengukuran tingkat tekanan bunyi sampel dinding akustik

C.2 Data pengukuran reduksi bunyi sampel dinding akustik

C.3 Data pengukuran koefisien absorpsi bunyi sampel dinding akustik

C.4 Data pengukuran waktu dengung sampel dinding akustik

D KOEFISIEN PENYERAPAN BUNYI BAHAN AKUSTIK DAN ISI RUANGAN

E STANDAR NASIONAL INDONESIA 15-0233-1989

F JANGKAUAN PERKIRAAN WAKTU DENGUNG RUANGAN

G FOTO HASIL CETAKAN DINDING SEMEN SERBUK GERGAJI

H FOTO ALAT KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR

I FOTO ALAT SOUND LEVEL METER

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pertambahan sumber – sumber bising dan intensitas bising yang luar biasa dapat mengganggu pendengaran manusia. Untuk saat mendatang diperkirakan tingkat kebisingan akan meningkat. Dalam ruang konser, teater, ruang pertemuan dan gedung bioskop yang banyak dibangun terdapat pertumbuhan permintaan akan perbaikan yang sungguh pada kondisi mendengar.

Masalah akustik ruang dan pengolahan bising saling berhubungan . Pengendalian bising memegang peranan penting dalam perancangan akustik. Demikian juga masalah – masalah akustik ruang tercakup dalam pengendalian bising suatu ruang.

Serbuk gergaji sebagai limbah terutama yang berasal dari industri penggergajian kayu dapat menimbulkan pengotoran lingkungan apabila belum dapat diatasi pembuangannya. Limbah serbuk gergaji terjadi dari pembelahan dan pemotongan. Limbah tersebut sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan, hanya sebagai bahan bakar.

Penggunaan dinding akustik yang sangat penting dan harganya yang relatif mahal maka perlu dilakukan penelitian untuk mencari bahan yang mudah didapat dan berfungsi sebagai pengendalian bising. Pemanfaatan serbuk gergaji sebagai salah satu

bahan alternatif untuk pembuatan dinding akustik dengan semen sebagai perekatnya. Dengan penggunaan dinding akustik dalam ruangan diharapkan kebisingan yang terjadi dapat diredam..

I.2 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mencakup :

1. Pembuatan dinding akustik dengan variasi komposisi semen dan serbuk gergaji yaitu komposisi 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 dengan ukuran panjang 30 cm, lebar 25 cm dan tebal 1,5 cm.
2. Pengamatan terhadap sifat fisik dinding akustik berupa susut kering, massa jenis, daya serap air, porositas, dan sifat mekanik berupa kuat tekan, dan kuat lentur. Pengamatan dilakukan pada masing – masing komposisi.
3. Pengukuran tingkat tekanan bunyi dengan menggunakan Sound Level Meter dan dilakukan pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz yaitu frekuensi yang penting praktek perancangan akustik.
4. Penentuan Reduksi Bunyi(NR) dinding akustik.
5. Penentuan koefisien Penyerapan bunyi dinding akustik.
6. Penentuan Waktu Dengung (RT) dinding akustik.

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Membuat papan dinding akustik.
2. Mengevaluasi mutu papan dinding akustik dibuat sebagai bahan alternatif pengendalian bising.
3. Menghitung dan menganalisis Reduksi Bunyi (NR) dinding akustik.
4. Menghitung dan menganalisis koefisien penyerapan bunyi dinding akustik.
5. Menghitung dan menganalisis Waktu Dengung (RT) dinding akustik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Serbuk Gergaji

Di tengah lajunya industri penggergajian masih terdapat masalah yang belum terpecahkan, yaitu terjadinya pemborosan bahan baku yang seharusnya bahan baku tersebut masih dapat didayagunakan untuk pengembangan industri penggergajian itu sendiri. Pemborosan ini terjadi sedemikian rupa, akibat keterbatasan kemampuan industri penggergajian dalam mendayagunakan kayu sebagai bahan baku secara efisien dan optimal.

Limbah yang dihasilkan dalam proses penggergajian sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan . Oleh karena itu perlu diperhatikan upaya pemanfaatan limbah secara maksimal, terutama limbah serbuk gergaji dalam rangka pemanfaatan kayu seoptimal mungkin dan juga untuk meningkatkan nilai tambah bagi industri penggergajian ⁽⁴⁾.

Serbuk gergaji sebagai limbah terutama yang berasal dari industri penggergajian kayu dapat menimbulkan pengotoran lingkungan apabila belum dapat diatasi dengan baik pembuangan maupun pemanfaatannya. Serbuk gergaji dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan arang briket ,arang gas , dan campuran adukan semen ⁽⁷⁾.

Serbuk gergaji mengandung komponen kimia yang sama seperti dalam bentuk batang kayu yaitu terdiri dari selulosa, lignin dan hemiselulosa, dan zat ekstratif. Menurut Juta (1954), semua jenis kayu tersusun dari persenyawaan kimia yang sama yaitu 40 sampai 60% selulosa, 15 sampai 30% hemiselulosa, 20 sampai 30% lignin, sekitar 1% sampai 2% kadar abu dan lain – lainnya 1%.

II.2 Semen

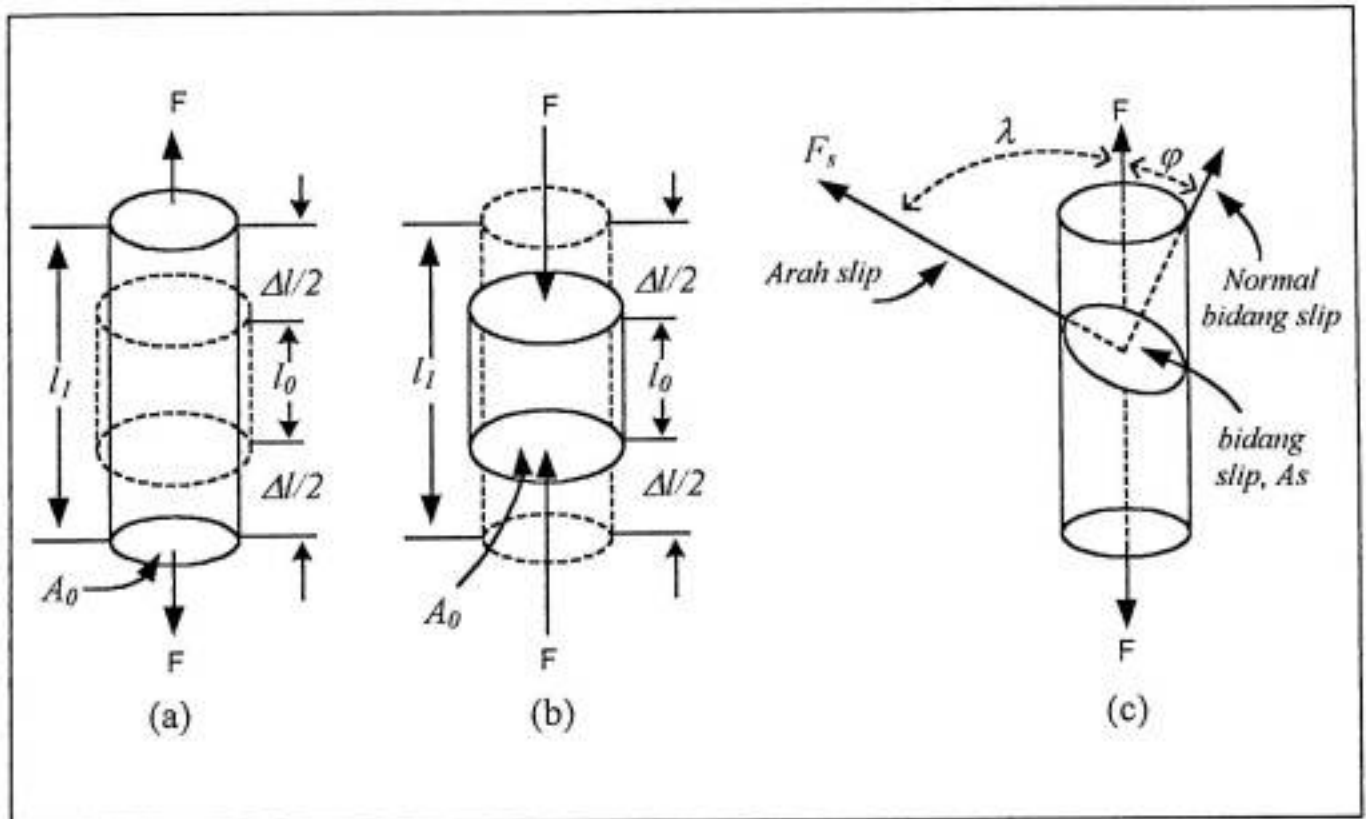
Semen adalah bahan perekat yang dapat menyatukan atau mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kokoh. Bahan pengikat terdiri dari bahan pengikat hidrolis dan bahan pengikat biasa.

Bahan pengikat hidrolis adalah bahan pengikat yang proses pengerasannya lebih baik dalam rendaman air serta menghasilkan produk yang tahan air. Bahan pengikat biasa (Non Hidrolis) adalah bahan pengikat yang bila dicampur dengan air akan menghasilkan produk yang dapat mengeras dengan karbondioksida , bukan dengan air. Semen yang paling dikenal adalah semen Portland yang termasuk perekat hidrolik tinggi.

II.3 Deformasi pada Bahan

Suatu benda yang dikenai gaya luar atau pembebanan akan mengalami perubahan bentuk (Deformasi). Gaya luar dapat berupa gaya tarik, gaya tekan dan gaya geser. Gaya tarik menghasilkan perpanjangan, gaya tekan menghasilkan pemampatan dan

gaya geser menghasilkan pergeseran pada benda. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini



Gambar 2.1 Beberapa bentuk deformasi setelah dikenai gaya luar ⁽⁸⁾:

- (a). Perpanjangan
- (b). Pemampatan
- (c). Pergeseran

II.4 Tegangan dan Regangan

Pada dasarnya gaya – gaya dalam yang ditimbulkan oleh gaya luar, bekerja pada medium dengan intensitas tertentu. Gaya – gaya dalam dengan demikian bekerja pada setiap titik materi dalam struktur, yang dinyatakan dengan intensitas per satuan luas, dikenal sebagai tegangan.

Tegangan dan regangan tidak bekerja sendiri – sendiri namun terjadi bersama sebagai akibat dari gaya luar. Tegangan (reaksi dalam) yang timbul dalam bahan digunakan sebagai data penentu ukuran kekuatan bahan dalam memikul gaya luar di samping bobot sendiri. Besar regangan didefinisikan sebagai deformasi yang dapat menentukan ekstensi perubahan bentuk struktur dalam memikul gaya luar.

Tegangan σ , merupakan besarnya gaya persatuan luas bidang yang dikenai gaya luar, atau secara matematis dapat ditulis sebagai ⁽⁵⁾:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (2.1)$$

dengan F menyatakan gaya aksial dan A_0 adalah luas bidang permukaan yang dikenai gaya luar (Gambar 2.1)

Persamaan (2.1) dapat digunakan pada pembebanan tarik maupun tekan seperti pada Gambar 2.1 a dan 2.1 b . Untuk pembebanan geser variabel, tegangan geser aksialnya Diuraikan seperti pada Gambar 2.1 c .

Tegangan geser τ didefinisikan sebagai gaya geser per satuan bidang geser dan ditulis sebagai :

$$\tau = \frac{F_s}{A_s} \quad (2.2)$$

ngan F_s adalah gaya yang bekerja pada bidang geser, atau secara matematis ditulis sebagai :

$$F_s = F \cos \lambda \quad (2.3)$$

dan A_s adalah luas penampang bidang geser, dan ditulis sebagai berikut :

$$A_s = \frac{A}{\cos \varphi} \quad (2.4)$$

dengan λ dan φ adalah masing – masing menyatakan sudut antara gaya geser dengan gaya aksial dan sudut antara gaya aksial dengan gaya normal. Dari persamaan (2.1), (2.2), (2.3), dan (2.4) didapatkan persamaan untuk tegangan geser sebagai berikut :

$$\tau = \sigma \cos \lambda \cos \varphi \quad (2.5)$$

dengan τ menyatakan tegangan geser dan σ adalah tegangan aksial. Persamaan (2.5) disebut *Hukum Schmid*, dan menyatakan hubungan antara tegangan geser dan tegangan aksial ⁽⁵⁾.

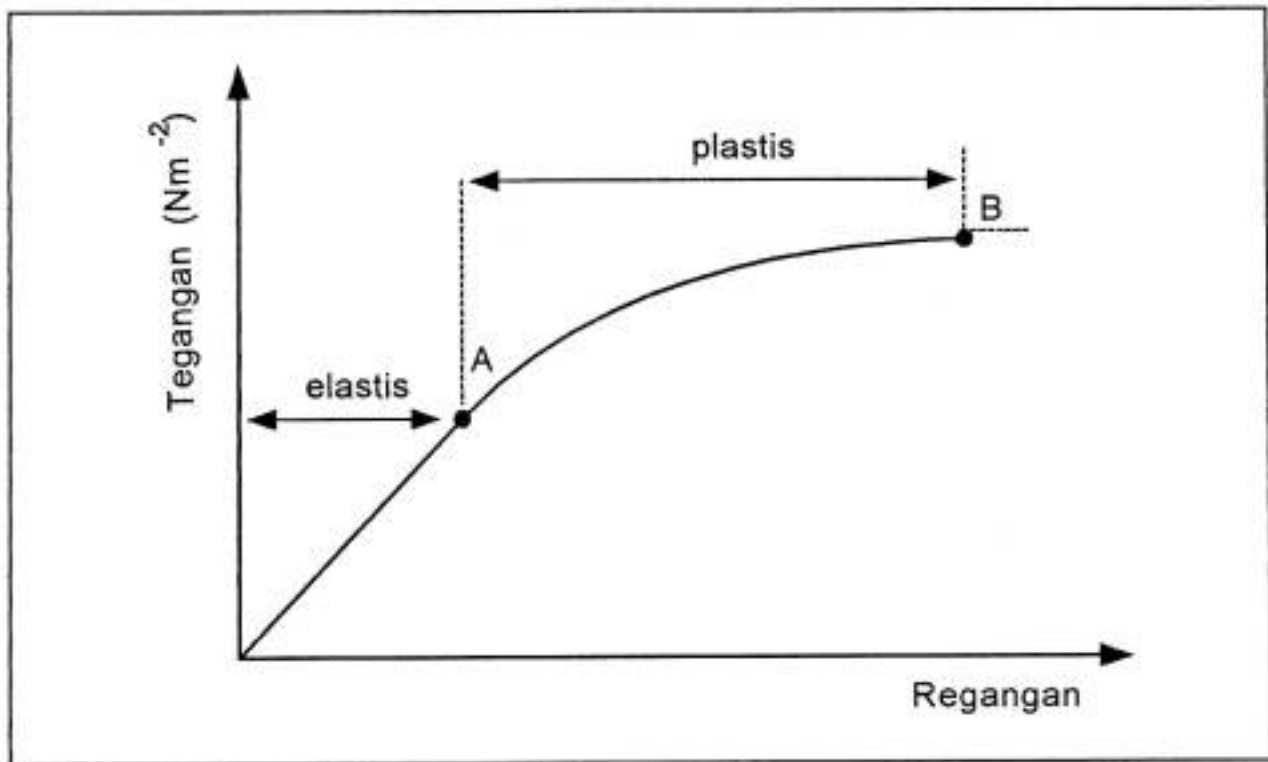
Regangan ϵ adalah perbandingan perubahan panjang A_1 dengan panjang mula – mula l_0 (Gambar 2.1), atau secara matematis ditulis sebagai :

$$\epsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (2.6)$$

Terdapat hubungan linear atau proporsional antara tegangan dan regangan (Gambar 2.2), atau secara matematis ditulis sebagai berikut :

$$Y = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (2.7)$$

Dengan Y menyatakan modulus elastis atau modulus Young.



Gambar 2.2 Grafik hubungan tegangan dan regangan benda ⁽⁵⁾

Penghapusan gaya pada titik akan menyebabkan benda kembali pada keadaan awalnya (deformasi elastik). Titik A adalah batas elastisitas. Pada titik ($A > B$) benda akan mengalami deformasi plastik (benda tidak kembali pada awalnya). Jika benda terus bertambah panjang hingga melampau titik B maka perlu dinyatakan patah atau putus ⁽⁸⁾.

II.5 Akustik

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

Sumber bunyi secara garis besar dibagi atas dua, yaitu bunyi yang berasal dari alam dan dari buatan manusia. Bunyi ditimbulkan akibat terjadinya perubahan mekanik pada zat padat, zat cair dan gas yang merambat ke depan dengan kecepatan tertentu⁽⁸⁾.

Telinga normal tanggap terhadap bunyi antara jangkauan (range) frekuensi audio sekitatr 20 sampai 20.000 Hz. Bunyi di bawah frekuensi 20 Hz disebut gelombang infrasonik yaitu gelombang yang biasanya dihasilkan oleh sumber yang besar, seperti gempa bumi. Gelombang bunyi dengan frekuensi antara 20 –20.000 Hz disebut gelombang sonik, sedangkan gelombang dengan frekuensi lebih besar dari 20.000 Hz disebut gelombang ultrasonik⁽³⁾.

II.5.1 Kecepatan Bunyi

Gelombang bunyi merambat melalui medium padat, cair dan gas serta bergantung pada sifat medium. Untuk gelombang bunyi dalam medium padat, kecepatan v diberikan oleh :

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} \quad (2.8)$$

Dimana Y adalah modulus Young dan ρ adalah rapat massa zat padat.

Di dalam medium cair, kecepatan bunyi :

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (2.9)$$

Dimana β adalah modulus Bulk dan ρ adalah rapat massa zat cair.

Modulus Bulk berbanding lurus dengan tekanan, untuk gelombang bunyi dalam gas, dan dapat ditulis sebagai ⁽⁸⁾ :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}} \quad (2.10)$$

Dengan γ adalah konstanta yang bergantung pada jenis gas, dan jika P adalah tekanan dalam keadaan seimbang, maka dapat dituliskan :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \quad (2.11)$$

T merupakan temperatur yang mutlak diukur dalam Kelvin (K), Konstanta R adalah konstanta gas ideal, yang mempunyai nilai,

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

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

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

II.5.2 Intensitas bunyi

Intensitas bunyi dinyatakan sebagai energi yang merambat dalam tiap satuan luas dan waktu. Penghitungan intensitas bunyi menggunakan persamaan :

$$I = \frac{E}{Axt} \quad (2.12)$$

Dengan : I adalah Intensitas bunyi (W/m^2), ($\text{Joule/m}^2\text{dk}$)

E adalah Energi (Joule)

A adalah Luas bidang (m^2)

t adalah waktu (detik)

Rentang intensitas bunyi yang dapat ditangkap telinga demikian luas (10^{-12} sampai 1 W/m^2) dan karena rangsangannya psikologis kenyaringan tidak berubah – ubah secara langsung terhadap intensitas bunyi, tetapi mendekati logaritmik, maka suatu skala logaritmik digunakan untuk menyatakan tingkat tekanan bunyi. Tingkat tekanan bunyi di nyatakan dengan desibel (dB) atau secara matematis dapat ditulis :

$$B = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.13)$$

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

Manusia dapat mengakomodasikan suatu rentang intensitas gelombang bunyi yang agak besar, dari 10^{-12} W/m^2 (ambang pendengaran) hingga 1 W/m^2 (ambang rasa sakit). Tingkat intensits pada range tersebut adalah :

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

$$= 10 \log 1 = 0 \text{ dB}$$

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

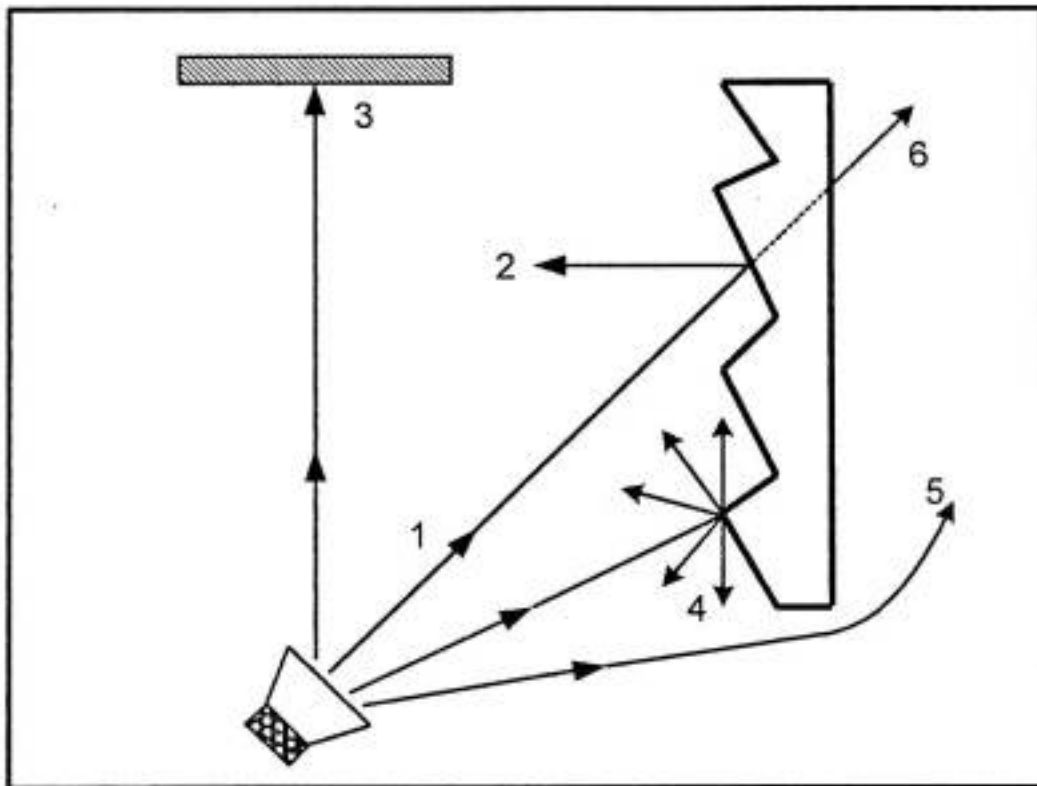
$$= 10 \log 10^{12} = 120 \text{ dB}$$



Tingkat intensitas untuk manusia berkisar antara 0 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 tekanan bunyi yang ditanggap telinga sangat besar⁽⁸⁾.

II.5.3 Sifat – Sifat Bunyi

Pendekatan yang menyamakan kelakuan gelombang bunyi dengan kelakuan sinar cahaya , dalam arsitektur disebut akustik geometri . Gambar 2.3 menunjukkan apa yang terjadi bila gelombang bunyi menumbuk dinding-dinding suatu ruang. Sebagian Energinya akan dipantulkan, diserap, disebarkan, dibelokkan atau diteruskan ke ruang yang berdampingan, tergantung pada sifat akustik dindingnya



Gambar 2.3 Kelakuan bunyi dalam ruang tertutup⁽³⁾

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

II.5.3.1 Pemantulan Bunyi

Permukaan yang keras, tegar dan rata seperti beton ,bata, plester, atau gelas memantulkan hampir semua energi bunyi yang jatuh padanya. Gejala pemantulan bunyi ini , hampir serupa dengan pemantulan cahaya yang terkenal . Sinar bunyi

datang dan pantul terletak dalam bidang datar serba sama , dan sudut gelombang bunyi datang sama dengan sudut gelombang bunyi pantul (hukum pemantulan).⁽³⁾

II.5.3.2 Penyerapan Bunyi

Penyerapan bunyi adalah perubahan energi bunyi menjadi suatu bentuk lain, biasanya panas jika melewati suatu bahan atau ketika menumbuk suatu permukaan (Gelombang bunyi dalam Gambar 2.3(3)). Jumlah panas yang dihasilkan pada perubahan energi ini adalah sangat kecil, sedang kecepatan perambatan gelombang bunyi tidak dipengaruhi oleh penyerapan. Bahan lembut, berpori, dan kain menyerap sebagian besar gelombang bunyi yang menumbuknya. Koefisien penyerapan bunyi adalah efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada frekuensi tertentu . Koefisien penyerapan bunyi suatu permukaan adalah bagian energi bunyi yang datang yang diserap, atau tidak dipantulkan oleh permukaan.

Koefisien Penyerapan Bunyi merupakan besaran yang diperlukan untuk menjelaskan sejauh mana material tertentu menyerap bunyi. Ditandai dengan (α) dan didefinisikan sebagai berikut ⁽⁶⁾

$$\alpha = \frac{\text{Energi bunyi yang tidak dipantulkan dari material}}{\text{Energi bunyi yang membentur material}} \quad (2.14)$$

Untuk penyerapan bunyi suatu permukaan (penyerapan permukaan) diukur dalam Sabins, sebelumnya disebut satuan jendela terbuka (open-windows units). Satu sabin

menyatakan suatu permukaan seluas 1m^2 yang mempunyai koefisien penyerapan $\alpha=1$. Penyerapan permukaan diperoleh dengan mengalikan luas permukaan dengan koefisien bunyinya, atau secara matematis ditulis ⁽³⁾:

$$A = S \times \alpha, \text{ Sabin} \quad (2.15)$$

Dengan : A adalah Penyerapan permukaan (Sabin)

S adalah Luas permukaan (m^2)

α adalah Koefisien penyerapan bunyi

II.5.3.3 Penyebaran Bunyi

Bila tekanan di sekitar bagian suatu ruang dan gelombang bunyi dalam merambat dalam semua arah, maka medan bunyi dikatakan serba sama atau homogen, dengan kata lain penyebaran bunyi atau penyerabaran bunyi yang terjadi dalam ruang (Gambar 2.3(4)) ⁽³⁾.

II.5.3.4 Pembelokan Bunyi

Pembelokan adalah gejala akustik yang menyebabkan gelombang bunyi dibelokkan atau dihamburkan setiap penghalang seperti sudut, kolom, tembok, dan balok (Gambar 2.3(5)). Pembelokan yaitu membelokkan arah penghamburan gelombang bunyi sekeliling penghalang, lebih nyata pada frekuensi rendah daripada frekuensi tinggi ⁽³⁾.

II.5.3.5 Dengung

Bila sumber bunyi telah berhenti, suatu waktu yang cukup lama akan berlalu sebelum bunyi hilang dan tak dapat didengar lagi. Bunyi yang berkepanjangan ini sebagai akibat pemantulan yang berturut – turut dalam ruang tertutup setelah sumber dihentikan disebut dengung. Ia mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap kondisi mendengar dalam ruang karena kehadirannya mengubah tanggapan terhadap bunyi transien, yaitu bunyi yang mulai berhenti dengan tiba – tiba.

Pengendalian dengung dalam rancangan akustik ruangan telah mengharuskan masuknya besaran standar yang relevan, yaitu waktu dengung (RT).

Koefisien penyerapan udara tergantung pada temperatur kelembaban udara dan juga pada frekuensi bunyi.

Penyerapan suatu permukaan diperoleh dengan mengalikan luasnya S dengan koefisien penyerapan α , dan penyerapan ruang total A diperoleh dengan menjumlahkan perkalian-perkalian ini dengan mengikutsertakan penyerapan yang dilakukan oleh penonton dan benda-benda lain dalam ruang (tempat duduk, karpet, tirai dan lain-lain). Jadi

$$A = S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + S_3\alpha_3 + \dots + S_n\alpha_n$$

Dengan $S_1, S_2, S_n, \dots, S_n$ adalah luas masing-masing permukaan, dalam feet persegi (atau meter persegi), dan $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ adalah koefisien penyerapan masing – masing.

Ruangan tertutup dengan volume yang relatif kecil, waktu dengungnya dihitung dengan menggunakan persamaan (2.17) dan (2.18).

Jika koefisien penyerapan ruang lebih besar dari 0.1 digunakan persamaan ⁽⁶⁾ :

$$RT = \frac{0,161 V}{-2,3 S \log (1-\alpha)} \text{ detik,} \quad (2.17)$$

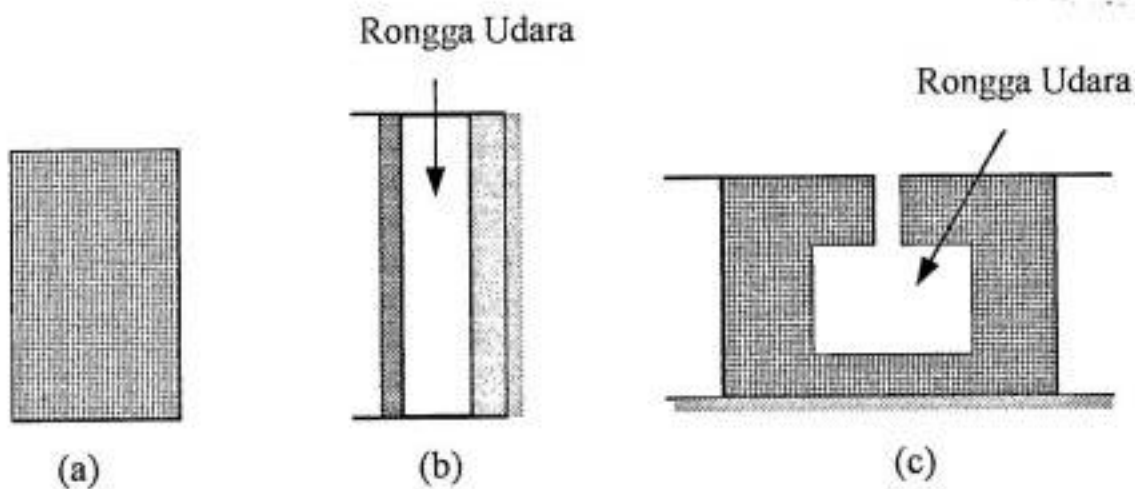
Jika koefisien penyerapan rata – ratanya kurang dari 0,1 digunakan persamaan :

$$RT = \frac{0,161V}{A} \text{ detik} \quad (2.18)$$

Persamaan (2.17) dan (2.18) merupakan modifikasi dari persamaan Sabin.

II.6 Bahan Penyerap Bunyi

Bahan – bahan penyerap bunyi yang digunakan dalam rancangan akustik suatu ruang atau yang dipakai sebagai pengendali bunyi dalam ruang-ruang bising dapat diklasifikasikan menjadi : bahan berpori – pori, penyerapan panel atau penyerapan selaput, dan resonator rongga (atau Helmholtz) ⁽³⁾



Gambar 2.4 Bahan Penyerapan a). Bahan berpori, b) Penyerapan panel, c) resonator rongga ⁽⁸⁾

II.6.1 Bahan Berpori

Karakteristik akustik dasar semua bahan berpori, seperti papan serat (*fiber board*), plesteran lembut (*soft plasters*), mineral wools, dan selimut isolasi adalah suatu jenis selular dengan pori – pori yang saling berhubungan. Energi bunyi datang diubah menjadi energi panas dalam pori – pori ini. 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, karet selular dan gelas busa, adalah penyerap bunyi yang buruk ⁽³⁾.

II.6.2 Penyerap Panel (selaput)

Penyerap panel atau selaput yang tidak dilubangi mewakili kelompok bahan – bahan penyerap bunyi kedua. Tiap bahan kedap yang dipasang pada penunjang yang padat tetapi terpisah oleh suatu ruang udara akan berfungsi sebagai penyerap panel dan akan bergetar bila tertumbuk oleh gelombang bunyi. Getaran lentur dari panel akan menyerap sejumlah energi bunyi datang dengan mengubahnya menjadi energi panas⁽³⁾.

II.6.3 Resonator Rongga (Helmholtz)

Resonator rongga (Helmholtz), kelompok penyerap bunyi yang ketiga dan terakhir, terdiri dari sejumlah udara tertutup yang dibatasi oleh dinding – dinding tegar dan dihubungkan oleh lubang/celah sempit (disebut leher) ke ruang sekitarnya, dimana gelombang bunyi merambat ⁽³⁾.

BAB III

METODOLOGI

III.1 Alat dan Bahan

III.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Cetakan, dengan ukuran panjang 30cm, lebar 25cm dan tebal 1,5cm.
2. Sendok semen, digunakan untuk meratakan dan menghaluskan campuran.
3. Baskom, tempat mencampur serbuk gergaji dan semen.
4. Alat ukur panjang (Jangka Sorong) dengan ketelitian 0,02 mm.
5. Alat tekan mekanis, digunakan untuk mengukur kuat tekan.
6. Timbangan, digunakan untuk mengukur massa sampel dinding akustik.
7. Alat penekan, digunakan untuk mempress sampel dinding akustik.
8. Alat uji kelenturan, digunakan untuk mengukur kuat lentur.
9. Gelas ukur, digunakan untuk mengukur volume air, serbuk dn semen.
10. Kotak kayu dilengkapi dengan tutup kaca (tebal 5mm) dengan ukuran panjang 120cm, lebar 25cm dan tinggi 30cm.
11. Osilator Audio, digunakan sebagai pengatur frekuensi bunyi.

III.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah :

1. Serbuk gergaji
2. Semen Portland jenis I sebagai bahan perekat.
3. Air suling sebagai bahan pelarut untuk menghomogenkan campuran.

III.2 Prosedur Kerja

III.2.1 Pembuatan Sampel Dinding Akustik

Semen dan serbuk gergaji dicampur dalam wadah dengan komposisi yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Perbandingan Volume Semen dan Serbuk gergaji

Kode sampel	Komposisi	Volume (ml)	
		Semen	Serbuk Gergaji
I	1:1	1500	1500
II	1:2	1000	2000
III	1:3	800	2400
IV	1:4	600	2400

Volume air yang digunakan untuk setiap komposisi sama yaitu 600 ml. Campuran yang telah diaduk rata (homogen) dimasukkan dalam 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.2.2 Uji Fisik

III.2.2.1 Susut Kering

Sampel dinding akustik yang baru dicetak, masih basah, diukur 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.2.2.2 Massa Jenis

Dibuat contoh sampel dinding akustik dengan panjang 26 cm dan lebar 24 cm untuk setiap komposisi, kemudian diukur massanya. Massa jenis setiap sampel dihitung dengan persamaan berikut :

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

Dengan : ρ = massa jenis sampel (gr/cm^3)

M = massa kering sampel (gr)

V_t = volume total sampel (cm^3)

III.2.2.3 Daya Serap Air

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

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

dengan : B_k = Berat kering (gr)

B_p = Berat basah (gr)

III.2.2.4 Porositas

Porositas sampel dinding akustik dihitung dengan persamaan :

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

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

ρ_{air} pada suhu percobaan, $27^{\circ}\text{C} = 0,997 \text{ gr/cm}^3$

III.2.3 Uji Mekanik

III.2.3.1 Kuat Tekan

Dibuat contoh sampel dengan panjang 5 cm, lebar 5 cm dan tebal 5 cm. Pengukuran kuat tekan sampel menggunakan alat uji kuat tekan. Sampel diletakkan di bawah alat penekan dan ditekan hingga retak. Jarum akan menunjukkan beban tekan yang diberikan pada sampel.

$$\text{Kuat tekan} = \frac{\text{Beban tekan}}{\text{Luas bidang tekan}} (\text{kg/cm}^2) \quad (3.5)$$

III.2.3.2 Kuat Lentur

Dibuat contoh sampel dengan panjang 25 cm dan lebar 10 cm. Sampel diletakkan di bawah alat penekan dan ditekan hingga sampel patah. Terdapat dua tumpuan pada kedua sisi sampel yang satu sama lainnya berjarak 20 cm. Kuat lentur dihitung dengan menggunakan persamaan :

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

dengan : σ_{fl} = Kuat lentur sampel (kg /cm²)

G = Beban patah (kg)

P = Jarak tumpuan (cm)

L = Lebar sampel (cm)

T = Tebal sampel (cm)

III.2.4 Uji Penyerapan Bunyi

Prosedur penyerapan bunyi sampel dinding akustik adalah :

- a. Pengukuran tingkat tekanan bunyi langsung dari sumber bunyi dengan meletakkan sumber bunyi (*Loud speaker*) dan alat ukur (*Sound Level Meter*) di luar kotak pengujian.

- b. Mengukur tingkat tekanan bunyi sebelum kotak pengujian diisi sampel. Meletakkan sumber bunyi pada sisi pinggir kotak dan alat ukur pada jarak 59 cm dari sumber bunyi . Sound Level Meter diarahkan pada sumber bunyi, kemudian membelakangi sumber bunyi.
- c. Beberapa sampel dinding akustik (komposisi sama) diletakkan pada lantai dan dinding kotak pengujian. Posisi sumber bunyi dan alat ukur sama pada saat kotak pengujian masih kosong. Pengukuran dilakukan pada dua arah yaitu mengarah ke sumber dan membelakangi sumber bunyi. Pengukuran dilakukan secara bergantian untuk setiap komposisi.
- d. Pengukuran dilakukan pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz 1000 Hz ,2000 Hz dan 4000 Hz..

III. 2.4.1 Reduksi Bunyi (NR)

Reduksi bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$NR = L_0 - L_1 \quad (3.7)$$

dengan : NR = Reduksi bunyi

L_0 = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dipasang (dB)

L_1 = Tingkat tekanan bunyi setelah sampel dipasang (dB)

III.2.4.2 Koefisien Penyerapan Bunyi

Koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik (α) dihitung dengan menggunakan persamaan (2.14) atau menggunakan persamaan berikut :

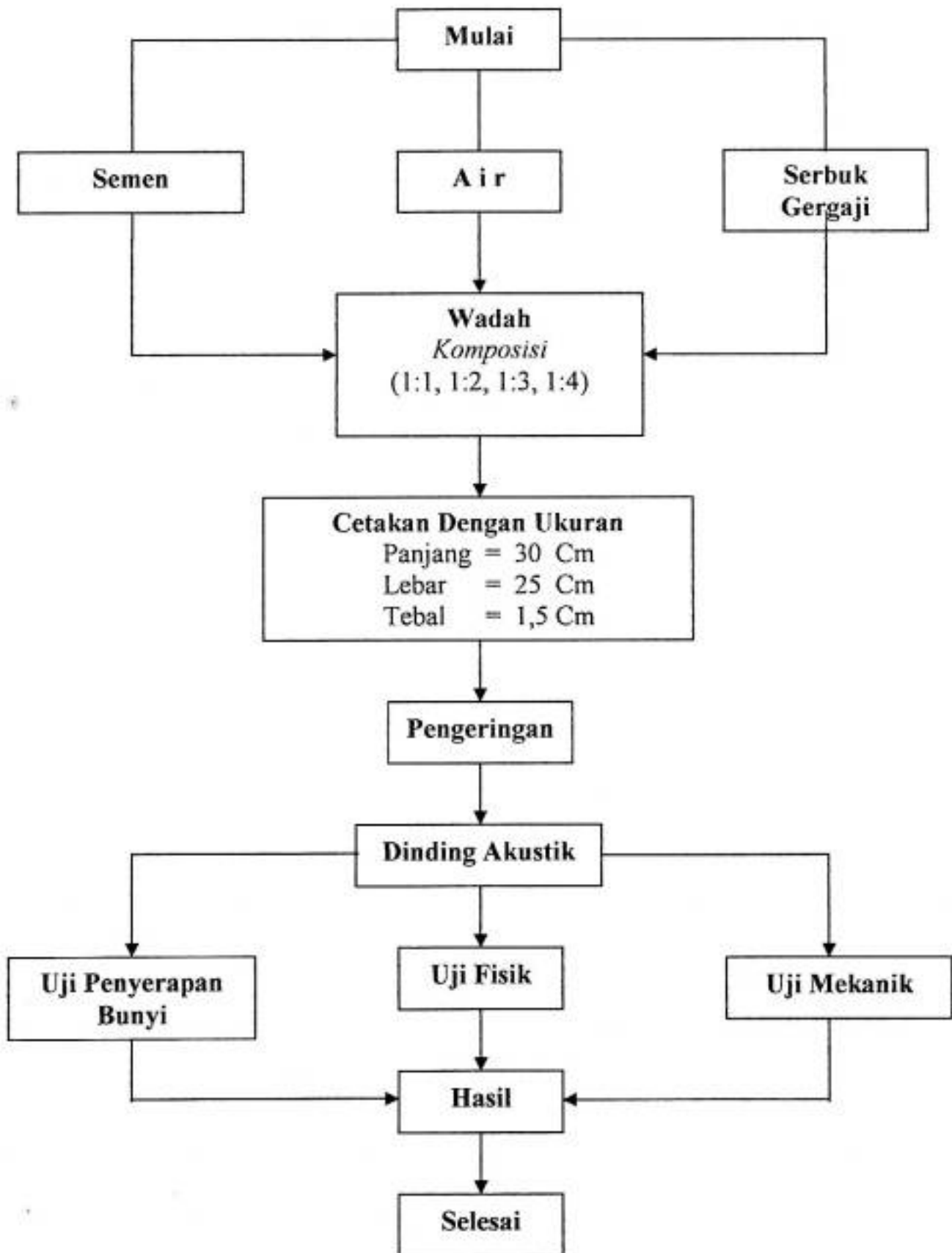
$$\alpha = \frac{TTBs - L1}{TTBs} \quad (3.8)$$

dengan : TTBs = Tingkat tekanan bunyi langsung dari sumber (dB)
 L1 = Tingkat tekanan bunyi setelah sampel dinding akustik
 dipasang (bunyi pantul) (dB).

III.2.4.3 Waktu Dengung (RT)

Waktu dengung sampel dinding akustik dihitung dengan menggunakan persamaan (2.17) dan (2.18)

III. 2.5 Bagan Alir Penelitian



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil Uji Fisik

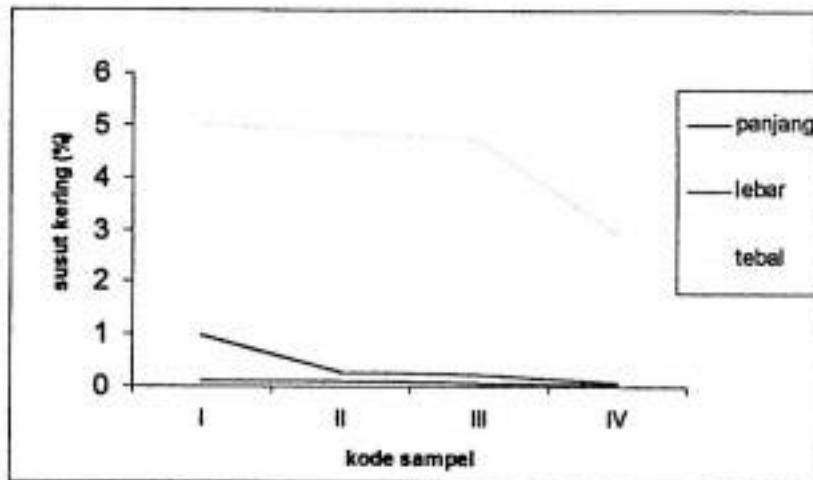
IV.1.1 Susut kering

Perhitungan susut kering sampel dapat dilihat pada table 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	Sampel	Pembanding ⁽²⁾
I	0,60	0,10	5,40	2,03	1,12
II	0,60	0,10	4,70	1,74	0,93
III	0,20	0,70	4,10	1,66	0,80
IV	0,06	0,03	2,19	0,96	0,67

Yang digunakan sebagai sampel pembanding ⁽²⁾ adalah campuran semen dan sabut kelapa dengan komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Susut kering pada keempat sampel dinding akustik rata – rata kecil. Rata – rata penyusutan pada sampel I hanya mencapai 2,03%, turun pada sampel II menjadi 1,74%, turun pada sampel III menjadi 1,66% dan turun lagi pada sampel IV menjadi 0,96%. Penyusutan keempat sampel di bawah 10%, memenuhi standar mutu bahan bangunan ⁽⁹⁾. Susut kering sampel dinding akustik dalam grafik pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik susut kering sampel dinding akustik

Pada grafik terlihat bahwa rata-rata susut kering berkurang dengan penambahan serbuk gergaji. Ini disebabkan karena serbuk gergaji bersifat ringan dan mudah bercampur dengan perekatnya (semen). Selain itu pengeringan tidak menggunakan suhu tinggi tetapi dengan penyinaran matahari. Rata-rata susut kering terkecil yaitu pada sampel IV dengan perbandingan 1 : 4 yaitu 0,96%,

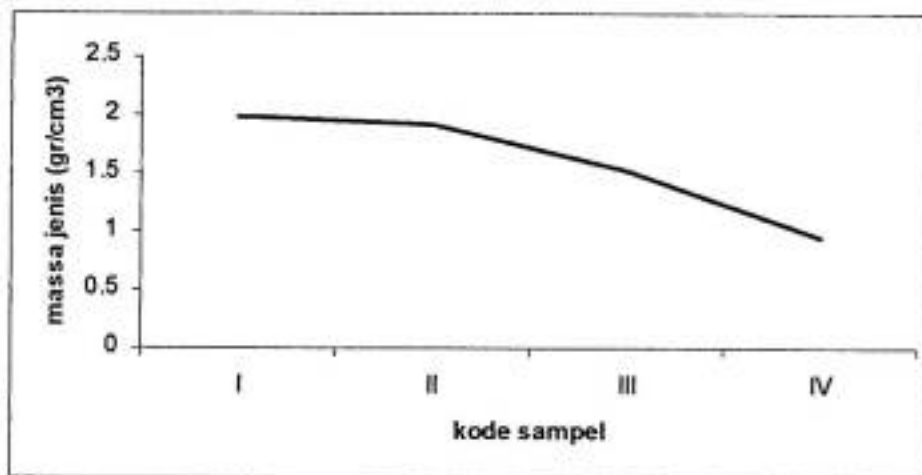
IV.1.2 Massa Jenis

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

Tabel 4.2 Massa jenis sampel dinding akustik

Kode sampel	Massa jenis (gr/cm^3)	
	Sampel	Pembanding ⁽²⁾
I	1,99	1,17
II	1,91	1,08
III	1,50	0,86
IV	0,95	0,62

Yang digunakan sebagai sampel pembanding adalah campuran semen dan sabut kelapa ⁽²⁾ untuk komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Massa jenis pada keempat sampel rata-rata kecil. Pada sampel I mencapai $1,99 \text{ gr/cm}^3$ turun pada sampel II menjadi $1,91 \text{ gr/cm}^3$, turun pada sampel III menjadi $1,50 \text{ gr/cm}^3$ dan pada sampel IV massa jenisnya menjadi $0,95 \text{ gr/cm}^3$. Massa jenis sampel dinding akustik dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik massa jenis sampel dinding akustik

Pada grafik dapat dilihat bahwa dengan penambahan komposisi serbuk gergaji massa jenis sampel semakin kecil, Hal ini disebabkan karena sifat serbuk gergaji yang sangat ringan. Massa jenis sampel dinding akustik yang terkecil pada sampel ke IV dengan perbandingan komposisi 1 : 4 yaitu $0,95 \text{ gr/cm}^3$, di bawah standar mutu bahan bangunan yaitu minimum $1,2 \text{ gr/cm}^3$.⁽¹⁾

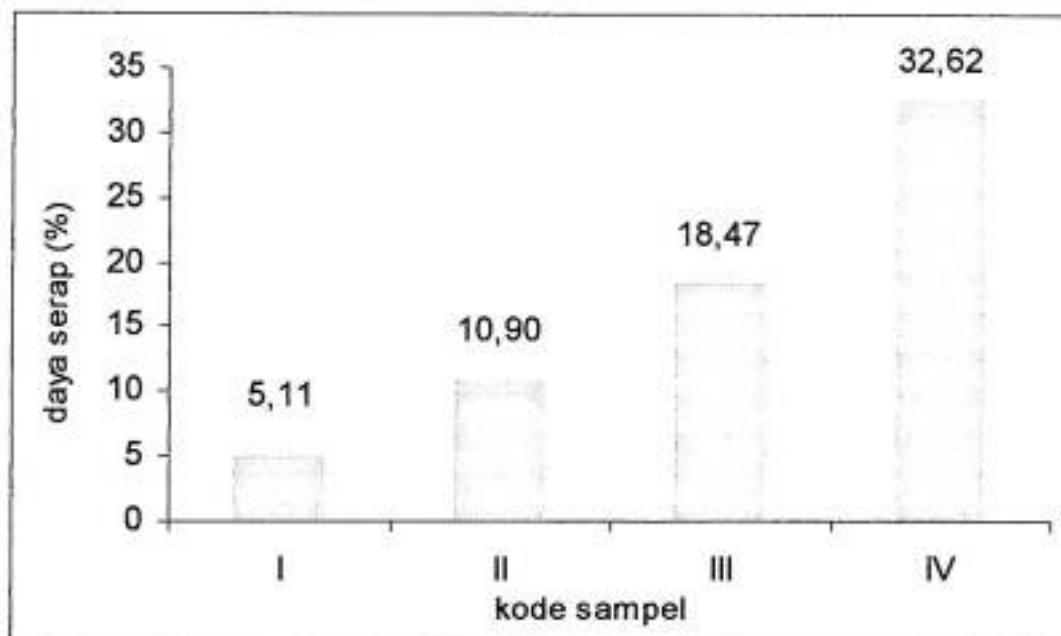
IV.1.3 Daya Serap Air

Hasil perhitungan daya serap air setelah sampel dinding akustik direndam selama tiga hari dapat dilihat pada Table 4.3 dan Lampiran A.

Tabel 4.3 Daya serap Air Sampel Dinding Akustik

Kode sampel	Daya serap air (%)	
	Sampel	Pembanding ⁽²⁾
I	5,11	20,19
II	10,90	20,89
III	18,47	30,32
IV	32,62	34,36

Yang digunakan sebagai pembanding adalah campuran semen dan sabut kelapa⁽²⁾ dengan komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Daya serap air keempat sampel di bawah 35%(standar maksimum mutu bahan bangunan)⁽¹⁾. Pada sampel I daya serap air 5,11%, naik pada sampel II menjadi 10,90% naik pada sampel III menjadi 18,47% dan naik lagi pada sampel IV menjadi 32,62%. Grafik daya serap air sampel dinding akustik digambarkan seperti berikut:



Gambar 4.3 Grafik daya serap air sampel dinding akustik

Dengan penambahan serbuk gergaji, maka daya serap air sampel dinding akustik semakin besar. Ini menunjukkan sifat fisik serbuk gergaji yang berpori.

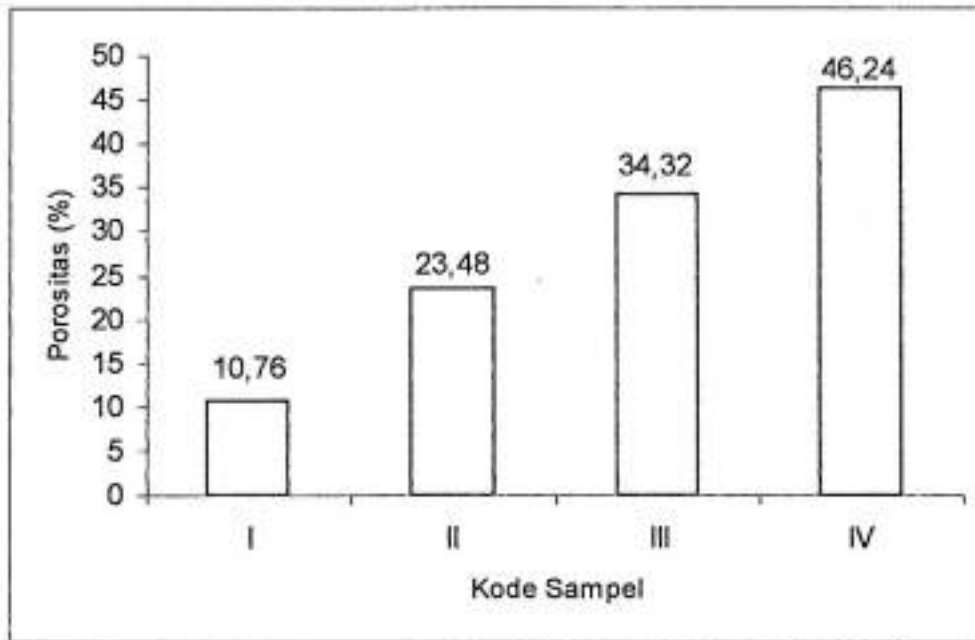
IV.1.4 Porositas

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

Table 4.4 Porositas sampel dinding akustik

Kode sampel	Porositas (%)	
	Sampel	Pembanding ⁽²⁾
I	10,76	29,84
II	23,48	30,54
III	34,32	37,76
IV	46,24	39,28

Yang digunakan sebagai pembanding adalah campuran semen dan sabut kelapa ⁽²⁾ dengan komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Perbandingan volume rongga dengan volume total sampel dinding akustik menyatakan porositas dari sampel dinding akustik. Volume rongga merupakan perbandingan antara selisih berat basah dan berat kering terhadap rapat massa air pada suhu tertentu. Dalam hal ini suhu air bernilai 27⁰C yang mempunyai rapat massa 0,99 gr/cm³. Porositas keempat sampel dinding akustik dapat dilihat pada grafik berikut:



Gambar 4.4 Grafik porositas sampel dinding akustik

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat porositas sampel semakin meningkat dengan bertambahnya serbuk gergaji. Ini menunjukkan sifat fisik serbuk gergaji yang berpori.

IV.2 Hasil Uji Mekanik

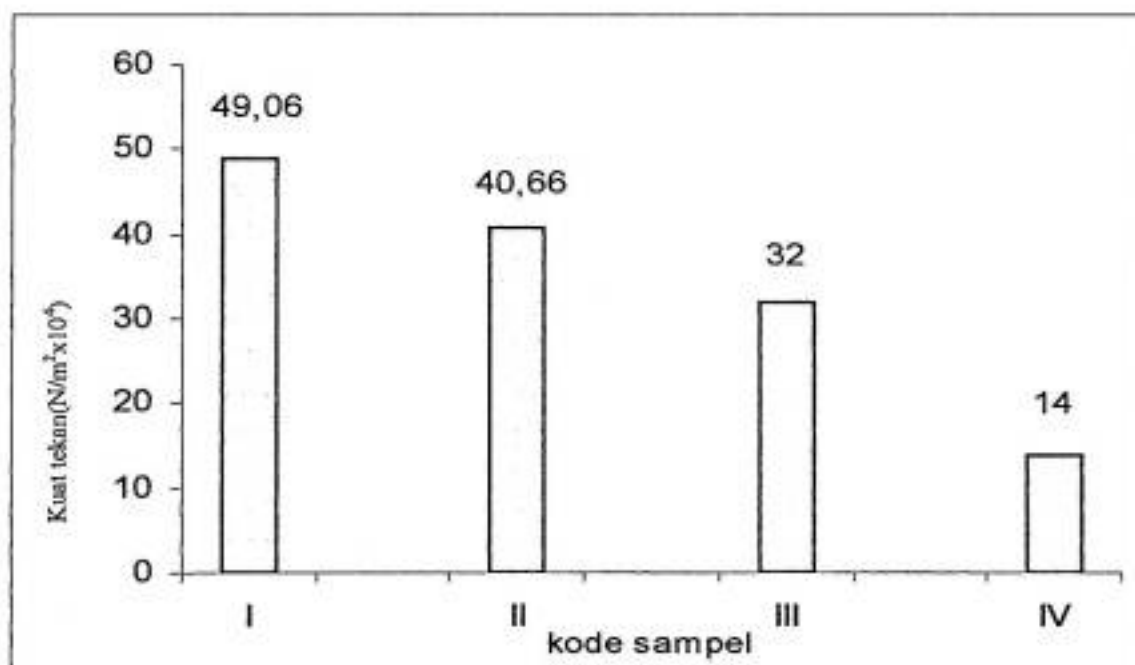
IV.2.1 Kuat Tekan

Hasil perhitungan kuat tekan keempat sampel dinding akustik dapat dilihat dalam Tabel 4.5 dan Lampiran B.

Tabel 4.5 Kuat Tekan Sampel Dinding Akustik

Kode sampel	Kuat Tekan($N/m^2 \times 10^4$)	
	Sampel	Pembanding ⁽²⁾
I	49,06	54,67
II	40,66	26,93
III	32	24,80
IV	14	23,74

Yang digunakan sebagai pembanding adalah campuran semen dan sabut kelapa ⁽²⁾ dengan komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Kuat tekan sampel I mencapai $49,06 \times 10^4 N/m^2$, sampel II mencapai $40,66 \times 10^4 N/m^2$, sampel III mencapai $32 \times 10^4 N/m^2$ dan pada sampel IV mencapai $14 \times 10^4 N/m^2$. Perbandingan kuat tekan keempat sampel dinding akustik dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik kuat tekan sampel dinding akustik

Dari Grafik dapat dilihat bahwa kuat tekan sampel dinding akustik semakin menurun dengan bertambahnya komposisi serbuk gergaji, Ini disebabkan proses perekatan yang kurang sempurna dengan penambahan komposisi serbuk gergaji.

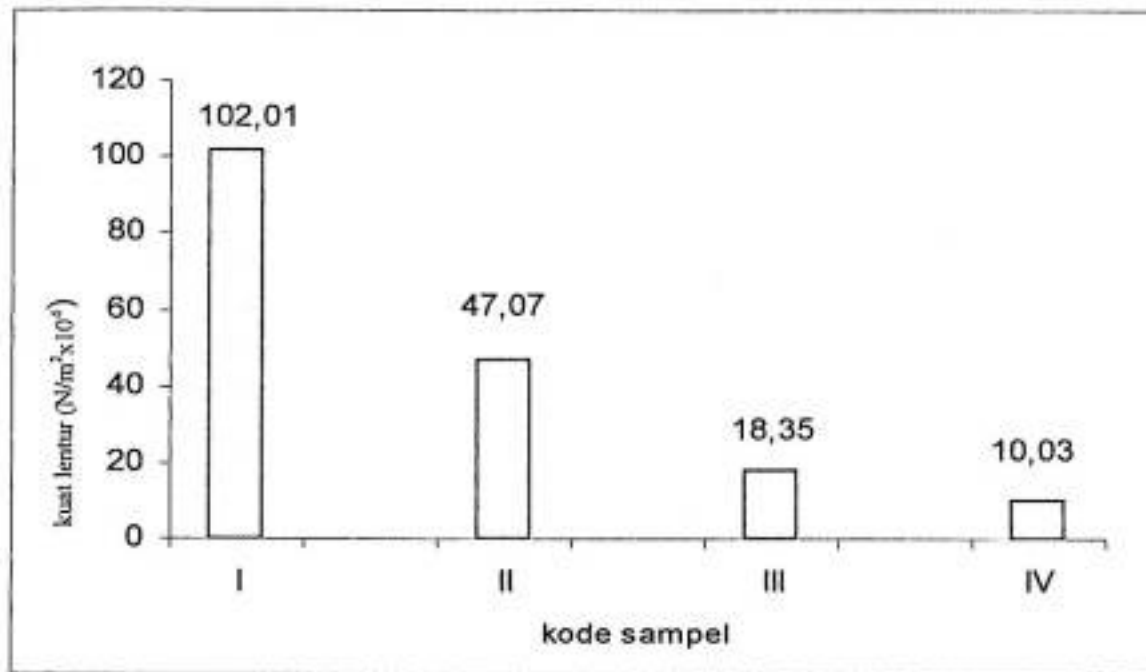
IV.2.2 Kuat Lentur

Kelenturan suatu bahan berhubungan dengan sifat elastis yang dimilikinya, Jika pembebanan melebihi batas proporsionalnya (elastisitasnya) maka sampel akan patah, Kuat lentur dari keempat sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Lampiran B.

Tabel 4.6 Kuat lentur sampel dinding akustik

Kode Sampel	Kuat Lentur(N/m² x 10⁴)	
	Sampel	Pembanding⁽²⁾
I	102,01	28,57
II	47,08	18,42
III	18,36	19,85
IV	10,04	20,24

Yang digunakan sebagai pembanding adalah campuran semen dan sabut kelapa ⁽²⁾ dengan komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Perbandingan kuat lentur sampel dinding akustik dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.6 Grafik kuat lentur sampel dinding akustik

Dari grafik dapat dilihat bahwa kuat lentur keempat sampel dinding akustik semakin menurun dengan penambahan komposisi serbuk gergaji. Kuat lentur pada sampel I mencapai $102,01 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ pada sampel II menjadi $47,08 \times 10^4 \text{ N/m}^2$, turun pada sampel III menjadi $18,36 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ dan turun pada sampel IV menjadi $10,04 \times 10^4 \text{ N/m}^2$. Hal ini disebabkan karena serbuk gergaji yang halus dan sangat rapuh.

IV.3 Hasil Uji Penyerapan Bunyi

IV.3.1 Reduksi Bunyi Sampel Dinding Akustik dengan Alat Ukur Menghadap

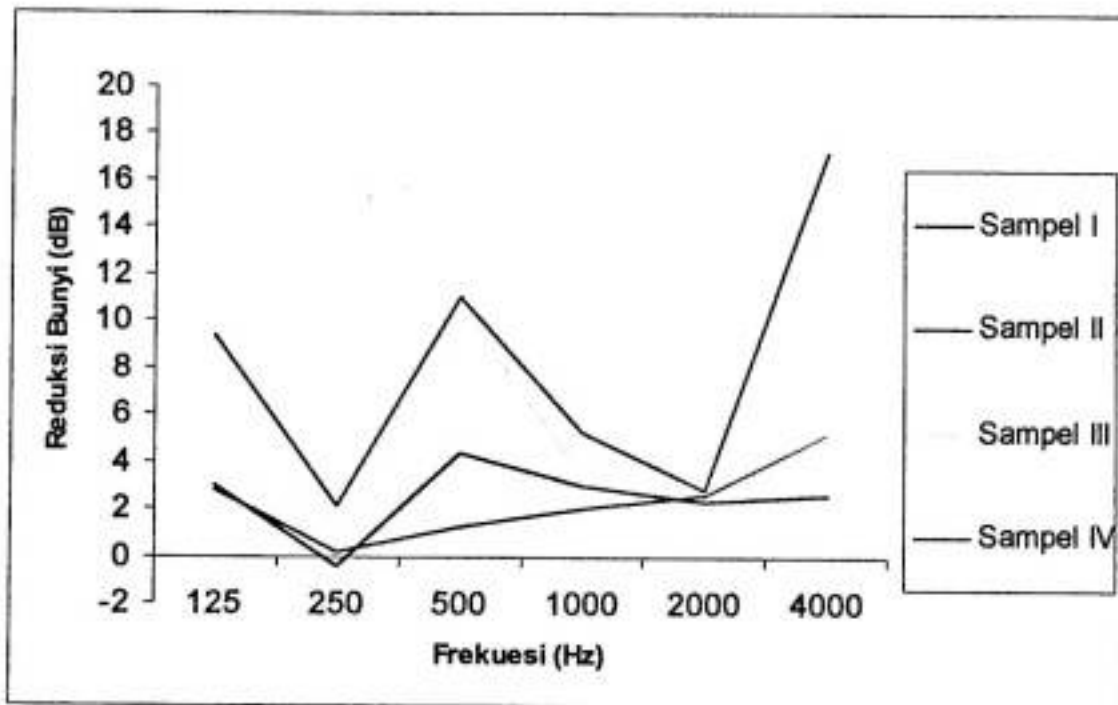
Sumber bunyi.

Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Lampiran C.2a.

Tabel 4.7 Reduksi Bunyi Sampel Dinding Akustik Menghadap Sumber Bunyi

NO	Frekuensi (Hz)	Reduksi Bunyi(dB)							
		Sampel				Pembanding ⁽²⁾			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	3	2,82	3,46	9,34	10,56	10,94	11,36	13,44
2	250	-0,42	0,20	1,38	2,14	0,10	2,20	2,30	2,70
3	500	4,34	1,20	10,64	11,04	4,92	5,04	7,04	7,54
4	1000	3	2	3,42	5,20	3,14	9,56	9,90	19,94
5	2000	2,34	2,62	2,70	2,80	4,48	8,6	22,34	28,64
6	4000	2,64	5,22	5,22	17,20	13,46	20,56	22,36	26,36

Yang digunakan sebagai pembanding adalah campuran semen dan sabut kelapa pada komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Reduksi bunyi merupakan selisih bunyi sebelum kotak pengujian dipasang sampel (L_0) dan setelah dipasang sampel (L_1). Semakin besar nilai reduksi bunyi menunjukkan semakin besar bunyi yang terserap oleh sampel dinding akustik. Reduksi bunyi sampel dibawah 50%, Reduksi bunyi pada sampel I bernilai negatif pada frekuensi 250 Hz, karena pada frekuensi tersebut tingkat tekanan bunyi sebelum kotak pengujian dipasang sampel lebih kecil dibandingkan setelah dipasang sampel ($L_0 < L_1$). Selain itu nilai reduksi bunyi untuk penambahan serbuk gergaji tidak beraturan, ini disebabkan karena adanya superposisi dari frekuensi. Reduksi bunyi sampel pembanding lebih besar daripada sampel yang dibuat. Reduksi bunyi sampel dinding akustik yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4.7 Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi

Dari grafik dapat dilihat bahwa reduksi bunyi tertinggi pada sampel IV yaitu pada frekuensi 4000 Hz, Ini menunjukkan bahwa sampel IV (komposisi 1:4) cukup baik mereduksi bunyi pada frekuensi 4000 Hz, sedangkan bunyi paling kecil didapatkan pada sampel II, Berdasarkan karakteristik dan komposisi bahan yang dikandungnya, sampel II sedikit mengandung serbuk gergaji dibanding sampel IV sehingga sampel IV mempunyai porositas yang tinggi atau bahannya berpori-pori, Bahan berpori merupakan penyerap bunyi yang baik, sedangkan bahan padat merupakan pemantul bunyi (*reflector*).

IV.3.2 Reduksi bunyi Sampel Dinding Akustik dengan Alat Ukur Membelakangi

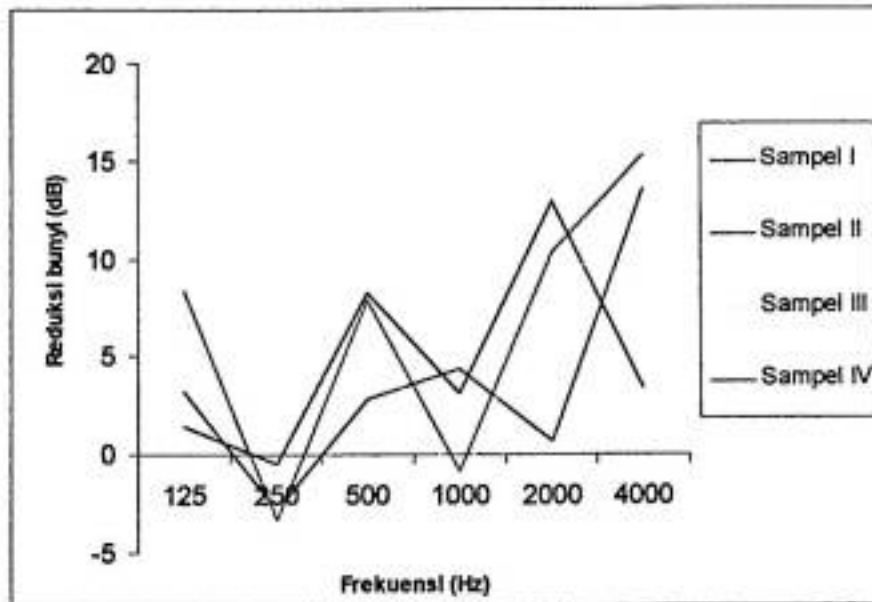
Sumber Bunyi.

Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan Lampiran C.2.b

Tabel 4.8 Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

No	Frekuensi (Hz)	Reduksi Bunyi(dB)							
		Sampel				Pembanding ⁽²⁾			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	1,44	3,24	7,12	8,36	9,40	9,96	10,02	11,66
2	250	-0,44	-2,86	-2,92	-3,26	-2,04	-1,74	-1,72	1,60
3	500	8,30	2,84	6,52	7,90	5,52	6,22	8,88	8,82
4	1000	3,16	4,36	-1,82	-0,80	9,24	14,4	15,72	16,98
5	2000	12,86	0,72	10	10,32	6,32	9,40	14,82	31,66
6	4000	3,44	13,52	8,96	15,28	15,24	22,82	21,12	24,18

Yang digunakan sebagai pembanding adalah campuran semen dan sabut kelapa⁽²⁾ dengan komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Nilai reduksi bunyi pantul sampel dinding akustik rata – rata lebih kecil dibanding reduksi bunyi yang datang., Reduksi bunyi bernilai negatif pada frekuensi 250 Hz dan 1000 Hz. Ini disebabkan nilai tingkat tekanan bunyi lebih kecil sebelum kotak pengujian dipasang sampel daripada setelah pemasangan sampel ($L_0 < L_1$), Reduksi bunyi sampel dinding akustik dapat dilihat dalam grafik pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

Dari grafik dilihat bahwa nilai reduksi bunyi tertinggi pada sampel IV pada frekuensi 4000 Hz, yaitu mencapai 15,28 dB.

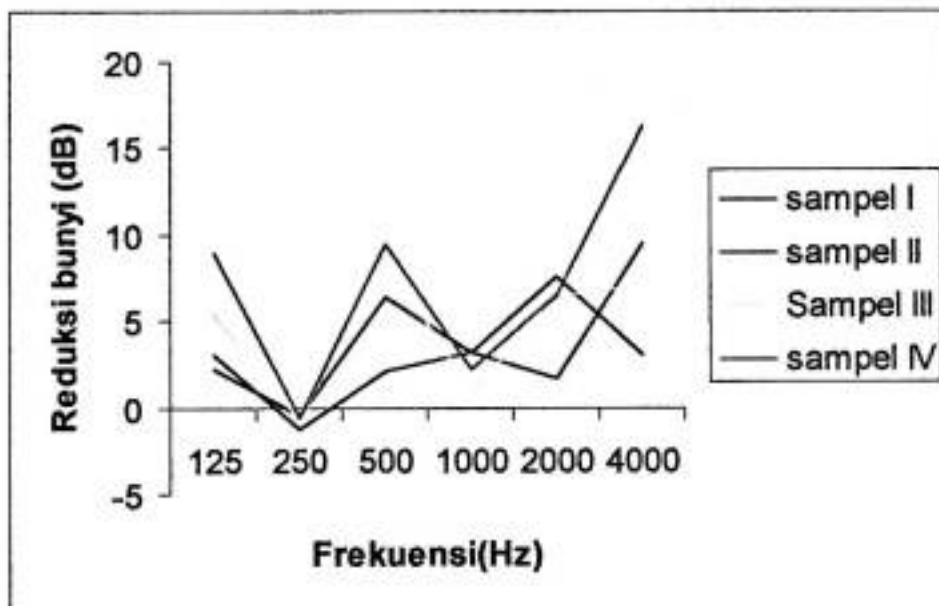
IV.3.3 Reduksi bunyi Rata – rata Sampel Dinding Akustik

Reduksi bunyi rata – rata sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Lampiran C

Tabel 4.9 Reduksi Bunyi Rata – Rata Sampel Dinding Akustik

No	Frekuensi (Hz)	Reduksi bunyi (dB)							
		Sampel				Pembanding ⁽²⁾			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	2,22	3	5,30	8,92	9,95	10,42	10,66	12,52
2	250	-0,44	-1,32	-0,76	-0,56	-0,97	-0,25	0,28	2,15
3	500	6,42	2,04	8,58	9,50	5,22	5,63	7,96	8,18
4	1000	3,12	3,20	0,86	2,21	6,19	11,98	12,81	18,46
5	2000	7,58	1,64	6,30	6,50	5,40	9	18,58	30,15
6	4000	3,04	9,38	7,08	16,26	14,35	21,69	21,74	25,27

Reduksi bunyi rata – rata sampel dinding akustik merupakan rata – rata dari reduksi bunyi pada saat alat ukur menghadap dan membelakangi sumber bunyi. Semakin besar reduksi bunyi menunjukkan semakin besar pula bunyi yang terserap oleh sampel dinding akustik. Reduksi bunyi pada frekuensi 250 Hz bernilai negatif, artinya pada frekuensi tersebut bunyi tidak terserap oleh sampel. Grafik reduksi bunyi rata – rata sampel dinding akustik dapat dilihat pada Gambar 4.9



Gambar 4.9 Grafik Reduksi Bunyi Rata-Rata Sampel Dinding Akustik

Dari grafik dapat dilihat bahwa reduksi bunyi tertinggi pada sampel IV frekuensi 4000 Hz, begitu pula pada saat alat ukur menghadap dan membelakangi sumber bunyi, reduksi bunyi tertinggi pada sampel IV frekuensi 4000 Hz. Ini menunjukkan bahwa sampel IV cukup baik mereduksi bunyi pada frekuensi 4000 Hz.

V.3.4 Koefisien penyerapan sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi .

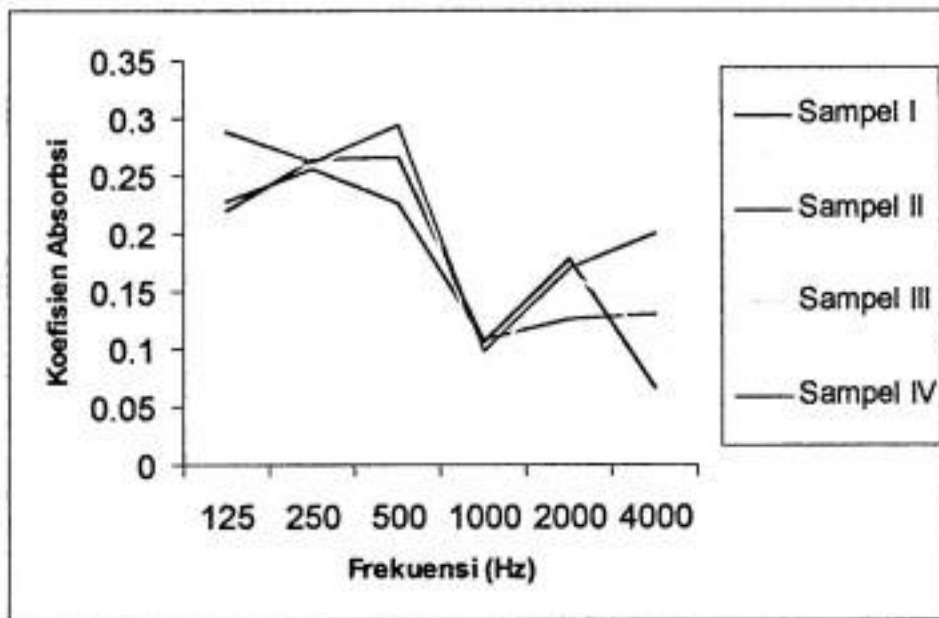
Koefisien penyerapan bunyi adalah efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada frekuensi tertentu. Koefisien penyerapan bunyi suatu permukaan adalah bagian energi bunyi yang diserap atau tidak dipantulkan oleh permukaan. Koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Lampiran C.3a

Tabel 4.10 Koefisien penyerapan sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi

No	Frekuensi (Hz)	Koef .penyerapan							
		Sampel				Pembanding ⁽²⁾			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	0,22	0,22	0,22	0,28	0,29	0,29	0,30	0,32
2	250	0,24	0,25	0,26	0,26	0,25	0,27	0,27	0,27
3	500	0,25	0,23	0,30	0,31	0,26	0,26	0,28	0,28
4	1000	0,11	0,09	0,10	0,12	0,11	0,165	0,17	0,26
5	2000	0,12	0,13	0,12	0,12	0,14	0,18	0,29	0,35
6	4000	0,05	0,08	0,07	0,19	0,16	0,23	0,25	0,29

Koefisien penyerapan sampel dinding akustik rata – rata kecil. Koefisien penyerapan terkecil terdapat pada sampel I, yaitu pada frekuensi 4000 Hz. Pada frekuensi ini, koefisien penyerapan mencapai 0,05 (Komposisi 1:1). Koefisien penyerapan terbesar pada sampel IV, yaitu pada frekuensi 500 Hz (Komposisi 1:4) yaitu mencapai 0,31. Ini disebabkan pada komposisi 1:1 sampel dinding akustik lebih padat dibanding pada komposisi 1:4. Walaupun demikian, koefisien penyerapan bunyi sampel dinding

akustik rata – rata di bawah 0,5, artinya tingkat tekanan bunyi yang terserap oleh sampel dinding akustik masih di bawah 50%, Gambar 4,10 memperlihatkan perubahan koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik terhadap frekuensi dan perbedaan koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik berdasarkan komposisi bahan.



Gambar 4.10 Grafik koefisien penyerapan sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi

Dari grafik dapat dilihat bahwa koefisien penyerapan sampel I minimum pada frekuensi 4000 Hz, begitu pula dengan koefisien penyerapan sampel II dan III, sedangkan pada sampel IV minimum pada frekuensi 1000 Hz. Hal ini disebabkan karena sampel I bahannya lebih padat dan permukaannya tertutup. Hasil analisa tersebut sesuai dengan teori. Berdasarkan teori Doelle⁽³⁾, bahan akustik seperti bahan berpori – pori dengan permukaan terbuka merupakan penyerap bunyi yang baik, sedangkan bahan – bahan selular merupakan penyerap bunyi yang buruk . Koefisien



penyerapan maksimal pada sampel IV karena pada sampel IV mengandung banyak serbuk gergaji. Artinya makin banyak mengandung serbuk gergaji makin baik penyerapan bunyi sampel dinding akustik yang diperoleh.

IV.3.5 Koefisien penyerapan sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

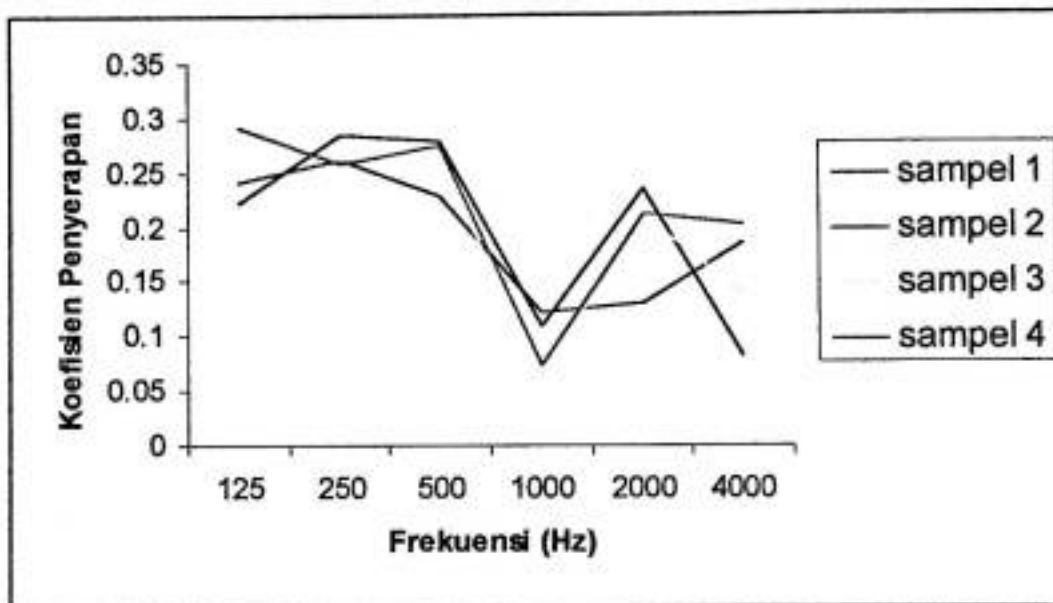
Koefisien penyerapan sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Lampiran C.3b

Tabel 4.11 Koefisien penyerapan sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

No	Frekuensi (Hz)	Koef.Penyerapan							
		Sampel				Pembanding			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	0,22	0,24	0,27	0,29	0,30	0,31	0,31	0,32
2	250	0,28	0,26	0,26	0,25	0,27	0,27	0,27	0,30
3	500	0,27	0,22	0,26	0,27	0,25	0,26	0,28	0,28
4	1000	0,10	0,12	0,06	0,07	0,17	0,21	0,23	0,24
5	2000	0,23	0,12	0,21	0,21	0,18	0,20	0,25	0,39
6	4000	0,08	0,18	0,13	0,20	0,20	0,28	0,26	0,29

Yang digunakan sebagai pembanding adalah campuran semen dan sabut kelapa⁽²⁾ dengan komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Koefisien penyerapan terkecil pada sampel III yaitu pada frekuensi 1000Hz, mencapai 0,06. Koefisien penyerapan sampel dinding akustik maksimal terdapat pada sampel IV, pada frekuensi 125 Hz mencapai 0,29. Gambar 4.11 memperlihatkan perubahan koefisien

penyerapan bunyi sampel dinding akustik terhadap frekuensi dan perbedaan koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik berdasarkan komposisi bahan.



Gambar 4.11 Grafik koefisien penyerapan sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

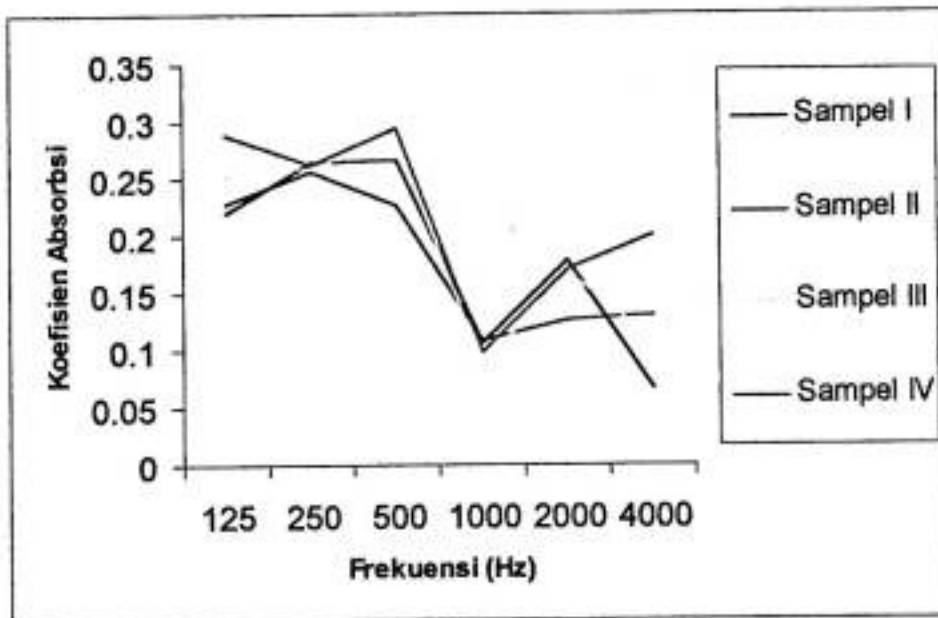
IV.3.6 Koefisien Penyerapan Rata – rata Sampel Dinding Akustik

Koefisien penyerapan rata – rata sampel dinding akustik merupakan koefisien penyerapan rata – rata dari koefisien penyerapan pada saat alat ukur menghadap dan membelakangi sumber bunyi, Koefisien penyerapan rata – rata sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan C.3.c

Tabel 4.12 Koefisien penyerapan rata- rata sampel dinding akustik

No	Frekuensi (Hz)	Koefisien Penyerapan							
		Sampel				Pembanding ⁽²⁾			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	0,22	0,22	0,25	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
2	250	0,26	0,65	0,26	0,26	0,22	0,27	0,27	0,29
3	500	0,26	0,22	0,28	0,29	0,27	0,26	0,28	0,28
4	1000	0,10	0,10	0,08	0,09	0,14	0,19	0,19	0,25
5	2000	0,17	0,12	0,16	0,17	0,16	0,19	0,27	0,38
6	4000	0,06	0,13	0,10	0,20	0,18	0,25	0,26	0,29

Yang digunakan sebagai pembanding adalah campuran semen dan sabuk kelapa ⁽²⁾ dengan komposisi sama dengan sampel yang dibuat. Koefisien penyerapan rata – rata sampel dinding akustik rata – rata kecil, Koefisien penyerapan terkecil terdapat pada sampel I, yaitu frekuensi 4000 Hz yang mencapai 0,06. Koefisien penyerapan terbesar pada sampel IV yaitu pada frekuensi 500 Hz, mencapai 0,29. Ini disebabkan pada komposisi 1:1 sampel dinding akustik lebih padat dibanding komposisi 1:4 Gambar 4,12 memperlihatkan perubahan koefisien penyerapan bunyi sampel dinding akustik terhadap ferekunsi dan juga berdasarkan komposisi bahan,



Gambar 4.12 Grafik koefisien penyerapan rata – rata sampel dinding akustik

Dari grafik dapat dilihat bahwa koefisien penyerapan maksimum pada frekuensi 500 Hz pada sampel IV, walaupun demikian masih lebih kecil dibandingkan koefisien penyerapan pada saat alat ukur menghadap sumber bunyi,

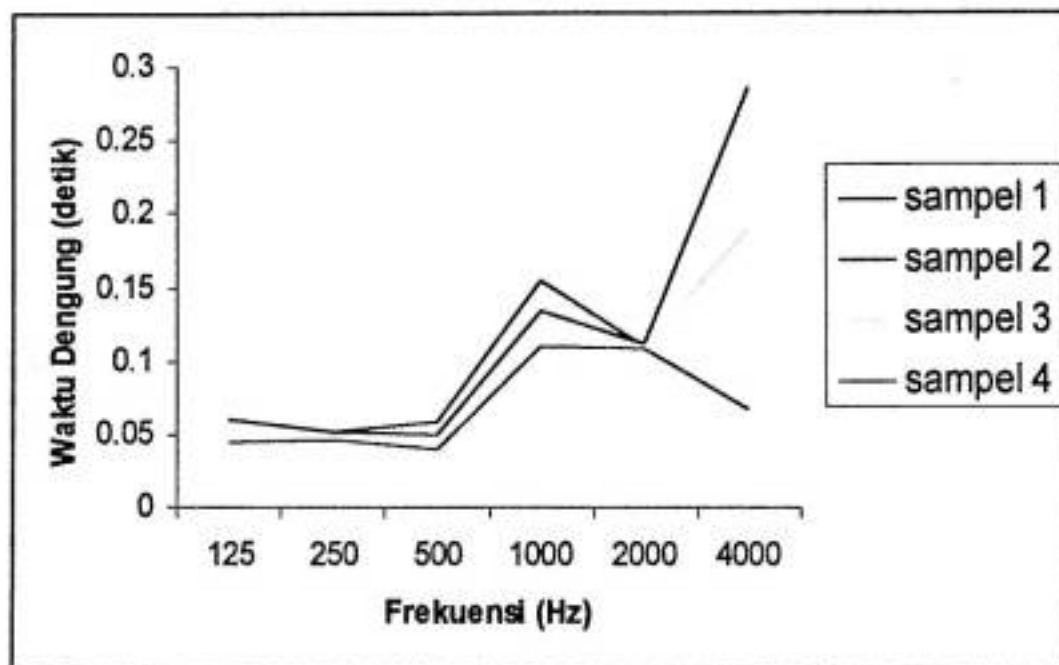
IV.3.7 Waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi.

Hasil perhitungan waktu dengung sampel dinding akustik menggunakan persamaan (2.17) dan (2.18) dapat dilihat pada tabel 4.13 dan Lampiran C.4.a

**Tabel 4.13 Waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur
menghadap sumber bunyi**

NO	Frekuensi (Hz)	Waktu Dengung (detik)							
		Sampel				Pembanding ⁽²⁾			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2	250	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
3	500	0,05	0,05	0,04	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05
4	1000	0,13	0,15	0,12	0,11	0,08	0,06	0,06	0,05
5	2000	0,11	0,10	0,10	0,10	0,08	0,07	0,05	0,02
6	4000	0,28	0,18	0,18	0,06	0,07	0,04	0,05	0,04

Yang digunakan sebagai sampel pembanding ⁽²⁾ adalah campuran semen dan sabut kelapa untuk komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Waktu dengung sampel dinding akustik maksimum pada sampel I, yaitu pada frekuensi 4000 Hz mencapai 0,28 detik, Sedangkan nilai minimum terdapat pada sampel IV, yaitu pada frekuensi 500 Hz yang mencapai 0,03 detik, Gambar 4.13 memperlihatkan waktu dengung sampel dinding akustik.



Gambar 4.13 Grafik waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber bunyi

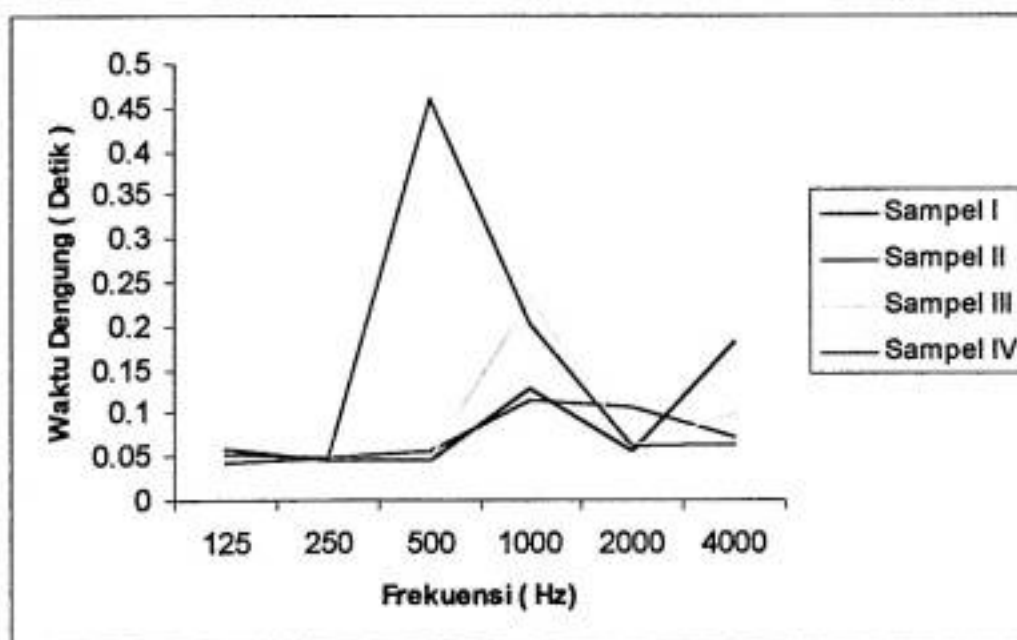
Waktu dengung sampel dinding akustik di bawah 0,5 detik, bernilai kecil karena bunyi menyebar dalam ruangan (kotak) yang bervolume kecil. Waktu dengung juga dipengaruhi oleh penyerapan bunyi sampel dinding akustik yang diisolasi pada dinding dan alas kotak pengujian. Makin kecil waktu dengung sampel dinding akustik maka makin baik penyerapan bunyi yang terjadi dalam ruangan (kotak pengujian). Seperti pada grafik, waktu dengung sampel IV sangat kecil pada frekuensi 500 Hz, bunyi lebih banyak diserap oleh sampel dinding akustik. Waktu dengung sebelum kotak pengujian terpasang sampel maksimum terdapat pada frekuensi 1000 Hz.

IV.3.8 Waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

Hasil perhitungan waktu dengung sampel dinding akustik menggunakan persamaan (2.17) dan (2.18) dan dilihat pada table 4.14 dan Lampiran C.3.b

Tabel 4.14 Waktu dengung sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber bunyi

No	Frekuensi (Hz)	Waktu Dengung(detik)							
		Sampel				Pembanding ⁽²⁾			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2	250	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04
3	500	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
4	1000	0,12	0,11	0,23	0,20	0,10	0,07	0,07	0,05
5	2000	0,05	0,10	0,06	0,06	0,09	0,07	0,05	0,03
6	4000	0,178	0,072	0,099	0,065	0,07	0,05	0,05	0,043



Gambar 4.14 Grafik Waktu dengung sampel dinding akustik membelakangi sumber bunyi

Yang digunakan sebagai pembanding ⁽²⁾ adalah campuran semen dan sabut kelapa untuk komposisi yang sama dengan sampel yang dibuat. Waktu dengung sampel dinding akustik maksimum pada frekuensi 1000 Hz pada sampel III yaitu mencapai 0,230 detik, sedangkan minimum mencapai 0,042 detik pada frekuensi 500 Hz, sampel IV. Makin kecil waktu dengung sampel dinding akustik, maka makin baik penyerapan bunyi yang terjadi.

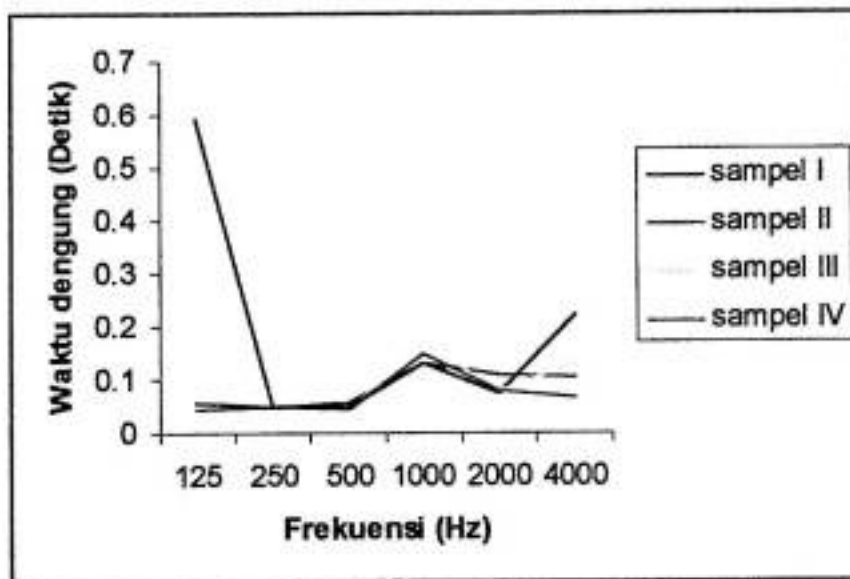
IV.3.9 Waktu Dengung Rata – rata Sampel Dinding Akustik

Waktu dengung rata – rata sampel dinding akustik merupakan rata – rata dari waktu dengung saat alat ukur menghadap dan membelakangi sumber bunyi. Waktu dengung rata – rata sampel dinding dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.15 dan Lampiran C.3c

Tabel 4.15 Waktu Dengung Rata – rata sampel Dinding Akustik

No	Frekuensi (Hz)	Waktu dengung (detik)							
		Sampel				Pembanding ⁽²⁾			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	0,59	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
2	250	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,05	0,04
3	500	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
4	1000	0,13	0,12	0,17	0,14	0,10	0,07	0,07	0,05
5	2000	0,07	0,10	0,08	0,07	0,09	0,07	0,05	0,03
6	4000	0,22	0,10	0,12	0,06	0,07	0,05	0,05	0,04

Yang digunakan sebagai pembanding ⁽²⁾ adalah campuran semen dan sabut kelapa untuk komposisi sama dengan sampel yang dibuat. Waktu dengung rata – rata sampel dinding akustik terkecil terdapat pada komposisi 1:4 (sampel IV) mencapai 0,042 detik. Semakin kecil waktu dengung semakin baik penyerapan oleh sampel sebab waktu dengung berbanding terbalik dengan koefisien penyerapan. Gambar 4.15 memperlihatkan perubahan waktu dengung sampel dinding akustik terhadap frekuensi dan komposisi bahan.



Gambar 4.15 Grafik Waktu Dengung Rata – rata Sampel Dinding Akustik

Waktu dengung rata - rata terkecil bernilai sama dengan waktu dengung saat alat ukur membelakangi sumber bunyi yaitu 0,04 detik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji fisik, uji mekanik dan penyerapan bunyi, dapat disimpulkan bahwa

1. Telah dibuat dinding akustik dari bahan campuran antara semen dan serbuk gergaji dengan empat macam komposisi.
2. Sifat fisik dan sifat mekanik sampel dinding akustik sampel I,II, dan III memenuhi standar Mutu Bahan Bangunan Nasional. Susut kering sampel dibawah 10 % dan kuat tekan sampel di atas $20 \times 10 \text{ kg/cm}^2$.
3. Reduksi bunyi dinding akustik maksimum pada frekuensi 4000 Hz sampel IV.
4. Koefisien penyerapan bunyi dinding akustik maksimum pada frekuensi 500 Hz, sampel IV.
5. Waktu dengung dinding akustik minimum pada frekuensi 500 Hz pada sampel IV.

V.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan pengujian dengan ketebalan yang berbeda pada setiap komposisi.
2. Sebaiknya dilakukan pengukuran terhadap partikel serbuk gergaji.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, (1989), *Mutu dan Cara Uji Lembaran Serat Semen*, SNI 15-0233.
2. Debora, Deisy, (2003), *Elasto Akustik Dinding Semen Sabut Kelapa*, Skripsi, Universitas Hasanuddin, Makassar.
3. Doelle, L, (1993), *Akustik Lingkungan*, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga.
4. Hanafi, (200), *Studi Pemanfaatan Serbuk Gergaji Sebagai Media Pertumbuhan Jamur Tiram Putih (Pleuretus Asteatus)* Skripsi Teknologi Hasil Hutan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
5. Hariarjda, B, (1997), *Mekanika Bahan dan Pengantar Teori Elastisitas*, Penerbit Erlangga.
6. Lord, Peter dan Templeton, D., (2001), *Detail Akustik*, Alih Bahasa Paulus Hanoto A, Edisi ketiga, Penerbit Erlangga.
7. Ronald, Martinus, (1993), *Studi Pemanfaatan Serbuk Gergaji meranti (Shorea Sp) dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam Sebagai Bahan Pencampur Mediteran Merah Kuning Untuk Medium Tumbuh Acacia Magium Wild di Persemaian*, Skripsi Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.
8. Tippler, Paul, (1998), *Fisika untuk Sains dan Teknik*, Alih Bahasa L,Prasetio, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga.
9. Sabat,dkk, (1985), *Pemanfaatan Sekam untuk Bahan Bangunan(Batako Dinding)*, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Ujung Pandang.
10. Syahrul, (2000), *Pemanfaatan Sekam Padi Untuk Pembuatan Dinding Akustik*, Skripsi, Universitas Hasanuddin.

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)			SusutKering(%)			Rata-rata (%)
	P	L	T	P	L	T	P	L	T	P	L	T	
I	30,04	25,07	1,72	29,75	25,04	1,63	0,29	0,03	0,08	0,96	0,11	5,04	2,04
II	30,02	25,05	1,72	29,94	25,02	1,63	0,08	0,03	0,08	0,26	0,11	4,87	1,75
III	30	25,07	1,6	29,9	25,05	1,59	0,02	0,10	0,01	0,09	0,05	0,12	1,66
IV	30,07	25,04	1,68	30,01	25,01	1,59	0,05	0,02	0,08	0,18	0,11	5,10	0,96

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 (cm ³)	Vp (cm ³)	Massa Jenis (gr/cm ³)	Daya serap (%)	Porositas (%)
	P	L	T								
I	26	24,08	1,63	2040,04	2150,04	110	1025,10	110,33	1,99	5,11	10,76
II	26,02	24,05	1,64	1960,04	2200,04	240	1025,04	240,77	1,91	10,91	23,48
III	26	23,98	1,59	1500,03	1840,03	340	993,41	341,02	1,51	18,45	34,33
IV	26,01	24	1,59	950,03	1410,03	460	997,69	461,38	0,95	32,62	46,25

Keterangan :

Bk = Berat Kering

Bp = Berat Perendaman

Vt = Volume Total Sampel

Vp = Volume Porositas Sampel

LAMPIRAN B
DATA PENGUKURAN UJI MEKANIK

Data pengukuran kuat tekan dan kuat lentur sampel dinding akustik

Kode Sampel	Ukuran (Cm)			Luas Permukaan (Cm ²)	Jarak Tumpuan (Cm)	beban tekan (N)	beban patah (N)	kuat tekan (N/m ² .10 ⁴)	kuat lentur (N/m ² .10 ⁴)
	P	L	T						
I	5	5	5	25	20	1226,67	88,33	49,07	102,09
	25,04	10,04	1,61						
II	5	5	5	25	20	1016,67	41,67	40,67	47,08
	25,01	9,84	1,24						
III	5	5	5	25	20	800	16,67	32	18,36
	24,68	9,67	1,68						
IV	5	5	5	25	20	350	10	14	10,04
	25,04	9,94	1,73						

LAMPIRAN C
DATA PENGUKURAN PENYERAPAN BUNYI



Lampiran C.1a Pengukuran tingkat tekanan bunyi yang menghadap sumber

kode	Tingkat Tekanan Bunyi					
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
TTBs	100,9	110	111,9	109	115,5	99,8
	100,9	109,9	112	108,8	115	99,8
	100,9	109,9	112	108,7	114,9	99,7
	100,9	110	112	108,7	114,4	99,6
	100,8	110	111,9	108,7	114,5	99,8
Rata-rata	100,8	109,9	111,9	108,7	114,8	99,7
L0	82,7	83,2	94,2	100,5	103,1	97
	81,5	82,9	90,2	100,6	103,1	97,3
	81,3	82,6	86	100,6	103,1	97,3
	81,6	82,3	85,1	100,2	103,1	97,2
	81,2	82,7	84,5	100,3	103,1	97,2
Rata-rata	81,6	82,7	88	100,4	103,1	97,2
L1	78,6	83,2	83,5	97,1	100,9	94,5
	79	83,2	83,4	97,2	100,8	94,6
	78,1	83,2	84,3	97,5	100,8	94,6
	79,3	83,1	83,5	97,4	100,9	94,6
	78,3	83,1	83,6	97,8	100,4	94,5
Rata-rata	78,6	83,1	83,6	97,4	100,7	94,5
L2	78,7	82,4	87	98,4	100,4	92,1
	78,9	82,5	86,8	98,4	100,5	92,1
	78,8	82,6	86,8	98,4	100,5	91,9
	78,8	82,7	86,7	98,4	100,5	91,9
	79	82,5	86,7	98,4	100,5	91,9
Rata-rata	78,8	82,5	86,8	98,4	100,4	91,9
L3	77,9	81,3	76,6	96,9	100,4	91,9
	78,1	81,3	77,33	96,9	100,4	92
	78,6	81,3	78,1	96,9	100,4	92
	78,5	81,2	77	96,9	100,4	92
	77,9	81,7	77,8	97,3	100,4	92
Rata-rata	78,2	81,3	77,3	96,9	100,4	91,9
L4	72,2	80,6	76,9	95,2	100,3	79,8
	72,3	80,6	76,9	95,2	100,3	79,8
	72,3	80,6	76,9	95,2	100,3	80,1
	72,3	80,6	77	95,2	100,3	80,4
	72,5	80,6	77,1	95,2	100,3	79,9
Rata-rata	72,3	80,6	76,9	95,2	100,3	80

Lampiran C.1b Pengukuran tingkat tekanan bunyi yang membelakangi sumber

kode	Tingkat Tekanan Bunyi (dB)					
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
TTBs	100,9	110	111,9	109	115,5	99,8
	100,9	109,9	112	108,8	115	99,8
	100,9	109,9	112	108,7	114,9	99,7
	100,9	110	112	108,7	114,4	99,6
	100,8	110	111,9	108,7	114,5	99,8
Rata-rata	100,8	109,9	111,9	108,7	114,8	99,7
Lo	79,5	77,4	89,2	99,9	100,9	95,4
	79,7	77,8	89,1	100	100,9	95,1
	80,3	78,9	89,2	100	108,8	94,8
	79,7	78,7	89,1	1000	108,8	94,7
	79,9	78,6	89	100	100,7	94,6
Rata-rata	79,8	78,2	89,1	99,9	100,8	94,9
L1	78,5	78	80,8	97,2	88,2	92,1
	78,5	78,6	80,8	96,8	88,3	91,5
	78,3	79,6	80,8	96,7	87,8	91,4
	78,3	78,2	80,8	96,7	87,9	91,2
	78,3	79,2	80,9	96,7	87,5	91,2
Rata-Rata	78,3	78,7	80,8	96,8	87,94	91,4
L2	77,2	81,2	86,5	95,6	100,1	81,5
	77,1	81	86,3	95,6	100,1	81,4
	76,2	81,3	86,3	95,6	100,1	81,4
	76,3	81,2	86,1	95,7	100,1	81,4
	76,1	81	86,2	95,6	100	81,3
Rata-Rata	76,5	81,1	86,2	95,6	100,1	81,4
L3	73,2	81,2	82,6	101,8	90,8	85,9
	72,9	81,2	82,6	101,8	90,8	85,9
	73,1	81,2	82,6	101,8	90,8	86
	72,2	81,2	82,6	101,8	90,8	86
	72,1	81,2	82,6	101,8	90,8	86
Rata-Rata	72,7	81,2	82,6	101,8	90,8	85,9
L4	71,4	81,6	81,2	100,7	90,5	79,4
	71,5	81,6	81,2	100,8	90,5	79,5
	71,6	81,5	81,2	100,8	90,5	79,8
	71,5	81,5	81,3	100,8	90,5	79,7
	71,3	81,5	81,2	100,8	90,5	79,8
Rata-Rata	71,4	81,5	81,2	100,7	90,5	79,6

Keterangan :

TTBs : Tingkat Tekanan Bunyi Langsung dari Sumber

L0 : Tingkat Tekanan Bunyi Sebelum Kotak Diisi Sampel Dinding Akustik

Lampiran C.1c Pengukuran tingkat tekanan bunyi rata-rata

kode	Tingkat Tekanan Bunyi (dB)					
	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
TTBs	100,9	110	111,9	109	115,5	99,8
	100,9	109,9	112	108,8	115	99,8
	100,9	109,9	112	108,7	114,9	99,7
	100,9	110	112	108,7	114,4	99,6
	100,8	110	111,9	108,7	114,5	99,8
Rata-rata	100,8	109,9	111,9	108,7	114,8	99,7
L0	81,1	8,3	91,7	100,2	102	96,2
	8,6	80,3	89,6	100,3	102	96,2
	80,8	80,7	87,6	100,3	101,9	96
	80,6	80,5	87,1	100,1	101,9	95,9
	80,5	80,6	86,7	100,1	101,9	95,9
Rata-Rata	80,7	80,4	88,5	100,2	101,9	96,1
L1	78,5	80,6	82,1	97,1	94,5	93,3
	78,7	80,9	82,1	97	94,5	93
	78,2	81,4	82,5	97,1	94,3	93
	78,8	80,6	81,7	97	94,4	92,9
	78,3	81,1	82,2	97,2	93,9	92,8
Rata-Rata	78,5	80,9	82,1	97,0	94,3	93
L2	77,9	81,8	86,7	97	100,2	86,8
	78	81,7	86,5	97	100,3	86,7
	77,5	81,9	86,5	97	100,3	86,6
	77,5	81,9	86,4	97	10,3	86,6
	77,5	81,7	86,4	97	100,2	86,6
Rata-Rata	77,7	81,8	86,5	97	100,2	86,6
L3	75,5	81,2	79,6	99,3	95,6	88,9
	75,5	81,2	79,9	99,3	95,6	88,9
	75,8	81,2	80,3	99,3	95,6	89
	75,3	81,2	79,8	99,3	95,6	89
	75	81,4	80,2	99,5	95,6	89
Rata-Rata	75,4	81,2	79,96	99,3	95,6	88,9
L4	71,8	81,1	79	97,9	95,4	79,6
	71,9	81,1	79	98	95,4	79,6
	71,9	81	79	98	95,4	79,9
	71,9	81	79,1	98	95,4	80
	71,9	81	79,1	98	95,4	79,8
Rata-Rata	71,8	81,0	79,0	97,99	95,4	79,7

Lampiran C.2a Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur menghadap sumber

NO	Frekuensi (Hz)	Lo(dB)	L1(dB)				NR(dB)			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	81,66	78,66	78,84	78,20	72,32	3	2,82	3,46	9,34
2	250	82,74	83,16	82,54	81,36	80,60	-0,42	0,20	1,38	2,14
3	500	88	83,66	86,80	77,36	76,96	4,34	1,20	10,64	11,04
4	1000	100,44	97,40	98,40	96,98	95,20	3	2	3,42	5,20
5	2000	103,1	100,76	100,48	100,40	100,30	2,34	2,62	2,70	2,80
16	4000	97,20	94,56	91,98	91,98	80	2,64	5,22	5,22	17,20

Keterangan :

L0 = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dipasang

L1 = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dinding akustik dipasang

NR = Reduksi bunyi

Lampiran C.2b Reduksi bunyi sampel dinding akustik dengan alat ukur membelakangi sumber

NO	Frekuensi (Hz)	Lo(dB)	L1(dB)				NR (dB)			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	79,82	78,38	76,58	72,70	71,46	1,44	3,24	3,24	8,36
2	250	78,28	78,,72	81,14	81,20	81,54	-0,44	-2,86	-2,92	-2,94
3	500	89,12	80,82	86,28	82,60	81,22	8,30	2,84	6,52	7,90
4	1000	99,98	96,82	95,62	101,80	100,78	3,16	4,36	-1,82	-0,80
5	2000	100,82	87,94	100,08	90,80	90,50	12,88	0,74	10,02	10,32
6	4000	94,92	91,48	81,40	85,96	79,64	3,44	13,52	8,96	15,28

Keterangan :

L0 = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dinding akustik dipasang

L1 = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dinding akustik dipasang

NR = Reduksi Bunyi

Lampiran C.2c Reduksi bunyi rata – rata sampel dinding akustik

No	Frekuensi (Hz)	L0 (dB)	L1(dB)				Reduksi bunyi (dB)			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	80,72	78,50	77,72	75,42	71,80	2,22	3	5,30	8,92
2	250	80,48	80,92	81,80	81,24	81,04	-0,44	-1,32	0,76	-0,56
3	500	88,54	82,12	86,50	79,96	79,04	6,42	2,04	8,58	9,50
4	1000	100,20	97,08	97	99,34	97,99	3,12	3,20	0,86	2,21
5	2000	101,90	94,32	100,26	95,60	95,40	7,58	1,64	6,30	6,50
6	4000	96,04	93	86,66	88,96	79,78	3,04	9,38	7,08	16,26

Keterangan :

L0 = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dinding akustik dipasang

L1 = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dinding akustik dipasang

NR = Reduksi

Lampiran C.3a Data pengukuran koefisien absorpsi dengan alat ukur menghadap sumber

NO	Frekuensi (Hz)	TTBs (dB)	L1(dB)				TTBs-L1(dB)				Koef,absorpsi			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	100,9	78,66	78,8	78,2	72,32	22,2	22	22,68	28,6	0,22	0,22	0,22	0,28
2	250	110	83,16	82,5	81,36	80,6	26,8	27,4	28,6	59,4	0,24	0,25	0,26	0,27
3	500	112	83,66	86,8	77,36	76,96	28,3	25,2	34,6	35	0,25	0,22	0,31	0,31
4	1000	108,8	97,4	98,4	96,98	95,2	11,4	10,4	11,8	13,6	0,1	0,1	0,11	0,12
5	2000	115	100,8	100	100,4	100,3	14,2	14,5	14,56	14,7	0,12	0,13	0,13	0,13
6	4000	99,74	94,56	92	91,98	80	5,18	7,76	7,76	19,7	0,05	0,08	0,08	0,2

Lampiran C.3b Data pengukuran koefisien absorpsi dengan alat ukur membelakangi sumber

NO	Frekuensi (Hz)	TTBs (dB)	L1(dB)				TTBs-L1 (dB)				Koef,Absorpsi (α)			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	100,9	78,38	76,6	72,7	71,46	22,5	24,3	28,18	29,4	0,22	0,24	0,28	0,29
2	250	110	78,72	81,1	81,2	81,54	31,2	28,8	28,76	28,4	0,28	0,26	0,26	0,26
3	500	112	80,82	86,3	82,6	81,22	31,1	25,7	29,36	30,7	0,28	0,23	0,26	0,27
4	1000	108,8	96,82	95,6	101,8	100,8	12	13,2	6,98	8	0,11	0,12	0,06	0,07
5	2000	115	87,94	100	90,8	90,5	27	14,9	24,16	24,5	0,24	0,13	0,21	0,21
6	4000	99,74	91,48	81,4	85,96	79,64	8,26	18,3	13,78	20,1	0,08	0,18	0,14	0,2

Lampiran C.3c Data pengukuran koefisien absorpsi rata-rata sampel

No	Frekuensi (HZ)	TTBs (dB)	L1(dB)				TTBs-L1 (dB)				Koef,Absorpsi (α)			
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	125	100,88	78,5	77,7	75,42	71,8	22,4	23,2	25,46	29,1	0,22	0,23	0,25	0,29
2	250	109,96	80,92	81,8	81,24	81,04	29	28,2	28,72	28,9	0,26	0,26	0,26	0,26
3	500	111,96	82,12	86,5	79,96	79,04	29,8	25,5	31,98	32,9	0,27	0,23	0,29	0,29
4	1000	108,78	97,08	97	99,34	97,99	11,7	11,8	9,39	10,8	0,11	0,11	0,09	0,1
5	2000	114,96	94,32	100	95,6	95,4	20,6	14,7	19,36	19,6	0,18	0,13	0,17	0,17
6	4000	99,74	93	86,7	88,96	79,78	6,74	11,1	10,77	20	0,07	0,13	0,11	0,2

Lampiran C.4a Data waktu dengung sampel dengan alat ukur menghadap sumber

NO	Frekuensi (Hz)	Lo(dB)	L1(dB)				Vk(m3)	St(m2)	Waktu Dengung (detik)			
			I	II	III	IV			I	II	III	IV
1	125	81,66	78,66	78,84	78,20	72,32	0,98	1,16	0,06	0,06	0,04	
2	250	82,74	83,16	82,54	81,36	80,60		0,05	0,05	0,04	0,50	
3	500	88	83,66	86,80	77,36	76,96		0,05	0,06	0,04	0,04	
4	1000	100,44	97,40	98,40	96,98	95,20		0,13	0,15	0,13	0,11	
5	2000	103,10	100,80	100,50	100,40	100,30		0,11	0,11	0,10	0,10	
6	4000	97,20	94,56	91,98	91,98	80		0,28	0,19	0,18	0,06	

Keterangan :

$$Vk = \text{Volume kotak} = 120 \times 25 \times 30 = 90000 \text{ cm}^3 = 0,09 \text{ m}^3$$

St = Luas permukaan sampel yang diisolasi pada kotak

$$S1 = 2 \times \text{Luas sisi panjang} = 2 \times (117-3) \times (25+1,5) = 6042 \text{ cm}^2$$

$$S2 = 2 \times \text{Luas sisi lebar} = 2 \times (30-1,5) \times (25-3) = 1254 \text{ cm}^2$$

$$S3 = \text{Luas sisi alas} = (117-3) \times (25-3) = 2508 \text{ cm}^2$$

$$St = S1+S2+S3 = 9804 \text{ cm}^2 = 0,9804 \text{ m}^2$$

Lampiran C.4b Data waktu dengung sampel dengan alat ukur membelakangi sumber

No	Frekuensi (Hz)	L0 (dB)	L1 (dB)				VK (m ³)	St (m ²)	Waktu dengung (Detik)			
			I	II	III	IV			I	II	III	IV
1	125	79,82	78,38	76,58	72,70	71,46			0,05	0,05	0,05	0,04
2	250	78,28	78,72	81,14	81,20	81,54			0,04	0,04	0,05	0,04
3	500	89,12	80,82	86,28	82,60	81,22	0,09	0,98	0,05	0,06	0,04	0,46
4	1000	99,98	96,82	95,62	101,80	100,78			0,12	0,11	0,23	0,20
5	2000	100,82	87,94	100,10	90,80	90,50			0,05	0,100	0,06	0,06
6	4000	94,92	91,48	81,40	85,96	79,64			0,18	0,07	0,09	0,07

Keterangan :

$$VK = \text{Volume kotak} = 120 \times 25 \times 30 = 90000 \text{ cm}^3 = 0,09 \text{ m}^3$$

St = Luas permukaan sampel yang diisolasi pada kotak

$$S1 = 2 \times \text{Luas sisi panjang} = 2 \times (117-3) \times (25+1,5) = 6042 \text{ cm}^2$$

$$S2 = 2 \times \text{Luas sisi lebar} = 2 \times (30-1,5) \times (25-3) = 1254 \text{ cm}^2$$

$$S3 = \text{Luas sisi alas} = (117-3) \times (25-3) = 2508 \text{ cm}^2$$

$$St = S1 + S2 + S3 = 9804 \text{ cm}^2 = 0,9804 \text{ m}^2$$

Lampiran C.4c Data pengukuran waktu dengung rata-rata sampel

No	Frekuensi (Hz)	L0 (dB)	L1 (dB)				VK (m ³)	St (m ²)	Waktu dengung (detik)			
			I	II	III	IV			I	II	III	IV
1	125	80,74	78,52	77	75,45	71,89			0,059	0,056	0,05	0,043
2	250	80,51	80,94	81,84	81,28	81,5			0,048	0,05	0,048	0,048
3	500	88,56	82,24	86,54	79,98	79,09	0,09	0,9804	0,047	0,057	0,044	0,042
4	1000	100,21	97,11	97,01	99,39	97,99			0,130	0,129	0,171	0,149
5	2000	101,96	94,35	100,28	95,6	95,4			0,075	0,108	0,08	0,079
6	4000	96,06	93,02	86,96	88,97	79,82			0,22	0,105	0,129	0,066

Keterangan :

$$VK = \text{Volume kotak} = 120 \times 25 \times 30 = 90000 \text{ cm}^3 = 0,09 \text{ m}^3$$

St = Luas permukaan sampel yang diisolasi pada kotak

$$S1 = 2 \times \text{Luas sisi panjang} = 2 \times (117-3) \times (25+1,5) = 6042 \text{ cm}^2$$

$$S2 = 2 \times \text{Luas sisi lebar} = 2 \times (30-1,5) \times (25-3) = 1254 \text{ cm}^2$$

$$S3 = \text{Luas sisi alas} = (117-3) \times (25-3) = 2508 \text{ cm}^2$$

$$St = S1 + S2 + S3 = 9804 \text{ cm}^2 = 0,9804 \text{ m}^2$$

Lampiran D. Koefisien Penyerapan Bunyi Bahan-Bahan Bangunan, Bahan Akustik Dan Isi Ruang (ref.)

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 Udara, per volume 1,000 ft kubik, kelembaban relative 50%	0,22	0,18	1,88	2,28	2,16	1,85	7
Per volume 100 m kubik, kelembaban relative 50%				0,9	2,9	7,4	6
Penonton, dalam tempat duduk empuk, per luas 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 per luas lantai	0,15	0,25	0,36	0,40	0,37	0,35	8
Bangku kayu kosong per luas 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 ²) 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 ²), 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/cm³ dan dipergunakan pada bangunan.

3. SYARAT MUTU.

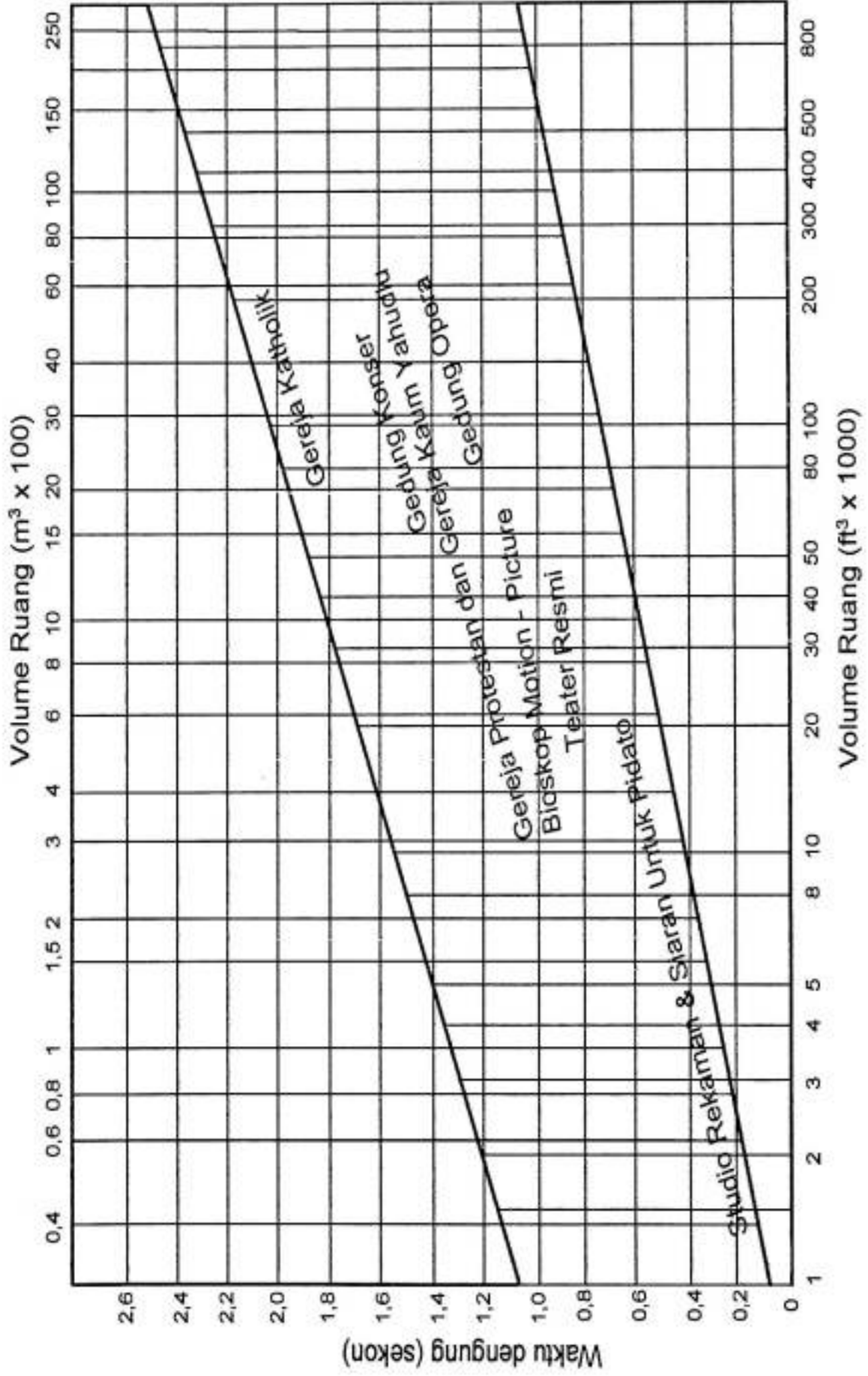
3.1 BENTUK/Pandangan luar.

- 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.

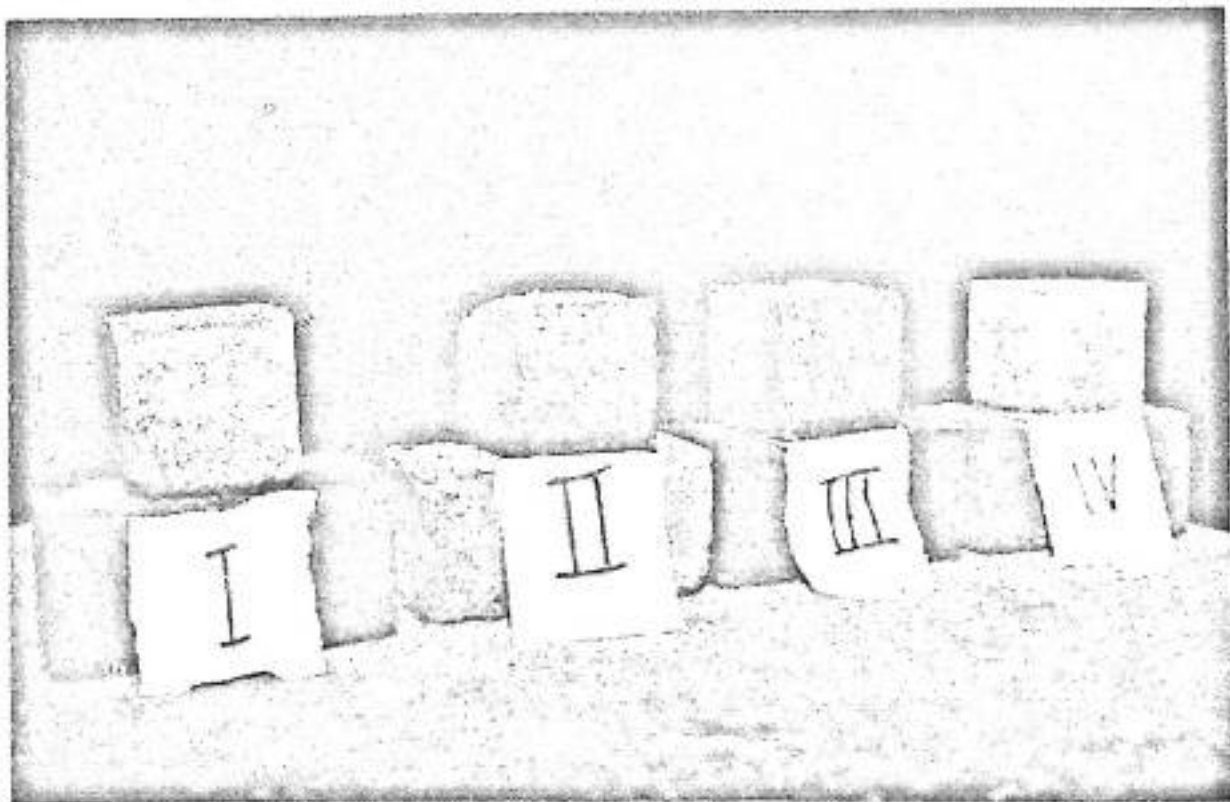
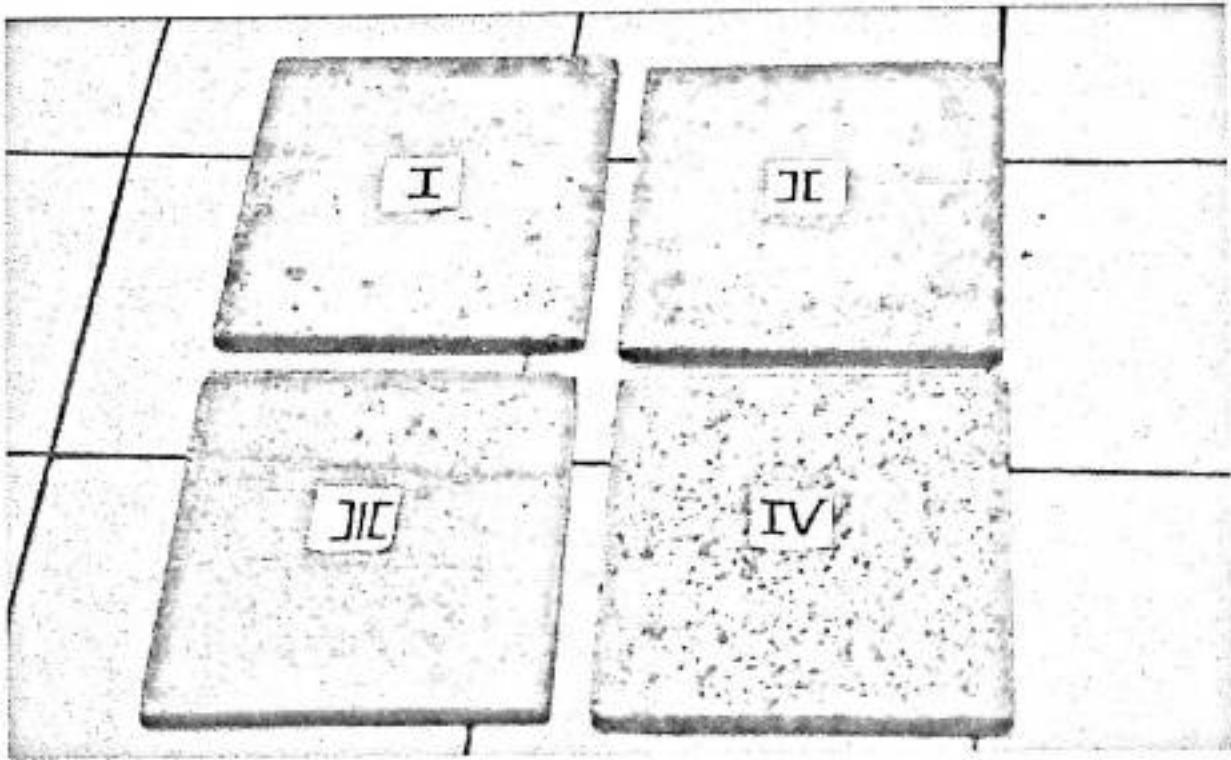
3.2 Ukuran dan sifat-sifat fisis.

- 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)

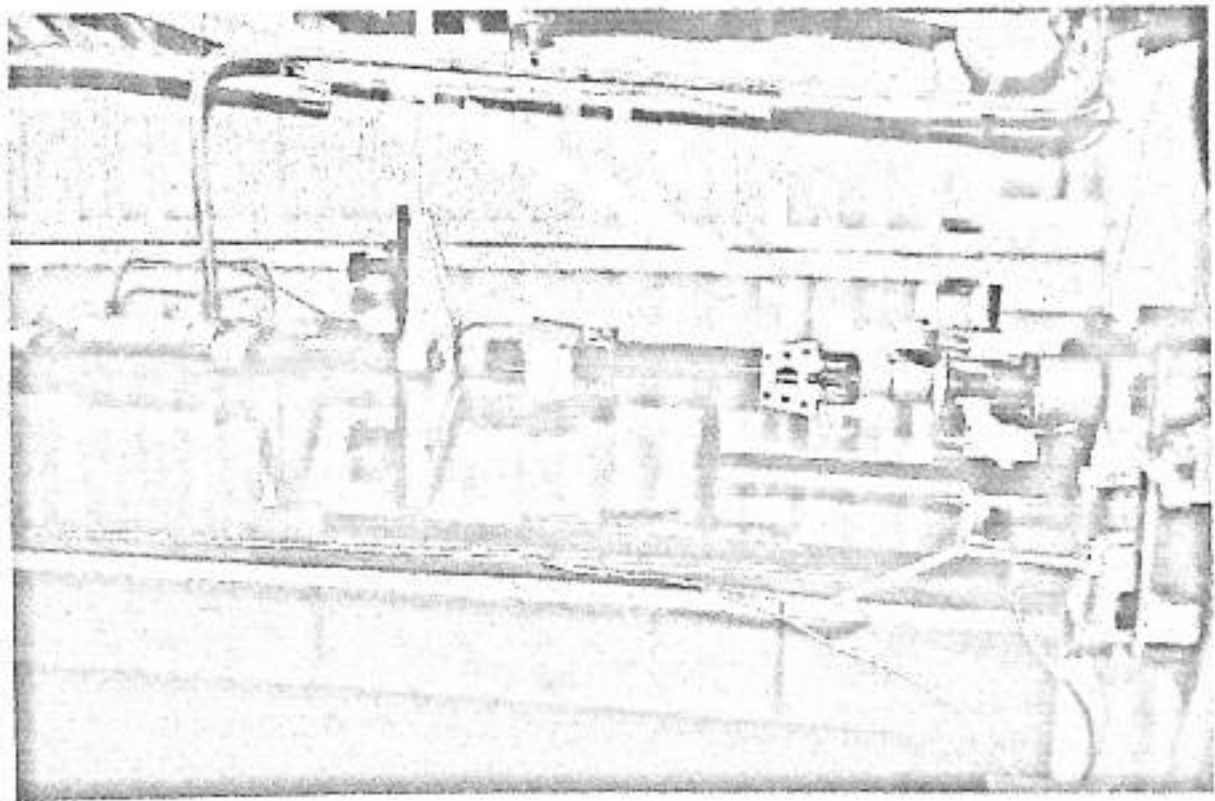
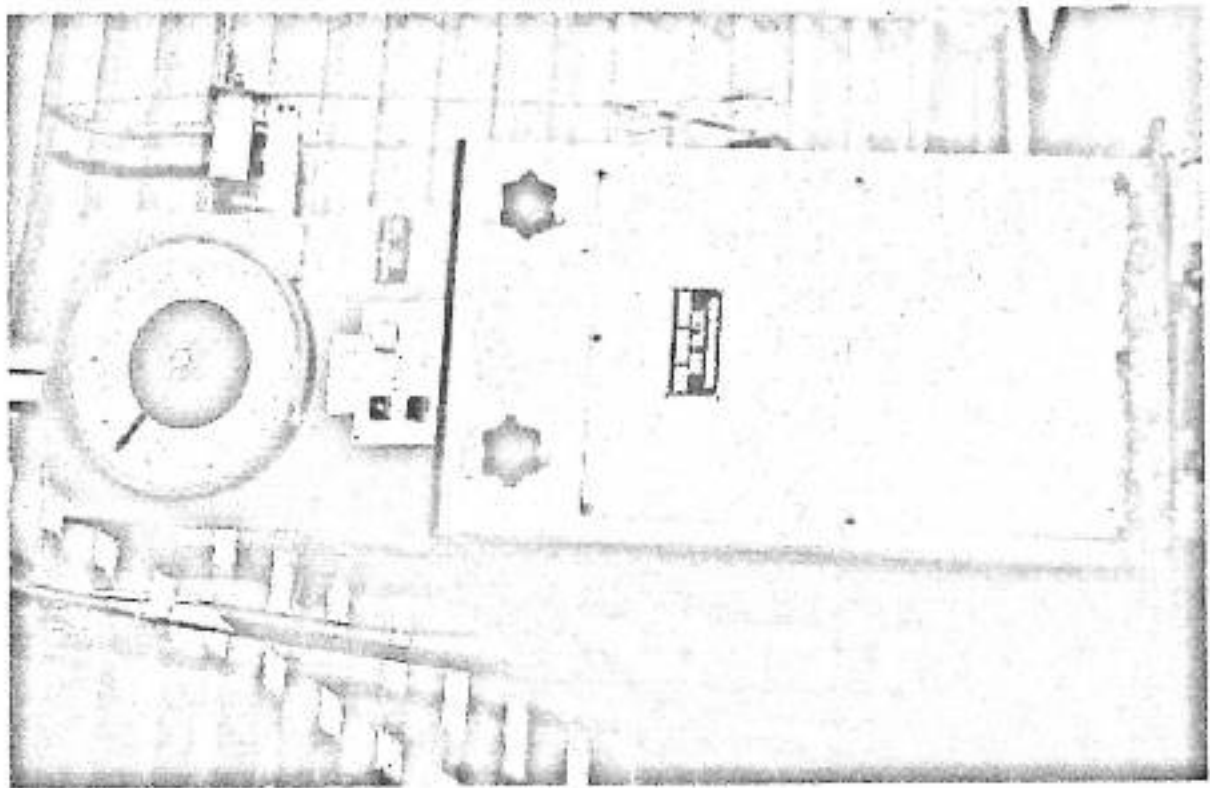
Lampiran F. Jangkauan perkiraan RT ruang yang penuh, untuk bermacam-macam volume dan fungsi pada frekuensi tengah (500 sampai 1000 Hz) (ref.)



Lampiran G. Foto hasil cetakan dinding semen serbuk gergaji



Lampiran H. Foto alat uji kuat tekan dan kuat lentur



Lampiran I. Foto Alat Sound Level Meter

