

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI DINDING AKUSTIK  
SEKAM PADI DENGAN PERMUKAAN TIDAK RATA**

*Oleh*

**MUHAMMAD HIDAYAT S.**

**H211 97 016**



PERPUSTAKAAN	UNIV. HASANUDDIN
Tgl. Terima	20-04-04
Asal Dari	MIPA
Banyaknya	1 (satu) B2
Harga	Hadiah
No. Inventaris	040402032
No. Klas	

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

# SKRIPSI

Oleh

MUHAMMAD HIDAYAT S.

H211 97 016



PERPL	HASANUDDIN
Tgl. Terima	24-2-03
Asal Dari	Kupa
Banyaknya	1 (Saku) Pn
Harga	Gratis
No. Inventaris	040424032
No. Klas	19033 (M)

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

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI DINDING AKUSTIK  
SEKAM PADI DENGAN PERMUKAAN TIDAK RATA**

*Oleh*

**MUHAMMAD HIDAYAT S.**

**H211 97 016**

*Skripsi untuk melengkapi tugas dan memenuhi  
syarat-syarat untuk memperoleh  
gelar Sarjana Fisika*

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

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI DINDING AKUSTIK  
SEKAM PADI DENGAN PERMUKAAN TIDAK RATA**

*Oleh*

**MUHAMMAD HIDAYAT S.**

**H211 97 016**

*Disetujui oleh :*

Pembimbing Utama,



**DR. NURLAELA RAUF**

**NIP : 131 570 877**

Pembimbing Pertama,

**IR. WIDJI EDIOLOEGITO, MT**

**NIP : 130 792 982**

Pada Tanggal : April 2004

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Assalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Syukur Alhamdulillah penulis haturkan kehadiran Allah, SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul ” *Pembuatan dan Karakterisasi Dinding Akustik Sekam Padi dengan Permukaan Tidak Rata* ” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-I pada jurusan Fisika Fakultas Ilmu Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Selama penyusunan skripsi ini penulis telah dibimbing dan diberikan arahan serta bantuan dan berbagai pihak. Semua bantuan itu sangat berarti dan mempermudah penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. **Ibu Dr. Nurlaela Rauf**, selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan dorongan moril kepada penulis.
2. **Bapak Ir. Widji Edioloeigito, M.T.**, selaku Pembimbing Pertama yang telah memberikan arahan dan petunjuk pada penulis.
3. **Bapak Drs.M.Altin Massinai, M.T.Surv.**, selaku ketua jurusan Fisika F.MIPA UNHAS.
4. Seluruh Staf Pengajar di jurusan Fisika F. MIPA UNHAS (terutama anggota tim penguji skripsi : **Bapak Drs. Bualkar Abdullah, M.Eng.Sc,**

**Bapak Drs. Arifin, MT dan Bapak Dahlan T. S.Si.,M.Si.)** yang telah membantu dan membimbing penulis selama menjalani perkuliahan.

5. Teman-teman angkatan 97 Jurusan Fisika UNHAS: *Arul, Bowo, Acank, Amas, Iben, Acho, Syamsul, Hamka, Jamadi, Amay, Illa, Ansar, Ilo, Iwan, Piyat, Kandar, Dzul, Rizal, Darli, Rannu, Gede, Budi, Mona, Andarias, Husna, Meyke, Uni, Ai, Rina, Linda, Fiqah, Lina, Arni, Lisna, Tati, Biah, Sri, Ida, Nanna, U'un, dan Elsy.*
6. Kanda-kanda Senior (K' Acil, K' Syam, K' Phiank, K' Haidir, K' Fira, K' Hattab).
7. Adik-adik angkatan ( *Uji, Patur, Lisa, Mia, Desi, Anti, Nana, Amma, Pitto, Uni, Sabe, Imo, Irfan, Alfa, Amin, Afif, Chali, Eko, Akmal, Jin, Wardah*), seluruh warga pondok Jihad dan Laser Tim atas segala kebersamaannya selama ini, serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Terakhir penulis ucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada *Ayahanda Sirajuddin Hamid dan Ibunda Indo Iya, saudara-saudaraku St.Hasinah, M.Natsir, St.Husnah, Islamiah, Tante Nia, Om Pelor, Ali* serta *seluruh keluarga*, atas segala bantuan moril, materil, dan untaian do'a untuk keberhasilan penulis. Semoga bantuan yang diberikan menjadi amal di sisi Allah,SWT.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh dari sempurna, walaupun penulis telah berusaha bekerja secara optimal untuk menyelesaikannya. Untuk itu dengan segala kerendahan hati dan lapang dada penulis akan senantiasa menerima saran dan koreksi guna memperbaiki kekurangan yang ada.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri dan bagi siap saja yang membacanya.

*Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh*

Makassar, November 2003

*Penulis*

## SARI BACAAN

Pada penelitian ini dibuat dua tipe sampel pelat dinding akustik dari bahan sekam padi dan semen dengan komposisi yang sama tetapi bentuk permukaan yang berbeda. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu 1) *Uji fisik*. 2) *Uji penyerapan bunyi*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat fisik berupa susut kering cukup besar dan massa jenis yang kecil, daya serap air dan porositas yang cukup besar. Hasil pengukuran dan perhitungan tingkat tekanan bunyi, reduksi bunyi, koefisien absorpsi bunyi dan waktu dengung dari sampel B rata-rata lebih baik daripada sampel A.

***Kata kunci : pelat dinding akustik, uji fisik, koefisien penyerapan bunyi, waktu dengung.***



## ABSTRACT

In this research, there are two types of acoustic wall sheet samples which are made of the hull of rice and cement with the same composition, namely 1 : 4 but the surface feature that different. The experimental methods are used in this research, there are: 1) *physical test*; 2) *sound absorbtion test*. The result of research present that the physical test with dry shrink too high, mass density are smaller and a large power in water absorbtion and porosity. The result of measurement the sound level pressure, sound absorbtion coefficient, sound reduction and reverberation time show that the second sample is better than the first sample.

*Key words* : *acoustic wall sheet, physical test, sound absorbtion coefficient, reverberation time.*

## DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>SARI BACAAN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR SIMBOL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
I.2 Ruang Lingkup Penelitian .....	2
I.3 Tujuan Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
II.1 Sekam Padi .....	4
II.2 Semen .....	6
II.3 Gejala Akustik .....	7
II.3.1 Laju bunyi.....	8
II.3.2 Intensitas.....	10
II.3.3 Tingkat Intensitas dan Keras Bunyi.....	10



II.3.4 Sifat-Sifat Bunyi dalam Ruang Tertutup.....	12
II.3.4.1 Pemantulan Bunyi.....	12
II.3.4.2 Difusi Bunyi .....	13
II.3.4.3 Penyerapan Bunyi.....	14
II.3.5 Dengung.....	16
II.4 Bahan Penyerap Bunyi .....	17
II.4.1 Pelat-Pelat Akustik.....	18
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>	<b>20</b>
III.1 Lokasi Pengambilan Bahan.....	20
III.2 Alat dan Bahan.....	20
III.2.1 Alat.....	20
III.2.2 Bahan.....	21
III.3 Prosedur Kerja.....	21
III.3.1 Pembuatan Sampel Dinding Akustik .....	21
III.3.2 Uji Fisik.....	22
III.2.1 Susut Kering .....	22
III.2.2 Massa Jenis .....	22
III.2.3 Daya Serap Air.....	23
III.2.4 Porositas.....	23
III.3.3 Uji Penyerapan Bunyi .....	24
III.3.3.1 Reduksi Bunyi.....	24
III.3.3.2 Koefisien Penyerapan Bunyi .....	25

III.3.3.3 Waktu Dengung.....	25
III.3.4 Bagan Alur Penelitian .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
IV.1 Hasil Uji Fisik.....	27
IV.1.1 Susut Kering.....	27
IV.1.2 Massa Jenis .....	28
IV.1.3 Daya Serap Air.....	28
IV.1.4 Porositas .....	29
IV.2 Hasil Uji Penyerapan Bunyi.....	30
IV.2.1 Tingkat Intensitas Bunyi .....	30
IV.2.2 Reduksi Bunyi.....	31
IV.2.3 Koefisien Absorpsi.....	33
IV.2.4 Waktu Dengung (RT).....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>40</b>
V.1 Kesimpulan .....	40
V.2 Saran .....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR SIMBOL

<i>Simbol</i>	<i>Arti</i>	<i>Satuan</i>
$v$	Laju bunyi	$m/s$
$E$	Modulus Young	$N/m^2$
$B$	Modulus Bulk	$N/m^2$
$I$	Intensitas Bunyi	$W/m^2$
$E$	Energi Bunyi	Joule
$t$	Selang Waktu	$s$
$\beta$	Tingkat Intensitas Bunyi	$dB$
$\gamma$	Konstanta Bergantung pada jenis gas ( $c_v/c_p$ )	
$T$	Temperatur	$^{\circ}C$
$\rho$	Massa Jenis Zat	$gr/cm^3$
$\alpha$	Koefisien Absorpsi Bunyi	
$RT$	Waktu Dengung	detik
$V$	Volume Ruangan	$m^3$
$A$	Penyerapan Permukaan	Sabin
$S$	Luas Permukaan Bidang Serapan	$m^2$
$m$	Massa Bahan	$gr$

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar</i>	<i>Halaman</i>
2.1 Sifat gelombang bunyi dalam ruangan.....	13
2.2 Bahan penyerap bunyi.....	19
2.3 Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik .....	33
2.4 Grafik absorpsi bunyi sampel dinding akustik.....	36
2.5 Grafik waktu dengung sampel dinding akustik.....	39

## DAFTAR TABEL

<i>Tabel</i>	<i>Halaman</i>
2.1 Komposisi Kimia Sekam Padi.....	5
2.2 Komposisi Kimia Semen Portland menurut Buque 1955.....	7
2.3 Laju Bunyi Di dalam Berbagai Zat.....	9
2.4 Intensitas Bunyi Dari Beberapa Bunyi yang Umum .....	11
2.5 Tingkat Kekerasan Bunyi .....	12
4.1 Susut Kering Sampel Dinding Akustik.....	27
4.2 Massa Jenis Sampel Dinding Akustik .....	28
4.3 Daya Serap Air Sampel Dinding Akustik.....	28
4.4 Porositas Sampel Dinding Akustik.....	29
4.5 Reduksi Bunyi Sampel Dinding Akustik.....	31
4.6 Koefisien Absorpsi Bunyi Sampel Dinding Akustik.....	34
4.7 Waktu Dengung Sampel Dinding Akustik .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

<i>Lampiran</i>	<i>Halaman</i>
A DATA PENGUKURAN UJI FISIK.....	A1
A.1 Data pengukuran susut kering sampel pelat dinding akustik .....	A1
A.2 Data pengukuran massa jenis, daya serap air, dan porositas sampel pelat dinding akustik .....	A2
B DATA PENGUKURAN PENYERAPAN BUNYI .....	B1
B.1 Data tingkat tekanan bunyi sumber .....	B1
B.2 Data tingkat tekanan bunyi tanpa sampel.....	B2
B.3 Data pengukuran tingkat tekanan bunyi sampel.....	B3
B.4 Reduksi bunyi sampel.....	B7
B.5 Koefisien absorpsi bunyi sampel.....	B9
B.6 Waktu dengung sampel .....	B11
C Koefisien Penyerapan Bunyi Bahan-Bahan Bangunan, Bahan Akustik dan Isi Ruang .....	C1



# BAB I

## PENDAHULUAN

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

Pertambahan sumber-sumber bising di sekitar kita semakin hari semakin meningkat, yang ditandai dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor, industri, dan sumber bising lainnya. Hal ini menyebabkan pertambahan intensitas bising yang luar biasa, baik di dalam maupun di luar gedung yang seringkali membawa dampak yang mengkhawatirkan bahkan merusak.

Akustik lingkungan merupakan suatu cabang pengendalian lingkungan pada ruang-ruang. Akustik lingkungan mempunyai sasaran yaitu menciptakan suatu keadaan yang ideal dalam hal produksi, perambatan dan penerimaan serta pengurangan bising dan getaran dalam jumlah yang cukup baik di dalam maupun di luar ruangan<sup>(2)</sup>.

Salah satu usaha untuk menciptakan kondisi di atas adalah penggunaan dinding akustik. Penggunaan dinding akustik ini dimaksudkan untuk mengurangi jumlah energi pantulan dan bunyi dengung dalam ruangan yang menggunakan penguas suara seperti ruang pertunjukan, ruang rekaman musik, bioskop, dan lain-lain. Pada saat yang sama telah diusahakan praktek untuk mengganti konstruksi bangunan yang biasanya tebal dan berat dengan bahan-bahan yang tipis, ringan, murah, siap pakai dan kadang-kadang dapat dipindahkan.

Sekam padi dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan dinding akustik, dengan kandungan silikat dan selulosa serta sifatnya yang ringan, berongga, kasar, keras, dan mudah didapatkan. Keunggulan yang dimiliki oleh sekam padi ini sangat mendukung untuk membuat dinding akustik.

Permukaan dinding akustik yang tidak rata akan menghasilkan pantulan bunyi acak yang banyak sehingga akan melunakkan bunyi yang menumbuknya. Selain itu, permukaan yang tidak rata ini dimaksudkan untuk menambah luas permukaan bidang serap. Pada penelitian ini akan dibuat sampel pelat *dinding akustik* permukaan tidak rata dengan perbandingan komposisi semen sebagai bahan pengikat dengan sekam padi yang tetap dengan bentuk permukaan yang bervariasi.

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

Penelitian ini meliputi pembuatan dua macam sampel pelat dinding akustik dengan perbandingan semen dan sekam padi yaitu 1 : 4 dengan permukaan tidak rata dan menggunakan metode eksperimental, antara lain uji fisik berupa susut kering, porositas, rapat massa, daya serap air dan uji penyerapan bunyi dengan menggunakan Sound Level Meter pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz.

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

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan :

1. Membuat pelat dinding akustik.
2. Mengevaluasi mutu dinding akustik sebagai bahan bangunan dengan *uji fisik*.
3. Mengevaluasi papan dinding akustik sekam permukaan tidak rata (bercelah) sebagai bahan alternatif pengendalian bising.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1 Sekam Padi

Di Indonesia khususnya daerah Sulawesi Selatan, sekam padi masih merupakan bahan buangan. Daerah Sulawesi Selatan terkenal merupakan daerah lumbung padi. Menurut data dinas ketahanan tanaman pangan dan hortikultura, daerah ini surplus gabah pertahunnya mencapai 1,1 juta ton sampai 1,3 juta ton. Salah satu daerah penghasil padi di Sulawesi Selatan, yaitu kabupaten Sidrap pada tahun 2001 memproduksi gabah sebesar 418.383,40 ton. Sekam padi yang dihasilkan penggilingan padi modern dapat mencapai 20 % dari gabah yang digiling<sup>(9)</sup>. Ini berarti sekam padi yang dapat dihasilkan daerah tersebut dapat mencapai kurang lebih 83.676 ton . Jumlah ini sangat besar dan bila sekam ini dapat diolah merupakan potensi besar bagi perekonomian.

Bahan yang dihasilkan tanaman padi, sampai saat ini hanya beras yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan pokok di beberapa negara, sedangkan bahan-bahan lainnya masih kurang mendapat perhatian. Bahan selain beras ini masih sangat sedikit yang diolah menjadi bahan industri, sehingga lebih banyak merupakan bahan buangan, tidak terkecuali sekam padi. Sekam padi banyak ditemukan pada pabrik-pabrik penggilingan gabah yang banyak bertebaran di pelosok-pelosok daerah yang pada umumnya mata pencaharian penduduknya adalah bertani. Sekam padi ini biasanya

merisaukan penduduk setempat, karena pada waktu musim hujan atau musim kemarau tiba, sekam padi tersebut dapat mencemari lingkungan sebab dapat terbawa oleh angin atau air yang mengalir. Selain itu, biaya penyimpanan tinggi karena sangat ringan serta tidak dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak. Oleh karena itu, masyarakat setempat biasanya membakar sekam tersebut dan abunya dijadikan abu gosok.

Komposisi kimia dari sekam padi dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini :

**Tabel 2.1 Komposisi kimia sekam padi <sup>(6)</sup>**

<b>Komposisi</b>	<b>Kadar (%)</b>
SiO <sub>2</sub>	93,75
CaO	1,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,49
MgO	0,86
Lain-lain	2,04

Dari berbagai penelitian telah diketahui bahwa sekam padi dapat dimanfaatkan untuk diolah menjadi :

- furfural atau bahan baku industri
- abu sekam merupakan bahan pembuatan gelas natrium
- campuran bahan bangunan
- sebagai bahan isolator

## 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 bahan perekat yang berupa oksida-oksida tanah, tidak terdapat di alam, tetapi dibuat dengan sengaja.

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.

Silikat yang paling dikenal adalah semen portland, yang memiliki keunggulan dapat mengikat agregat batuan menjadi bahan monolitik<sup>(10)</sup>. Klasifikasi semen portland, menurut Standar Industri Indonesia (SII) nomor 0013-81, dibedakan atas lima (5) jenis sebagai berikut<sup>(7)</sup> :

- 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 panas hidrasi yang rendah.

Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Komposisi kimia dari masing-masing jenis dapat dilihat pada Tabel 2.2.

**Tabel 2.2 Komposisi kimia semen portland menurut Buque 1955 <sup>(7)</sup>**

Senyawa	Jenis Semen (%)				
	I	II	III	IV	V
C <sub>3</sub> S	45	44	53	28	38
C <sub>2</sub> S	27	31	19	49	43
C <sub>3</sub> A	11	5	11	4	4
C <sub>4</sub> AF	8	13	9	12	9
MgO	2,9	2,5	2,0	1,8	1,9
CaO	0,5	0,4	0,7	0,2	0,5
CaSO <sub>4</sub>	3,1	2,8	4,0	3,2	2,7
Total	98	99	99	98	99

### II.3 Gejala Akustik

Akustik atau bunyi merupakan suatu gelombang mekanis bujur yang merambat melalui udara, air dan zantara bemateri lainnya. Secara fisis, bunyi adalah penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastik, sedangkan secara fisiologis, bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan penyimpangan fisis tadi. Gelombang yang terdengar sebagai bunyi yang dapat diterima oleh telinga manusia berada dalam daerah frekuensi 20 sampai 20.000 getaran perdetik (Hz). Gelombang-gelombang dengan frekuensi di atas 20.000 Hz

dinamakan ultrasonik, dan gelombang-gelombang dengan frekuensi di bawah 20 Hz dinamakan infrasonik<sup>(11)</sup>.

### II.3.1 Laju Bunyi

Gelombang-gelombang bujur, atau bunyi merambat melalui medium-medium berlainan satu sama lain. Laju bunyi berbeda untuk materi yang berbeda. Pada zat cair dan padat, yang jauh lebih tidak bisa ditekan dan berarti memiliki modulus elastis yang jauh lebih besar, lajunya lebih besar dibanding pada gas atau udara. Di dalam medium zat padat laju bunyi adalah <sup>(11)</sup>:

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots (2.1)$$

dengan  $E$  adalah modulus Young zat padat dan  $\rho$  adalah rapat massanya. Di dalam suatu medium zat cair laju bunyi adalah :

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

dengan  $B$  adalah modulus bulk.

Sedangkan di dalam medium gas laju bunyi adalah :

$$v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}} \dots\dots\dots (2.3)$$

dengan  $p$  adalah tekanan tak terganggu dan  $\gamma$  sama dengan  $c_p/c_v$ . Untuk gas-gas dwiatom seperti oksigen, nitrogen, dan udara,  $\gamma$  sama dengan  $\frac{7}{5}$  atau 1,4. Laju bunyi di dalam berbagai zat dapat dilihat pada tabel 2.3.



Nilai laju bunyi pada tabel 2.3 dalam beberapa hal bergantung pada temperatur, tetapi hal ini terutama tampak pada gas. Seperti di udara, laju bertambah sekitar 0,60 m/s untuk setiap kenaikan temperatur satu derajat Celcius<sup>(3)</sup>:

$$v \approx (331 + 0,60 T) \text{ m/s} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

di mana T adalah temperatur dalam °C.

**Tabel 2.3 Laju bunyi di dalam berbagai zat<sup>(1)</sup>**

Zat	Suhu (°C)	Laju (m/det)
1	2	3
Gas :		
Karbondioksida	0	259
Oksigen	0	316
Udara	0	331
	20	343
Nitrogen	0	334
Helium	0	965
Zat cair :		
Air raksa	25	1450
Air	25	1498
Air laut	25	1531
Zat padat :		
Karet		1800
Timbal		2100
Lusite		2700
Emas		3000
Besi		5000-6000
Kaca		5000-6000
Granit		6000

### II.3.2 Intensitas

Intensitas  $I$  gelombang yang merambat didefinisikan sebagai jumlah rata-rata energi yang dibawa persatuan waktu persatuan luas permukaan yang tegak lurus pada arah rambatan atau intensitas merupakan daya rata-rata yang dibawa persatuan luas. Intensitas ini ditentukan secara eksperimental dengan mengukur tenaga  $E$  yang datang pada suatu detektor dalam waktu  $t$ , atau secara matematis dapat dituliskan <sup>(1)</sup>:

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

- dengan :
- $I$  = Intensitas ( $\text{Wm}^{-2}$ )
  - $E$  = Energi bunyi (Joule)
  - $A$  = Luas permukaan bahan ( $\text{m}^2$ )
  - $t$  = selang waktu (s)

### II.3.3 Tingkat Intensitas dan Keras Bunyi

Penyimpangan dalam tekanan atmosfer yang disebabkan getaran partikel udara karena adanya gelombang bunyi disebut tingkat intensitas atau tekanan bunyi. Intensitas bunyi yang dihasilkan oleh suatu sumber bunyi pada tempat terbuka berkurang dengan bertambahnya jarak dari sumber.

Daerah intensitas bunyi yang dapat diterima telinga cukup luas, maka untuk intensitas skala logaritme lebih memudahkan daripada skala hitungan biasa. Sesuai dengan ini,

tingkat intensitas  $\beta$  gelombang bunyi (skala desibel atau dB) ditentukan berdasarkan persamaan :

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \dots\dots\dots (2.6)$$

dengan  $I$  adalah intensitas bunyi dan  $I_0$  sama dengan  $10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$ . Intensitas maksimum yang masih tertahan oleh telinga yaitu  $1 \text{ Wm}^{-2}$  bersesuaian dengan tingkat intensitas 120 dB <sup>(1)</sup>.

Tingkat intensitas beberapa macam suara bising sehari-hari dapat dilihat pada tabel 2.4 berikut :

**Tabel 2.4 Intensitas bunyi dari beberapa bunyi yang umum <sup>(2)</sup>**

Tingkat Intensitas (dB)	Intensitas Bunyi ( $\text{Wm}^{-2}$ )	Sumber Bunyi
0	$10^{-12}$	Ambang pendengaran
10	$10^{-11}$	Gemerisik daun-daun
20	$10^{-10}$	Bisikan (sejauh 1 m)
30	$10^{-9}$	Rumah yang tenang
40	$10^{-8}$	Bunyi biasa radio di rumah / kantor tenang
50	$10^{-7}$	Kantor rata-rata
60	$10^{-6}$	Percakapan normal, lalu lintas rata-rata
70	$10^{-5}$	Kantor berisik
80	$10^{-4}$	Lalu lintas sibuk, di dalam mobil di jalan
90	$10^{-3}$	Di dalam kereta bawah tanah
100	$10^{-2}$	Bengkel mesin
120	$10^0$	Ambang rasa sakit
140	$10^2$	Pesawat jet (sejauh 30 m)

Berdasarkan tingkat intensitas bunyi ini, tingkat kekerasannya dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

**Tabel 2.5 Tingkat kekerasan bunyi <sup>(2)</sup>**

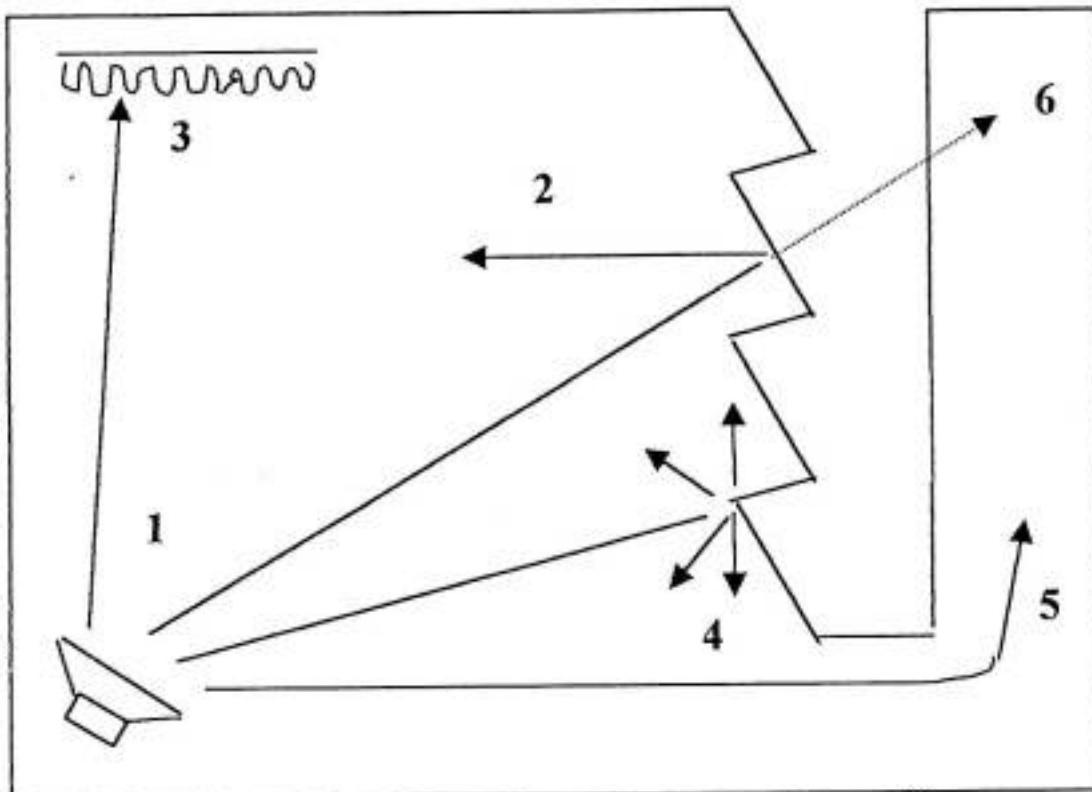
<b>Tingkat Intensitas Bunyi (dB)</b>	<b>Kategori</b>
10 - 20	Sangat lemah
20 - 40	Lemah
40 - 60	Sedang
60 - 80	Keras
80 - 100	Sangat Keras
100 - 140	Menulikan

### **II.3.4 Sifat-Sifat Bunyi dalam Ruang Tertutup**

Gelombang bunyi yang datang dan menumbuk suatu permukaan ruang, maka bunyi itu akan dipantulkan, diserap, disebar, dibelokkan dan diteruskan (gambar 2.1) tergantung kondisi dari permukaan tersebut.

#### **II.3.4.1 Pemantulan Bunyi**

Permukaan yang keras, tegar dan rata seperti beton, bata, batu, plester atau gelas memantulkan hampir semua energi bunyi yang jatuh padanya, sehingga biasa disebut reflector. Permukaan pemantul cembung cenderung menyebarkan gelombang bunyi dan permukaan cekung cenderung mengumpulkan gelombang bunyi pantul dalam ruang.



Gambar 2.1 Sifat gelombang bunyi dalam ruangan<sup>(3)</sup>

- di mana,
1. Bunyi datang atau bunyi langsung
  2. Bunyi pantul
  3. Bunyi yang diserap lapisan permukaan
  4. Bunyi yang disebar
  5. Bunyi yang dibelokkan
  6. Bunyi yang ditransmisikan

#### II.3.4.2 Difusi Bunyi

Keadaan di mana tekanan bunyi di setiap bagian suatu auditorium dan gelombang bunyi dapat merambat dalam semua arah, maka medan bunyi dikatakan serba sama atau homogen, maka terjadi difusi bunyi. Dalam ruangan yang berukuran besar,

seperti ruang pertunjukan atau konser musik untuk mempertahankan kualitas musik dapat dipasang bahan permukaan pemantul dan penyerap secara bergantian.

#### II.3.4.3 Penyerapan Bunyi

Penyerapan bunyi adalah perubahan energi bunyi menjadi bentuk lain, biasanya panas ketika melewati suatu bahan atau ketika menumbuk suatu permukaan. Jumlah panas yang dihasilkan pada perubahan energi ini sangat kecil, sedangkan kecepatan perambatan gelombang bunyi tidak dipengaruhi oleh penyerapan.

Dalam akustik, pada dasarnya ada beberapa macam serapan antara lain <sup>(5)</sup> :

1. Penyerapan bukan oleh bahan-bahan dalam arti biasa, tetapi khusus bila bunyi menjumpai suatu lubang atau jendela terbuka (serapan adalah total 100%).
2. Serapan sebagai akibat transmisi (penularan) oleh molekul-molekul udara dalam pori-pori bahan.
3. Serapan dalam bentuk gejala timbulnya resonansi, dimana energi bunyi yang semula merupakan getaran-getaran mekanis molekul-molekul udara diubah dalam energi mekanis lain dari molekul-molekul bahan dinding yang selanjutnya menjadi sumber getaran sendiri.

Bahan lembut dan berpori menyerap sebagian besar gelombang bunyi yang menumbuknya, atau disebut dengan penyerap bunyi. Sebenarnya semua bahan bangunan menyerap bunyi sampai batas tertentu, tetapi pengendalian akustik

bangunan yang baik membutuhkan penggunaan bahan-bahan dengan tingkat penyerapan bunyi yang tinggi.

Dalam akustik lingkungan unsur-unsur berikut dapat menunjang penyerapan bunyi :

1. Lapisan permukaan dinding, lantai dan atap
2. Isi ruang seperti penonton, bahan tirai, tempat duduk dengan lapisan lunak dan karpet
3. Udara dalam ruang.

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisien penyerapan bunyi ( $\alpha$ ). Koefisien penyerapan bunyi suatu permukaan adalah bagian energi bunyi datang yang diserap, atau tidak dipantulkan oleh permukaan yang diperlukan untuk menjelaskan mutu material tertentu menyerap energi bunyi dan didefinisikan sebagai berikut <sup>(2)</sup> :

$$\alpha = \frac{\text{energi bunyi yang diserap oleh material}}{\text{energi bunyi yang membentur material}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Penyerap bunyi yang sempurna nilai  $\alpha$  setara dengan 1 (seperti terjadi pada jendela terbuka), sedangkan untuk pemantul yang sempurna,  $\alpha$  adalah nol. Permukaan interior yang keras atau kedap seperti bata, batu dan beton, biasanya hanya menyerap energi gelombang bunyi datang kurang dari 5% dan memantulkan 95% atau koefisien penyerapan bahan-bahan ini kurang dari 0,05. Koefisien penyerapan bunyi berubah dengan sudut datang gelombang bunyi pada bahan dan dengan frekuensi.

Pengukuran standar untuk membuat daftar nilai koefisien penyerapan bunyi dilakukan pada wakil frekuensi yang meliputi bagian paling penting dari jangkauan frekuensi audio, yaitu pada 125, 250, 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz atau 128, 256, 512, 1024, 2048 dan 4096 Hz.

### II.3.5 Dengung

Bunyi yang berkepanjangan sebagai akibat pemantulan yang berturut-turut dalam ruang tertutup setelah sumber bunyi dihentikan disebut dengung. Dengung ini mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap kondisi mendengar dalam auditorium karena kehadirannya tanggapan terhadap bunyi transien, yaitu bunyi yang mulai dan berhenti dengan tiba-tiba.

Tempo yang dipakai oleh energi bunyi dengung dalam ruang tertutup setelah sumber bunyi dimatikan dikenal sebagai waktu dengung (RT). Selain itu waktu dengung, didefinisikan sebagai waktu yang dikehendaki oleh tingkat bunyi untuk turun 60 dB.

Dalam ruang tertutup dengan volume yang relatif kecil, waktu dengungnya dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8) dan (2.9).

Jika koefisien penyerapan rata-ratanya kurang dari 0,1 digunakan persamaan berikut <sup>(2)</sup>:

$$RT = \frac{0,16 V}{A} \text{ detik} \dots\dots\dots (2.8)$$



Jika koefisien penyerapan ruang lebih besar dari 0,1 digunakan persamaan :

$$RT = \frac{0,161 V}{-2,3 S \log (1-\alpha)} \text{ detik} \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

dengan : RT = Waktu dengung (detik)

V = Volume ruang (m<sup>3</sup>)

A = Penyerapan permukaan (Sabin )

$\alpha$  = Koefisien penyerapan bunyi

S = Luas permukaan bidang serapan (m<sup>2</sup>)

Dalam akustik, penyerapan suatu permukaan diperoleh dengan mengalikan luasnya S, dengan koefisien penyerapan  $\alpha$ , atau dapat dituliskan sebagai berikut :

$$A = S \times \alpha \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

dan penyerapan ruang total A diperoleh dengan menjumlahkan perkalian-pekalian ini dengan mengikutsertakan penyerapan yang dilakukan oleh benda-benda dalam ruang, atau dapat dituliskan sebagai berikut :

$$A = S_1 \alpha_1 + S_2 \alpha_2 + S_3 \alpha_3 + \dots\dots\dots + S_n \alpha_n \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

## II.5 Bahan Penyerap Bunyi

Bahan-bahan dan konstruksi penyerap bunyi yang digunakan dalam rancangan akustik suatu auditorium atau yang dipakai sebagai pengendali bunyi dalam ruang-ruang bising dapat diklasifikasikan menjadi : bahan berpori, penyerap panel dan resonator rongga<sup>(2)</sup>.

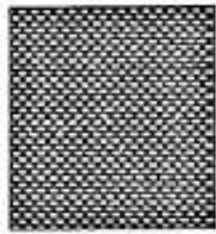
Karakteristik akustik dasar semua bahan berpori, seperti papan serat (*fiber board*), plesteran lembut dan selimut isolasi, adalah suatu jaringan selular dengan pori-pori yang saling berhubungan.

Energi bunyi datang diubah menjadi energi panas dalam pori-pori ini, sedangkan sisanya yang telah berkurang energinya dipantulkan oleh permukaan bahan. Penyerap nada-nada tinggi adalah bahan-bahan yang mengandung banyak rongga atau berpori-pori lembut. Semakin berpori akan semakin ringan suatu bahan dan semakin bagus dalam menyerap bunyi.

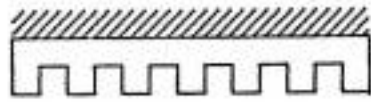
### **II.5.1 Pelat-Pelat Akustik**

Pemilihan pelat-pelat akustik penyerap bunyi harus sesuai dengan karakteristik masing-masing bahan penyerap. Dalam penggunaannya, ada penyerap yang cukup baik dan tepat untuk menyerap gelombang-gelombang pendek (nada-nada tinggi) dan gelombang-gelombang panjang (nada-nada rendah atau menengah)<sup>(5)</sup>.

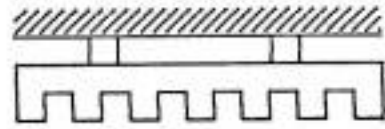
Pemakaian pelat-pelat akustik pada dinding, atap atau bagian bangunan lainnya sangat membantu dalam penyerapan bunyi. Kemampuan penyerapannya sangat tergantung dari jenis bahan, bentuk permukaan serapan, dan cara pemasangannya.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2.2. (a) Bahan penyerap berpori, (b) Pelat akustik langsung pada dinding, (c) Pelat dipasang dengan berjarak dari dinding

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

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

Sekam padi sebagai bahan baku penelitian diambil di lokasi penggilingan padi di Tamalanrea, Makassar.

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

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

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Cetakan sampel*, dengan ukuran: panjang 30 cm, lebar 25 cm dan permukaan tidak rata dimana tebal sampel 2,5 cm.
2. *Sendok semen*, digunakan untuk meratakan campuran.
3. *Baskom*, wadah mencampur sekam dan semen.
4. *Alat ukur panjang (jangka sorong)* dengan ketelitian 0,02 mm.
5. *Timbangan*, digunakan untuk mengukur massa sampel dinding akustik.
6. *Gelas Ukur*, digunakan untuk mengukur volume air, sekam dan semen.
7. *Kotak kayu* dilengkapi dengan tutup kaca (tebal 5 mm), dengan ukuran: panjang 120 cm, lebar 25 cm dan tinggi 30 cm.
8. *Osilator Audio*, digunakan sebagai pengatur frekuensi bunyi.
9. *Loud Speaker*, digunakan sebagai sumber bunyi.
10. *Sound Level Meter*, digunakan untuk mengukur tingkat tekanan bunyi.

### **III.2.2 Bahan**

Bahan yang digunakan adalah :

1. Sekam padi
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**

Sekam padi dan semen dicampur dalam wadah dengan perbandingan bahan semen : sekam padi : air yaitu, 1 : 4 : 1, dengan volume masing-masing 500 mL : 2000 mL : 500 mL.

Campuran yang telah diaduk rata (homogen) dimasukkan ke dalam cetakan kayu. Hasil cetakan berupa sampel dinding akustik selanjutnya dikeringkan. Untuk sampel A dibuat dengan celah dengan arah vertikal saja, sedangkan sampel B dibuat dengan arah celah vertikal dan horisontal secara berpotongan.

### III.3.2 Uji Fisik

#### III.3.2.1 Susut kering

Membuat contoh sampel A dinding akustik dengan panjang 16 cm, lebar 9 cm, dan tebal 2,5 cm, sedangkan untuk sampel B dengan panjang 16 cm, lebar 9 cm, dan tebal 2,5 cm. Pengukuran sampel ini dilakukan dalam keadaan masih basah. Setelah kering, sampel diukur kembali panjang, lebar dan tebalnya dengan menggunakan jangka sorong. Susut kering sampel dinding akustik dihitung dengan persamaan :

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

#### III.3.2.2 Massa jenis

Contoh kedua sampel dinding akustik yang telah kering kemudian diukur massanya.

Massa jenis setiap sampel dihitung dengan persamaan berikut :

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

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

$m$  = 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, kemudian dihitung daya serap airnya dengan persamaan :

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{Bb - Bk}{Bb} 100\% \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

dengan :  $Bk$  = Berat kering (gr)

$Bb$  = Berat basah (gr)

### III.3.2.4 Porositas

Porositas sampel dinding akustik dihitung dengan persamaan :

$$\epsilon = \frac{Vp}{Vt} 100\% \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

dengan :  $Vp = \frac{Bb - Bk}{\rho_{air}}$

dimana  $Vp$  = Volume porositas

$Vt$  = Volume total

### III.3.3 Uji Penyerapan Bunyi

Prosedur pengujian penyerapan bunyi sampel dinding akustik adalah :

- a. Mengukur tingkat tekanan bunyi sumber (bunyi yang langsung dari sumber).  
Jarak sumber bunyi dengan alat ukur adalah 1 cm.
- b. Mengukur tingkat tekanan bunyi dalam kotak pengujian (sebelum sampel pelat dinding akustik dipasang) pada jarak alat dengan sumber bunyi 80 cm dan 60 cm dengan posisi detektor menghadap dan membelakangi sumber bunyi secara bergantian.
- c. Memasang sampel pelat dinding akustik (bentuk sama) pada lantai dan dinding kotak pengujian, kemudian mengukur tingkat tekanan bunyi pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz. Pengukuran dilakukan pada jarak alat – sumber 80 cm dan 60 cm dengan posisi menghadap dan membelakangi sumber bunyi secara bergantian untuk setiap macam sampel.

#### III.3.4.1 Reduksi Bunyi (SR)

Reduksi bunyi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$SR = L_0 - L_1 \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

dengan : SR = Reduksi Bunyi (dB)

$L_0$  = Tingkat tekanan bunyi sebelum sampel dipasang (dB)

$L_1$  = 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 (2.9) atau menggunakan persamaan berikut :

$$\alpha = \frac{TTBs - L_1}{TTBs} \dots\dots\dots (3.6)$$

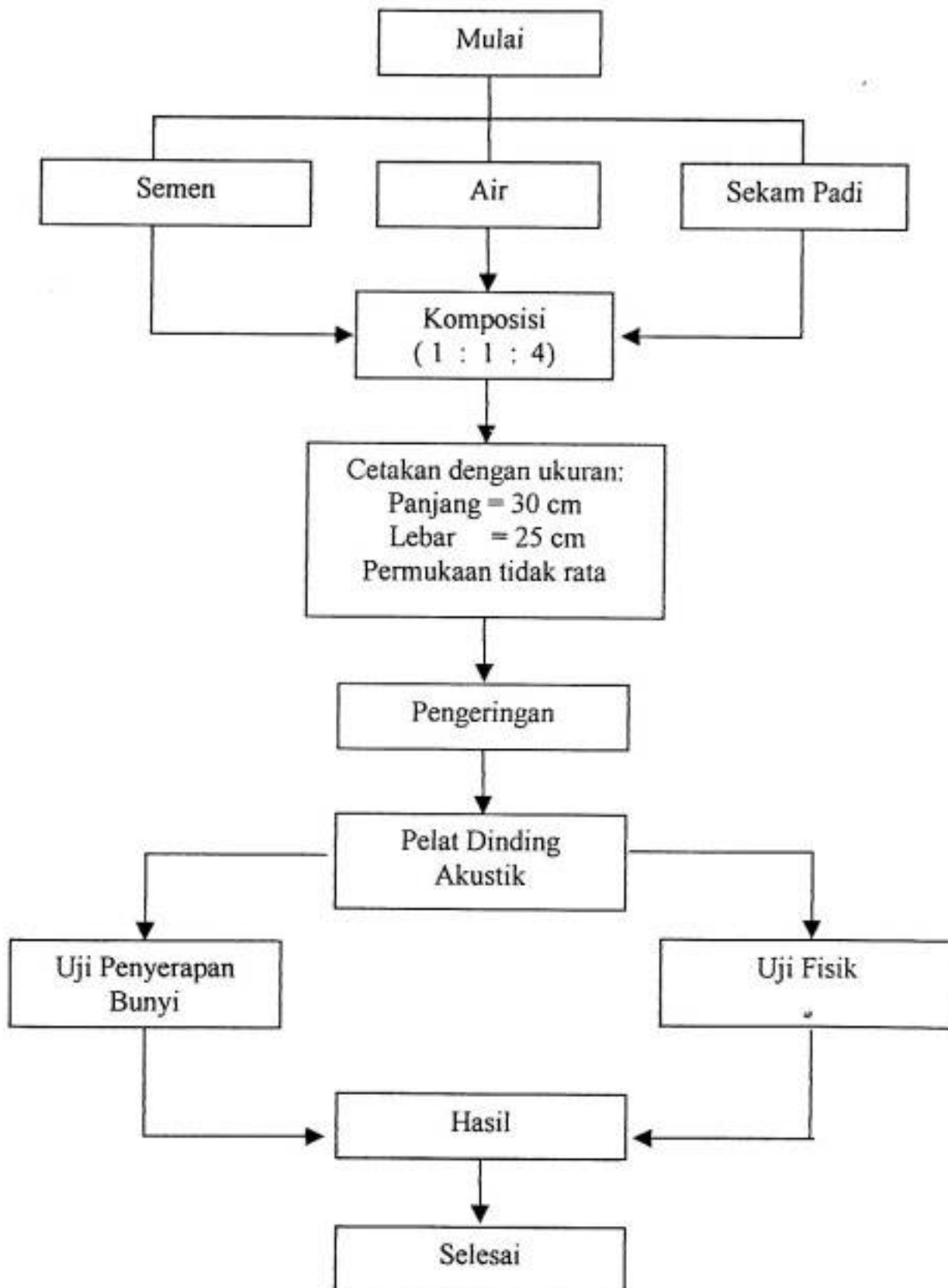
dengan : TTBs = Tingkat tekanan bunyi langsung dari sumber (dB)

$L_1$  = Tingkat tekanan bunyi setelah sampel dinding akustik dipasang  
(bunyi pantul) (dB)

#### **III.3.4.3 Waktu Dengung (RT)**

Waktu dengung sampel dinding akustik dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8) dan (2.9).

## Bagan Alur Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### IV.1 Hasil Uji Fisik

##### IV.1.1 Susut Kering

Hasil perhitungan susut kering sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Lampiran A.1.

Tabel 4.1 Susut kering sampel dinding akustik

Kode Sampel	Volume Kering (cm <sup>3</sup> )	Volume Basah (cm <sup>3</sup> )	Susut Kering (%)
A	375,54	357,06	4,92
B	348,02	332,31	4,51

Penyusutan yang terjadi pada sampel pelat dinding akustik agak besar. Penyusutan sampel A mencapai 4,92 %, dan pada sampel B mencapai 4,51 %. Nilai susut kering ini dipengaruhi oleh proses pengeringan sampel, dimana pada saat pengeringan berjalan, lapisan air pada bahan semen secara berangsur menguap menyebabkan semen akan cepat mengikat sekam padi dan kemudian mengeras atau kering. Selain pengaruh bahan pengikat, nilai penyusutan juga dipengaruhi oleh sifat fisik sekam yang keras dan kasar.

#### *IV.1.2 Massa Jenis*

Hasil perhitungan massa jenis sampel pelat dinding akustik dapat dilihat pada tabel 4.2 dan Lampiran A.2.

**Tabel 4.2 Massa jenis sampel pelat dinding akustik**

<b>Kode Sampel</b>	<b>Massa (gr)</b>	<b>Volume (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Massa Jenis (gr/cm<sup>3</sup>)</b>
A	124,5	220,22	0,57
B	203,5	326,01	0,62

Massa jenis yang dihasilkan oleh kedua sampel pelat dinding akustik kecil. Massa jenis sampel pelat dinding akustik dari sampel A yaitu 0,57 gr/cm<sup>3</sup> dan sampel B sebesar 0,62 gr/cm<sup>3</sup>. Massa jenis sampel yang kecil ini menandakan kerapatannya yang kecil pula, sehingga cukup baik dalam hal penyerapan bunyi.

#### *IV.1.3 Daya Serap Air*

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

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

<b>Kode Sampel</b>	<b>Daya Serap Air (%)</b>
A	26,98
B	25,60

Daya serap air pada kedua sampel cukup tinggi yang mencapai 26,98% pada sampel A dan pada sampel B mencapai 25,6%. Nilai daya serap air ini masih memenuhi mutu standar bangunan yaitu maksimum 35% (SNI 15-02330-1998). Daya serap air yang tinggi ini menandakan bahan sampel ini berongga dan sangat menunjang untuk dijadikan sebagai pelat akustik.

#### *IV.1.4 Porositas*

Hasil perhitungan porositas massa jenis sampel pelat dinding akustik dapat dilihat pada tabel 4.4 dan Lampiran A.4.

**Tabel 4.4 Porositas sampel dinding akustik**

<b>Kode Sampel</b>	<b>Porositas (%)</b>
A	22,0
B	21,7

Porositas menyatakan perbandingan volume rongga dengan volume total sampel dinding pelat dinding akustik. Porositas berhubungan langsung dengan kemampuan sampel dalam penyerapan air, artinya semakin besar daya serap airnya, semakin besar pula porositasnya.

Porositas sampel pelat dinding akustik pada Tabel 4.4 di atas didapatkan porositas yang tinggi yaitu 22 % pada sampel A dan 21,7 % pada sampel B. Hasil ini sesuai dengan standar mutu bahan bangunan nasional, yaitu maksimum 35 % (SNI

15-0233-1998). Jumlah sekam yang banyak akan menambah porositas karena banyaknya rongga yang terbentuk.

## **IV.2 Hasil Uji Penyerapan bunyi**

### ***IV.2.1 Tingkat Intensitas Bunyi***

Tingkat intensitas bunyi dari sampel pelat dinding akustik dapat dilihat pada lampiran B.3.

Tingkat intensitas bunyi kedua sampel yang terukur pada alat untuk frekuensi yang digunakan berada pada nilai rata-rata antara 57,4 dB sampai 85,1 dB. Bunyi yang terkeras terukur pada frekuensi 500 Hz pada setiap sampel yang mencapai 85,1 dB pada sampel A dan 84,2 dB pada sampel B. Sedang bunyi yang terendah terukur pada frekuensi 4000 Hz sebesar 58,6 dB pada sampel A dan 57,4 dB pada sampel B. Tingkat intensitas bunyi ini masih tergolong dalam kategori bunyi sedang sampai bunyi sangat keras (tabel 2.5, hal. 12).

Berdasarkan perbedaan jarak alat ukur ke sumber, tingkat intensitas bunyi pada kedua sampel untuk jarak 80 cm rata-rata tiap frekuensi nilainya lebih kecil daripada untuk jarak 60 cm. Hal ini sesuai dengan teori, bahwa intensitas bunyi yang dihasilkan oleh suatu sumber berkurang dengan bertambahnya jarak dari sumber<sup>(1)</sup>.

Berdasarkan posisi alat ukur terhadap sumber bunyi, yaitu menghadap sumber dan membelakangi sumber didapatkan hasil pada sampel A untuk jarak 80 cm dan

60 cm , tingkat intensitas bunyi posisi menghadap sumber rata-rata lebih tinggi dibandingkan posisi membelakangi sumber, demikian pula pada sampel B. Hal ini disebabkan karena pada posisi alat menghadap sumber bunyi , detektor langsung menerima energi yang dipancarkan oleh sumber bunyi (sejajar sumber) yang lebih banyak dibandingkan dengan posisi membelakangi sumber bersama energi yang dipantulkan oleh sampel.

#### *IV.2.1 Reduksi Bunyi (SR)*

Hasil perhitungan reduksi bunyi sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Lampiran B.3.

**Tabel 4.5 Reduksi bunyi sampel dinding akustik**

Kode Sampel	Jarak (cm)	Reduksi Bunyi (dB)					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A	80	9,4	10,7	5,9	5,2	25	27,4
		10,2	12,8	4,3	6,0	24,6	26,2
	60	9,5	4,2	6,7	14,6	23,0	24,9
		7,5	4,4	2,7	16,3	17,5	30,8
B	80	14,7	14,3	5,2	7,1	28,9	25,9
		12,7	14,9	5,6	9,6	28,8	28,9
	60	15,3	5,0	9,3	17,5	24,2	26,1
		10,9	4,8	3,1	15,8	22,4	32,0

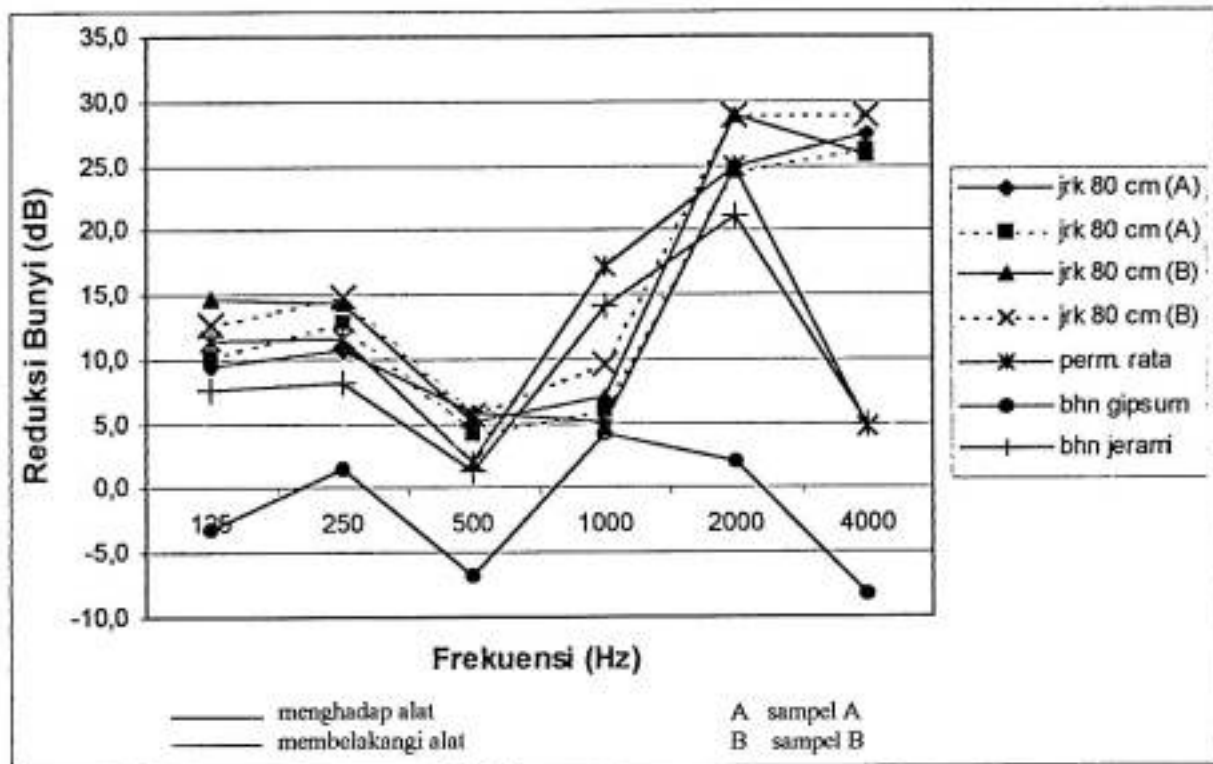
Reduksi bunyi merupakan efisiensi dari sampel dalam mendistribusikan energi bunyi yang diterimanya terhadap dinding yang dilapisinya. Nilai reduksi bunyi

sampel pelat dinding akustik kecil, yang berada rata-rata di bawah 50 dB. Hal ini disebabkan oleh karena banyaknya bunyi yang diserap atau tidak dipantulkan sempurna oleh dinding kotak pengujian dalam keadaan tanpa sampel (Lo). Kotak pengujian sampel terbuat dari kayu, dimana kayu mempunyai sifat yang baik dalam menyerap bunyi. Atau dapat dikatakan bahwa kayu merupakan insulator bunyi yang kurang baik<sup>(5)</sup>.

Perbedaan nilai reduksi bunyi kedua sampel untuk tiap frekuensi, jarak dan posisi alat terhadap sumber tidak terlalu jauh. Reduksi bunyi paling baik rata-rata terjadi pada frekuensi 2000 Hz dan 4000 Hz, yang berkisar antara 17,5 dB sampai 30,8 dB pada sampel A dan antara 22,4 dB sampai 32 dB pada sampel B, yang berarti bahwa kedua sampel cukup baik mereduksi bunyi pada frekuensi 2000 Hz dan 4000 Hz. Sedangkan reduksi yang kurang, terjadi pada frekuensi 250 Hz, 500 Hz dan 1000 Hz pada kedua sampel yang berkisar antara 2,7 dB sampai 6 dB pada sampel A dan antara 3,1 dB sampai 9,3 dB pada sampel B. Pada penelitian terdahulu untuk bahan yang sama tetapi permukaan bahan rata pada jarak pengukuran 80 cm diperoleh hasil reduksi bunyi paling kecil bernilai 2,14 dB pada frekuensi 500 Hz, nilai tertinggi sebesar 24,8 dB pada frekuensi 2000 Hz. Sedangkan untuk bahan jerami diperoleh hasil reduksi bunyi paling kecil sebesar 1,3 dB pada frekuensi 50 Hz dan 21,2 dB pada frekuensi 2000 Hz<sup>(8)</sup>.



Gambar 4.1 memperlihatkan perubahan reduksi bunyi sampel dinding akustik terhadap frekuensi, dari beberapa bahan dan perbedaan bentuk permukaan dengan posisi alat menghadap sumber bunyi dengan jarak pengukuran 80 cm.



Gambar 4.1 Grafik reduksi bunyi sampel dinding akustik

#### IV.3.2 Koefisien Absorpsi Bunyi

Hasil perhitungan koefisien absorpsi bunyi sampel dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Lampiran B.4.

**Tabel 4.6 Koefisien absorpsi sampel dinding akustik**

Kode Sampel	Jarak (cm)	Koefisien Absorpsi Bunyi					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A	80	0,33	0,38	0,25	0,24	0,41	0,42
		0,36	0,40	0,25	0,26	0,41	0,43
	60	0,33	0,29	0,23	0,25	0,32	0,37
		0,35	0,30	0,25	0,27	0,30	0,46
B	80	0,39	0,41	0,24	0,26	0,45	0,40
		0,39	0,42	0,26	0,29	0,45	0,45
	60	0,39	0,30	0,26	0,28	0,33	0,38
		0,39	0,31	0,25	0,27	0,34	0,48

Koefisien absorpsi bunyi suatu permukaan adalah besaran yang menyatakan jumlah energi bunyi datang yang diserap atau tidak dipantulkan oleh permukaan bahan <sup>(2)</sup>. Koefisien absorpsi bunyi sampel pelat dinding akustik rata-rata di bawah 0,5 artinya tingkat tekanan bunyi yang terserap oleh sampel dinding akustik masih di bawah 50 %. Hal ini disebabkan karena kotak yang digunakan untuk pengujian sampel berukuran kecil (volume kecil), sehingga jarak alat ke sumber bunyi juga kecil.

Dari tabel 4.6 di atas menunjukkan bahwa pada pengukuran jarak 80 cm maupun pada jarak 60 cm sampel B rata-rata mempunyai koefisien absorpsi yang lebih baik daripada sampel A untuk semua frekuensi.

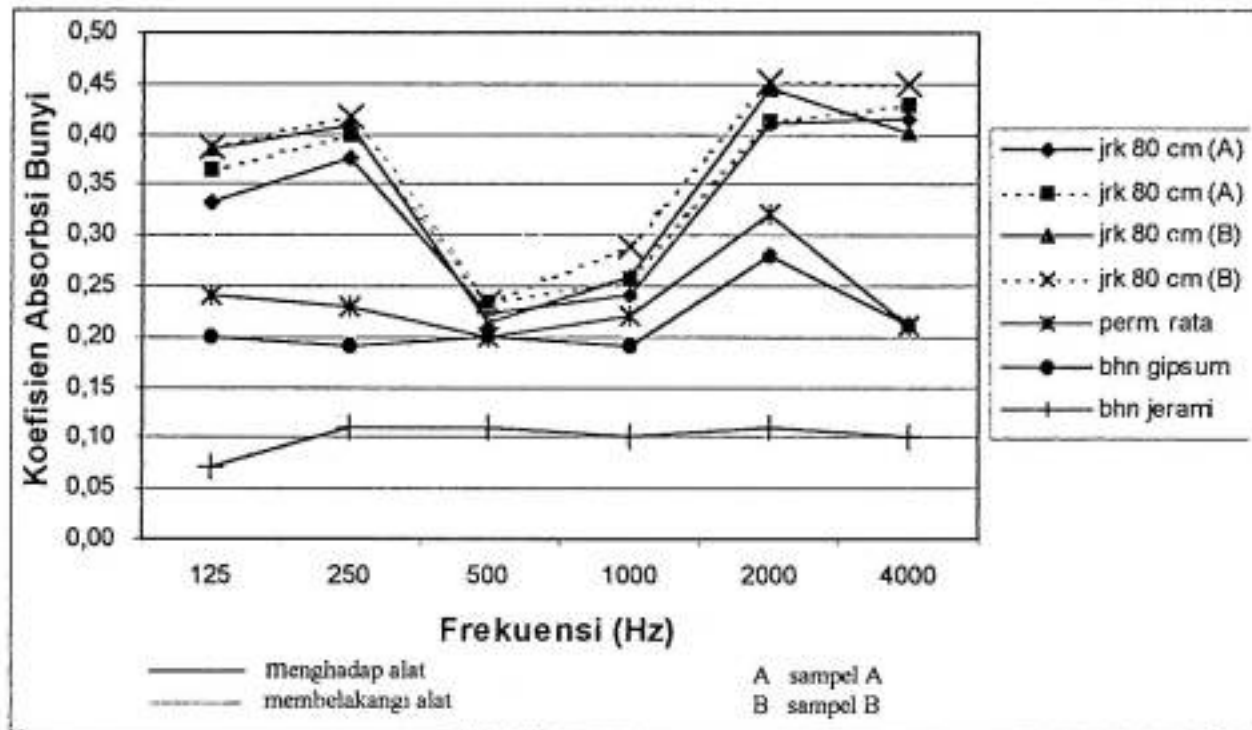


Nilai koefisien absorpsi yang paling baik diperoleh pada sampel B yaitu pada frekuensi 4000 Hz sebesar 0,48 dan yang paling kecil diperoleh pada sampel A dengan frekuensi 500 Hz sebesar 0,23. Dari tabel 4.6 juga terlihat bahwa nilai absorpsi bunyi pada kedua sampel rata-rata cukup baik pada frekuensi 2000 Hz dan 4000 Hz untuk jarak pengukuran 80 cm, yaitu antara 0,41 sampai 0,43 pada sampel A dan 0,40 sampai 0,45 untuk sampel B. Nilai absorpsi bunyi yang kecil rata-rata diperoleh pada frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz, yaitu antara 0,24 sampai 0,26 pada sampel A dan antara 0,24 sampai 0,29 pada sampel B. Hal ini dipengaruhi oleh bentuk permukaan kedua sampel (tidak rata). Sampel A celah hanya satu arah saja yaitu arah vertikal, sedangkan sampel B mempunyai celah dua arah yaitu arah vertikal dan horisontal yang saling berpotongan. Dari perbedaan ini, sampel B memiliki jumlah celah yang lebih banyak sehingga permukaan luas serapannya juga lebih besar. Permukaan cekung cenderung mengumpulkan bunyi sedangkan permukaan cembung atau berbentuk siku cenderung menyebarkan bunyi<sup>(2)</sup>. Sifat ini menyebabkan terjadinya hamburan bunyi acak atau superposisi bunyi yang saling melemahkan pada saat terjadi tumbukan.

Hasil yang diperoleh di atas lebih baik dari pada hasil yang diperoleh pada penelitian terdahulu, untuk bahan yang sama dengan bentuk permukaan rata diperoleh nilai absorpsi bunyi paling baik sebesar 0,32 pada frekuensi 2000 Hz dan paling kecil sebesar 0,20 pada frekuensi 500 Hz. Untuk bahan yang berbeda yaitu dari bahan gipsum diperoleh nilai absorpsi paling baik sebesar 0,11 pada frekuensi 2000 Hz dan

paling kecil sebesar 0,007 pada frekuensi 125 Hz, sedangkan untuk bahan jerami diperoleh nilai absorpsi bunyi paling baik sebesar 0,28 pada frekuensi 2000 Hz dan paling kecil sebesar 0,19 pada frekuensi 250 Hz dan 1000 Hz<sup>(8)</sup>.

Gambar 4.2 Perbandingan nilai koefisien absorpsi bunyi sampel pelat dinding akustik untuk jarak pengukuran 80 cm.



Gambar 4.2. Grafik koefisien absorpsi bunyi sampel

Tabel 4.6 menunjukkan bahwa pengukuran dengan perbedaan posisi alat terhadap sumber bunyi diperoleh hasil yang berbeda pula walaupun jarak sama. Posisi membelakangi alat, koefisien absorpsinya lebih tinggi jika dibandingkan dengan posisi menghadap alat untuk tiap frekuensi. Hal ini disebabkan karena pada posisi membelakangi energi bunyi yang diterima oleh sensor sebagian besar sudah mengalami perlemahan atau penyerapan termasuk oleh bagian samping dan belakang

sampel pelat dinding akustik. Dari hasil yang diperoleh di atas menunjukkan bahwa, koefisien penyerapan bunyi berubah dengan sudut datang gelombang bunyi dan frekuensi<sup>(2)</sup>.

#### IV.3.3 Waktu Dengung

Hasil perhitungan waktu dengung sampel pelat dinding akustik dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Lampiran B.5.

**Tabel 4.7 Waktu dengung sampel dinding akustik**

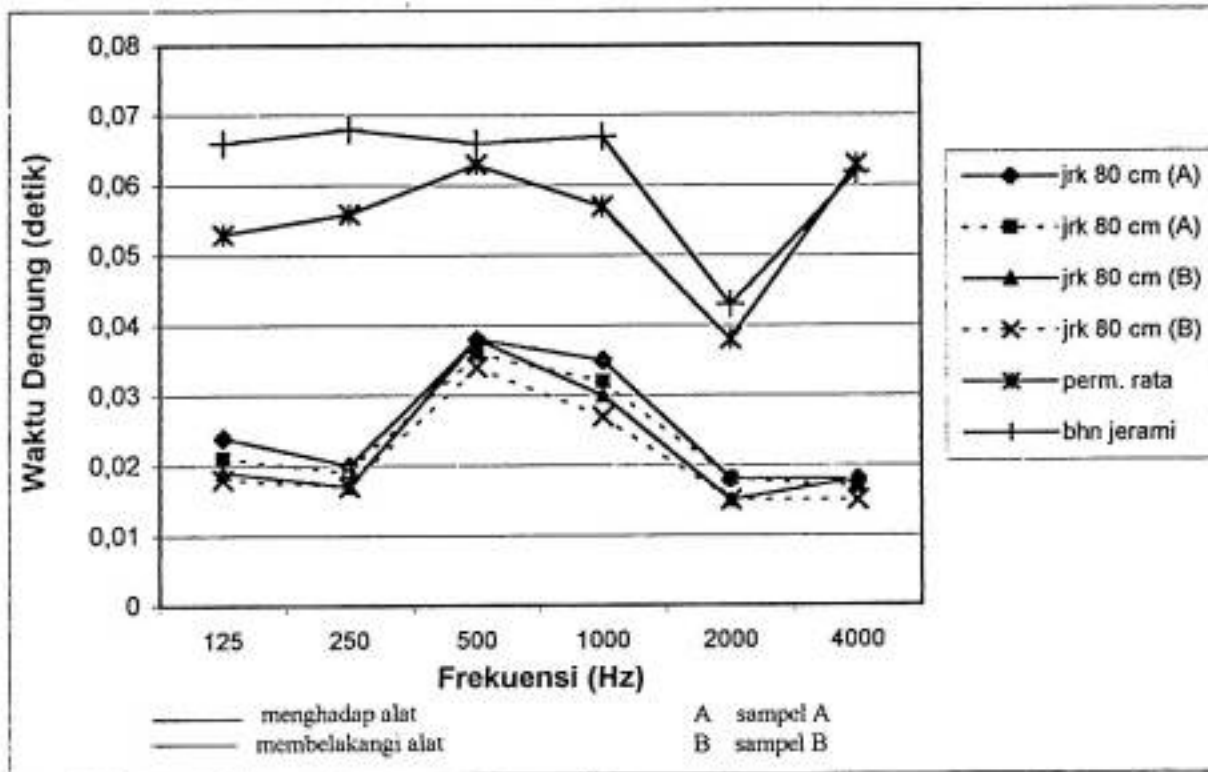
Kode Sampel	Jarak (cm)	Waktu Dengung (detik)					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
A	80	0,024	0,020	0,034	0,035	0,018	0,018
		0,021	0,019	0,033	0,032	0,018	0,017
	60	0,024	0,028	0,036	0,033	0,025	0,021
		0,022	0,026	0,034	0,030	0,027	0,015
B	80	0,019	0,017	0,033	0,030	0,015	0,018
		0,018	0,017	0,030	0,027	0,015	0,015
	60	0,019	0,025	0,030	0,028	0,023	0,019
		0,018	0,024	0,031	0,029	0,022	0,014

Tabel 4.7 memperlihatkan waktu dengung yang dihasilkan kedua sampel sangat kecil yang berada antara 0,014 detik sampai 0,036 detik. Hal ini disebabkan karena kotak pengujian sampel yang digunakan berukuran kecil (volume dan bidang serapnya kecil), yang menyebabkan penjalaran dan penyebaran gelombang bunyi yang sangat singkat.

Waktu dengung untuk sampel B rata-rata lebih baik atau lebih kecil dibandingkan sampel A untuk perbedaan jarak dan posisi alat terhadap sumber bunyi. Waktu dengung yang kecil rata-rata diperoleh pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz yaitu antara 0,014 detik sampai 0,028 detik, sedangkan yang besar rata-rata diperoleh pada frekuensi 500 Hz dan 1000 Hz yaitu antara 0,027 sampai 0,036 detik yang berarti sampel ini cukup efektif digunakan pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz. Waktu dengung juga tidak bisa dipisahkan dengan koefisien penyerapan bunyi sampel, semakin tinggi penyerapan bunyinya maka semakin kecil waktu dengung yang dihasilkan. sehingga setelah sumber bunyi dimatikan, bunyi yang masih tinggal akan terserap secara cepat oleh sampel pelat dinding akustik.

Waktu dengung yang diperoleh di atas lebih baik dibandingkan dengan bahan sebelumnya, dimana komposisi dan jarak pengukuran yang sama tetapi permukaan bahan rata paling kecil yaitu 0,038 pada frekuensi 2000 Hz dan paling besar 0,063 pada frekuensi 500 Hz dan 4000 Hz. Untuk sampel dari bahan gipsum diperoleh waktu dengung paling kecil yaitu 0,118 pada frekuensi 250 Hz dan 500 Hz dan yang paling besar 0,206 pada frekuensi 125 Hz, sedangkan sampel dari bahan jerami diperoleh waktu dengung paling kecil 0,043 pada frekuensi 2000 Hz dan paling besar 0,068 pada frekuensi 500 Hz.

Perbandingan waktu dengung dari beberapa jenis sampel untuk jarak pengukuran 80 cm dapat ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik waktu dengung sampel dinding akustik

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

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

1. Telah dibuat dua macam pelat dinding akustik dengan komposisi bahan yang sama tapi bentuk permukaan yang berbeda.
2. Berdasarkan uji fisik dari sampel pelat dinding akustik, diperoleh hasil :
  - a. Susut kering rata-rata kedua sampel memenuhi standar mutu bahan bangunan secara umum.
  - b. Massa jenis sampel pelat dinding akustik cukup kecil yaitu diperoleh  $0,57 \text{ gr/cm}^3$  untuk sampel A dan  $0,62 \text{ gr/cm}^3$  untuk sampel B.
  - c. Daya serap air kedua sampel pelat dinding akustik cukup tinggi, yaitu rata-rata di atas 25 %, sedangkan porositas sampel yang didapatkan rata-rata di atas 21 %.
3. Berdasarkan uji penyerapan bunyi sampel, diperoleh hasil :
  - a. Reduksi bunyi kedua sampel pelat dinding akustik rata-rata di bawah 50 dB.
  - b. Koefisien penyerapan bunyi pelat dinding akustik rata-rata untuk sampel B lebih baik dibandingkan sampel A.
  - c. Waktu dengung yang diperoleh sangat kecil pada kedua sampel yaitu di bawah 0,036 detik, dan yang paling kecil sebesar 0,015 detik .

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

Untuk penelitian lebih lanjut, sebaiknya kotak pengujian yang digunakan berukuran besar, serta perlu diusahakan pencarian bahan pengikat sekam padi yang lebih ringan .



## DAFTAR PUSTAKA

1. Cromer, Alan H., (1994), *Fisika untuk Ilmu-Ilmu Hayati*, Edisi Kedua, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
2. Doelle, L., (1993), *Akustik Lingkungan*, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.
3. Giancoli, C.D., (1999), *Fisika*, Edisi Kelima, Alih Bahasa Yuhilza Hanum, Penerbit Erlangga, Jakarta.
4. Lord, Peter, dan Templeton, D., (2001), *Detail Akustik*, Alih Bahasa Paulus Hanoto A., Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.
5. Mangunwijaya, Y.B., (2002), *Pengantar Fisika Bangunan*, Edisi Keenam, Penerbit Djambatan, Jakarta.
6. Sabat dkk, (1985), *Pemanfaatan Sekam untuk Bahan Bangunan (Batako Dinding)*, Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Ujung Pandang.
7. Sudirman, (1990), *Analisis Kualitatif dan Struktur Kristal Bahan Semen Portland Jenis I dengan Difraksi Sinar-X*, Skripsi Fisika, Universitas Hasanuddin, Makassar.
8. Syahrul, (2002), *Pemanfaatan Sekam Padi untuk Pembuatan Dinding Akustik*, Skripsi Fisika, Universitas Hasanuddin, Makassar.
9. Tadjang, A.Upe, (1989), *Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Pengganti Zerlit dan Karbon Aktif pada Proses Penjernihan Air*, Balai Penelitian Unhas.
10. Van Vlack, L., (1991), *Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*, terjemahan Sriati Dj., Penerbit Erlangga, Jakarta.
11. Zears, semansky, (1995) *Fisika untuk Universitas (Mekanika, Panas dan Bunyi)* Jakarta.

## Lampiran A. Data Pengukuran Uji Fisik

Lampiran A.1 Susut Kering Sampel Pelat Dinding Akustik

Kode Sampel	Ukuran Basah (cm)				Ukuran Kering (cm)				V B (cm <sup>3</sup> )	V K (cm <sup>3</sup> )	Selisih Vol. (cm <sup>3</sup> )	Susut Kering (%)	
	P	L	T	I	t	P	L	T					t
A	16,255	9,550	2,660	1,110	1,510	16,105	9,350	2,590	1,005	375,543	357,067	18,476	4,92
	16,250	9,330	2,625	1,110	1,510	16,100	9,205	2,590	1,005				
	16,315	9,110	2,675	1,115	1,510	16,100	9,005	2,595	1,000				
Rata-Rata	16,276	9,330	2,653	1,112	1,510	16,105	9,186	2,591	1,003	-	-	1,501	
B	16,240	9,000	2,655	1,110	1,515	16,155	8,895	2,590	1,005	348,029	332,317	15,712	4,51
	16,345	9,075	2,605	1,115	1,515	16,210	8,900	2,589	1,005				
	16,325	9,265	2,595	1,115	1,510	16,190	9,010	2,510	1,000				
Rata-Rata	16,303	9,113	2,618	1,113	1,513	16,185	8,931	2,563	1,001	-	-	1,498	

Keterangan :

- P : Panjang sampel
- L : Lebar sampel
- T : Tebal sampel
- I : Lebar celah
- t : Tinggi celah
- VB : Volume Basah
- VK : Volume Kering

Lampiran A.2 Data Pengukuran Massa Jenis, Daya Serap Air dan Porositas Sampel Pelat Dinding Akustik

Kode Sampel	Ukuran (cm)			Mb (gr)	Mk (gr)	Mb - Mk (gr)	Vt (cm <sup>3</sup> )	Vp (cm <sup>3</sup> )	Massa Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Daya Serap Air (%)	Porositas (%)
	P	L	T								
A	10,045	8,970	2,620	176,0	124,5	47,5	220,22	47,64	0,57	26,98	22
	10,045	1,100	1,510								
B	16,191	8,910	2,540	273,5	203,5	70,0	326,01	70,21	0,62	25,60	21,7
	16,191	4,150	1,500								

Keterangan :

- P : Panjang sampel
- L : Lebar sampel
- T : Tebal sampel
- Mb : Massa sampel basah
- Mk : Massa sampel kering
- Vt : Volume total kotak
- Vp : Volume porositas



## Lampiran B Data Pengukuran Tingkat Tekanan Bunyi

### Lampiran B.1 Data Tingkat Tekanan Bunyi Sumber (TTBS)

Data	T T B S (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	102	109,1	111	111,8	112,7	110,9
2	102,1	109,9	111,1	111,7	112,8	109,4
3	101,8	109,8	110,8	111,7	112,8	110,1
4	102,3	110,1	111	111,8	112,8	108,7
5	102	109,9	111	111,8	112,7	109,8
<b>Rata-Rata</b>	<b>102,0</b>	<b>109,8</b>	<b>111,0</b>	<b>111,8</b>	<b>112,8</b>	<b>109,8</b>

Keterangan :

TTBS : Tingkat Tekanan Bunyi Sumber

## Lampiran B.2 Data Tingkat Tekanan Bunyi Tanpa Sampel

Jarak 80 CM (Menghadap sumber)

DATA	Lo (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	78,1	79,4	89,3	90,2	91,9	91,3
2	77,0	79,0	89,6	89,8	92	93,1
3	77,2	79,1	88,6	89,6	90,2	91
4	77,4	79,2	89,8	90,5	91,8	90,9
5	77,2	80,0	89,6	89,9	91	90,1
<b>RATA-RATA</b>	<b>77,4</b>	<b>79,3</b>	<b>89,6</b>	<b>89,0</b>	<b>91,4</b>	<b>91,3</b>

Jarak 80 CM (Membelakangi sumber)

DATA	Lo (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	75,6	78,5	88,0	89,0	90,1	88,9
2	76	79,0	87,8	89,5	91,8	88,4
3	75,1	78,8	87,1	89,0	91,6	88,9
4	74,1	78,6	87,8	89,5	90,1	88,5
5	74,6	79,1	87,8	89,1	89,9	88,5
<b>RATA-RATA</b>	<b>75,1</b>	<b>78,8</b>	<b>87,7</b>	<b>89,2</b>	<b>90,7</b>	<b>88,6</b>

Jarak 60 CM (Menghadap sumber)

DATA	Lo (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	78,6	80,6	89,7	98,5	102,3	92
2	77,9	80,2	90,2	97,2	99,4	92,5
3	78	79,5	90,2	98,6	98,8	90
4	77,7	79	89,9	98,5	100,1	93,5
5	77,9	80	89,9	98	98,8	91
<b>RATA-RATA</b>	<b>78,0</b>	<b>79,9</b>	<b>89,9</b>	<b>98,2</b>	<b>99,9</b>	<b>91,8</b>

Jarak 60 CM (Membelakangi sumber)

DATA	Lo (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1	73	77,7	85,1	98,1	97,2	89,3
2	74,8	77,9	85,3	97,5	96,5	89,1
3	73	78,0	86,5	99,1	96,2	89,8
4	73,1	78,0	86	96,9	96,8	89,0
5	73,1	78,0	85,9	97,1	95,9	89,7
<b>RATA-RATA</b>	<b>73,4</b>	<b>77,9</b>	<b>85,8</b>	<b>97,7</b>	<b>96,5</b>	<b>89,4</b>

### Lampiran B.3 Data Pengukuran Tingkat Tekanan Bunyi

#### A. SAMPEL A

##### 1. Untuk Jarak Pengukuran 80 Cm

Kode Sampel	L1 (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L1h	68,0	67,4	83,1	85,2	66,4	64,1
	67,8	68,3	83,4	85,1	66,3	64,8
	68,8	68,9	83,6	84,7	66,1	63,5
	68,2	68,1	83,6	84,0	65,8	63,1
	68,4	69,3	84,0	84,5	65,9	63,8
	67,2	68,2	84,0	85,0	65,8	63,8
	68,9	68,5	83,8	85,1	66,6	63,9
	68,0	68,8	83,1	85,0	66,4	64,1
	67,2	69,2	83,4	84,9	67,0	64,2
	67,5	68,8	83,1	84,8	66,4	64,0
<b>RATA-RATA</b>	<b>68,0</b>	<b>68,6</b>	<b>83,5</b>	<b>84,8</b>	<b>66,4</b>	<b>63,9</b>
L1b	64,0	67,2	83,8	83,4	65,2	62,8
	64,5	66,1	83,4	83,4	66,9	62,5
	64,9	65,2	83,0	83,2	66,9	62,7
	65,0	65,2	84,1	83,1	66,0	62,5
	65,2	65,3	83,6	83,1	66,8	62,0
	65,4	66,1	83,1	83,5	65,1	62,0
	65,5	66,0	83,2	82,9	66,9	62,7
	65,1	65,9	83,2	83,0	66,9	62,3
	64,5	66,0	83,1	83,0	65,2	62,4
	64,5	66,5	83,2	83,1	65,0	62,3
<b>RATA-RATA</b>	<b>64,9</b>	<b>66,0</b>	<b>83,4</b>	<b>83,2</b>	<b>66,1</b>	<b>62,4</b>

2. Untuk Jarak 60 cm

Kode Sampel	L1 (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L1h	68,2	77,2	85,1	83,0	77,0	68,5
	68,7	77,7	85,0	84,6	76,9	68,8
	68,5	77,6	85,1	83,5	77,0	69,6
	68,5	78,0	85,1	84,5	77,1	68,9
	68,0	77,8	85,2	84,7	76,9	68,0
	68,5	77,8	85,0	83,3	76,7	68,7
	68,6	77,5	85,2	83,3	76,7	68,7
	67,9	77,5	85,2	83,0	76,9	69,0
	69,0	77,5	85,1	83,0	77,1	68,5
	68,7	77,3	85,1	83,5	77,1	68,0
	<b>RATA-RATA</b>	<b>68,5</b>	<b>77,6</b>	<b>85,1</b>	<b>83,6</b>	<b>76,9</b>
L1b						
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
	66,3	76,5	83,2	82,0	79,0	58,8
	66,5	76,2	83,3	81,4	78,9	58,8
	66,0	76,3	83,3	80,5	79,0	59,0
	65,9	76,2	83,0	81,5	79,1	59,0
	66,2	76,2	83,2	81,5	79,0	58,1
	65,2	76,0	83,4	81,6	79,0	58,0
	65,3	76,3	83,2	81,3	79,1	58,9
	65,3	76,2	83,0	82,0	79,0	58,0
	67,0	76,2	83,5	81,1	78,8	58,0
66,5	76,8	83,2	81,3	79,0	59,8	
<b>RATA-RATA</b>	<b>66,0</b>	<b>76,3</b>	<b>83,2</b>	<b>81,4</b>	<b>79,0</b>	<b>58,6</b>

## B. SAMPEL B

1. Untuk Jarak Pengukuran : 80 cm

Kode Sampel	L1 (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L1h	62,0	65,0	84,5	83,9	63,4	65,6
	63,1	65,2	84,2	82,2	62,6	65,4
	63,2	64,8	84,2	83,5	62,6	65,3
	63,2	64,2	84,1	83,0	62,1	65,5
	62,8	65,8	84,6	81,5	62,2	65,5
	62,1	65,5	84,0	82,9	62,9	65,4
	61,0	64,9	84,0	82,9	62,0	65,1
	62,2	64,0	84,1	83,2	62,5	65,2
	64,0	65,3	84,1	83,0	62,4	65,8
	63,8	65,2	84,1	83,2	62,4	65,4
<b>RATA-RATA</b>	<b>62,7</b>	<b>65,0</b>	<b>84,2</b>	<b>82,9</b>	<b>62,5</b>	<b>65,4</b>
L1b						
<b>RATA-RATA</b>	<b>62,4</b>	<b>63,9</b>	<b>82,1</b>	<b>79,6</b>	<b>61,9</b>	<b>59,7</b>



2. Untuk Jarak 60 cm

Kode Sampel	L1 (dB)					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L1h	63,5	78,5	82,6	81,2	76,2	67,8
	63,5	78,6	82,6	80,4	75,7	67,0
	59,3	75,8	82,7	79,0	75,6	67,9
	62,2	75,7	82,5	82,1	75,6	67,0
	62,9	76,1	82,5	80,3	75,6	67,0
	62,8	77,1	82,3	80,3	75,8	68,4
	63,0	77,0	82,5	80,5	75,0	67,2
	63,1	77,0	82,5	81,0	75,9	68,1
	63,5	76,2	82,6	81,3	76,0	67,9
	63,1	76,4	82,4	80,9	75,7	67,1
<b>RATA-RATA</b>	<b>62,7</b>	<b>76,8</b>	<b>82,5</b>	<b>80,7</b>	<b>75,7</b>	<b>67,5</b>
L1b	62,0	75,9	83,0	81,9	74,5	57,9
	63,0	75,4	83,4	82,8	74,3	57,6
	61,5	76,4	83,2	81,0	74,2	57,5
	64,0	75,2	83,2	81,8	74,2	58,0
	62,9	75,9	83,2	81,4	73,8	56,9
	63,0	75,9	83,0	81,4	74,0	56,9
	61,0	76,1	83,1	82,7	74,0	56,8
	61,9	76,1	83,0	82,0	74,2	57,1
	63,0	76,0	83,1	82,0	74,3	57,9
	63,3	76,1	83,1	82,4	74,0	57,8
<b>RATA-RATA</b>	<b>62,6</b>	<b>75,9</b>	<b>83,1</b>	<b>81,9</b>	<b>74,2</b>	<b>57,4</b>

Keterangan : L1<sub>h</sub> = Alat menghadap sumber  
 L1<sub>b</sub> = Alat membelakangi sumber

### Lampiran B.4 Perhitungan Reduksi Bunyi Sampel

Untuk Jarak 80 cm (Menghadap Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	Lo (dB)	L1 (dB)		SR (dB)	
			I	II	I	II
1	125	77,4	68,0	62,7	9,4	14,7
2	250	79,3	68,6	65,0	10,7	14,3
3	500	89,4	83,5	84,2	5,9	5,2
4	1000	90,0	84,8	82,9	5,2	7,1
5	2000	91,4	66,4	62,5	25,0	28,9
6	4000	91,3	63,9	65,4	27,4	25,9

Untuk Jarak 80 cm (Membelakangi Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	Lo (dB)	L1 (dB)		SR (dB)	
			I	II	I	II
1	125	75,1	64,9	62,4	10,2	12,7
2	250	78,8	66,0	63,9	12,8	14,9
3	500	87,7	83,4	82,1	4,3	5,6
4	1000	89,2	83,2	79,6	6,0	9,6
5	2000	90,7	66,1	61,9	24,6	28,8
6	4000	88,6	62,4	59,7	26,2	28,9

Untuk Jarak 60 cm (Menghadap Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	Lo (dB)	L1 (dB)		SR (dB)	
			I	II	I	II
1	125	78,0	68,5	62,7	9,5	15,3
2	250	81,8	77,6	76,8	4,2	5,0
3	500	91,8	85,1	82,5	6,7	9,3
4	1000	98,2	83,6	80,7	14,6	17,5
5	2000	99,9	76,9	75,7	23,0	24,2
6	4000	93,6	68,7	67,5	24,9	26,1

Untuk Jarak 60 cm (Membelakangi Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	Lo (dB)	L1 (dB)		SR (dB)	
			I	II	I	II
1	125	73,5	66,0	62,6	7,5	10,9
2	250	80,7	76,3	75,9	4,4	4,8
3	500	86,2	83,5	83,1	2,7	3,1
4	1000	97,7	81,4	81,9	16,3	15,8
5	2000	96,5	79,0	74,2	17,5	22,4
6	4000	89,4	58,6	57,4	30,8	32,0

### Lampiran B.5 Perhitungan Koefisien Absorpsi Bunyi

Untuk Jarak 80 cm (Menghadap Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	TTBs (dB)	L <sub>1</sub> (dB)		TTBs-L <sub>1</sub> (dB)		Koefisien Absorpsi (α)	
			I	II	I	II	I	II
1	125	102,0	68,0	62,7	34,0	39,3	0,33	0,39
2	250	109,8	68,6	65,0	41,2	44,8	0,38	0,41
3	500	111,0	83,5	84,2	27,5	26,8	0,25	0,24
4	1000	111,8	84,8	82,9	27,0	28,9	0,24	0,26
5	2000	112,8	66,4	62,5	46,4	50,3	0,41	0,45
6	4000	109,5	63,9	65,4	45,6	44,1	0,42	0,40

Untuk Jarak 80 cm (Membelakangi Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	TTBs (dB)	L <sub>1</sub> (dB)		TTBs-L <sub>1</sub> (dB)		Koefisien Absorpsi (α)	
			I	II	I	II	I	II
1	125	102,0	64,9	62,4	37,1	39,6	0,36	0,39
2	250	109,8	66,0	63,9	43,8	45,9	0,40	0,42
3	500	111,0	83,4	82,1	27,6	28,9	0,25	0,26
4	1000	111,8	83,2	79,6	28,6	32,2	0,26	0,29
5	2000	112,8	66,1	61,9	46,7	50,9	0,41	0,45
6	4000	109,5	62,4	59,7	47,1	49,8	0,43	0,45

Untuk Jarak 60 cm (Menghadap Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	TTBs (dB)	L <sub>1</sub> (dB)		TTBs-L <sub>1</sub> (dB)		Koefisien Absorpsi (α)	
			I	II	I	II	I	II
1	125	102,0	68,5	62,7	33,5	39,4	0,33	0,39
2	250	109,8	77,6	76,8	32,2	32,9	0,29	0,30
3	500	111,0	85,1	82,5	25,9	28,5	0,23	0,26
4	1000	111,8	83,6	80,7	28,2	31,1	0,25	0,28
5	2000	112,8	76,9	75,7	35,9	37,1	0,32	0,33
6	4000	109,5	68,7	67,5	40,8	42,0	0,37	0,38

↓

Untuk Jarak 60 cm (Membelakangi Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	TTBs (dB)	L <sub>1</sub> (dB)		TTBs-L <sub>1</sub> (dB)		Koefisien Absorpsi (α)	
			I	II	I	II	I	II
1	125	102,0	66,0	62,6	36,0	39,5	0,35	0,39
2	250	109,8	76,3	75,9	33,5	33,9	0,30	0,31
3	500	111,0	83,5	83,1	27,5	27,9	0,25	0,25
4	1000	111,8	81,4	81,9	30,4	29,8	0,27	0,27
5	2000	112,8	79,0	74,2	33,8	38,6	0,30	0,34
6	4000	109,5	58,6	57,4	50,9	32,1	0,46	0,48

Keterangan :

TTBs : Tingkat Tekanan Bunyi Sumber (dB)

L<sub>1</sub> : Tingkat tekanan bunyi pantul setelah sampel dipasang (dB)



**Lampiran B.6 Perhitungan Waktu Dengung Sampel**

Jarak 80 cm (Menghadap Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	$V_k$ (m <sup>3</sup> )	$S_{t1}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{t2}$ (m <sup>2</sup> )	Koefisien Absorpsi ( $\alpha$ )		Waktu Dengung (detik)	
					I	II	I	II
1	125	0,09	1,517	1,607	0,33	0,39	0,024	0,019
2	250				0,38	0,41	0,020	0,017
3	500				0,25	0,24	0,034	0,033
4	1000				0,24	0,26	0,035	0,030
5	2000				0,41	0,45	0,018	0,015
6	4000				0,42	0,40	0,018	0,018

Jarak 80 cm (Membelakangi Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	$V_k$ (m <sup>3</sup> )	$S_{t1}$ (m <sup>2</sup> )	$S_{t2}$ (m <sup>2</sup> )	Koefisien Absorpsi ( $\alpha$ )		Waktu Dengung (detik)	
					I	II	I	II
1	125	0,09	1,517	1,607	0,36	0,39	0,021	0,018
2	250				0,40	0,42	0,019	0,017
3	500				0,25	0,26	0,033	0,030
4	1000				0,26	0,29	0,032	0,027
5	2000				0,41	0,45	0,018	0,015
6	4000				0,43	0,45	0,017	0,015

Jarak 60 cm (Menghadap Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	$V_k$ ( $m^3$ )	$S_{t1}$ ( $m^2$ )	$S_{t2}$ ( $m^2$ )	Koefisien Absorpsi ( $\alpha$ )		Waktu Dengung (detik)	
					I	II	I	II
1	125	0,09	1,517	1,607	0,33	0,39	0,024	0,019
2	250				0,29	0,30	0,028	0,025
3	500				0,23	0,26	0,036	0,030
4	1000				0,25	0,28	0,033	0,028
5	2000				0,32	0,33	0,025	0,023
6	4000				0,37	0,38	0,021	0,019

Jarak 60 cm (Membelakangi Sumber)

No	Frekuensi (Hz)	$V_k$ ( $m^3$ )	$S_{t1}$ ( $m^2$ )	$S_{t2}$ ( $m^2$ )	Koefisien Absorpsi ( $\alpha$ )		Waktu Dengung (detik)	
					I	II	I	II
1	125	0,09	1,517	1,607	0,35	0,39	0,022	0,018
2	250				0,30	0,31	0,028	0,024
3	500				0,25	0,25	0,034	0,031
4	1000				0,27	0,27	0,030	0,029
5	2000				0,30	0,34	0,027	0,022
6	4000				0,46	0,48	0,015	0,014

Keterangan :

- $V_k$  : Volume ruang / kotak ( $m^3$ )  
 $S_{t1}$  : Luas permukaan serap sampel A ( $m^2$ )  
 $S_{t2}$  : Luas permukaan serap sampel B ( $m^2$ )

**Lampiran C. 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
Acoustical 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, perunit	0,22	0,18	1,88	2,28	2,16	1,85	7
Udara, pervolume 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 perluas 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 di bawahnya	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 (6 mm) 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, ¼ sampai ½ in (10 sampai 13 mm) di atas ruang udara 2 sampai 4 in (50 sampai 100mm) ruang udara	0,30	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10	2

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