

46493/12
12



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

RSFi

534.2

Ans

P-1

TUGAS AKHIR - SF 091321

**PEMBUATAN ALAT UKUR DAYA ISOLASI
BAHAN**

2012

FERDY ANSARULLAH
NRP.1107 100 009

Dosen Pembimbing
Lila Yuwana, M.Si
Dra. Lea Prasetio, M.Sc

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl Terima	7-2-2012
Terima Dari	H
No Agenda Prp.	-

JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2012



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - SF 091321

**THE CONSTRUCTION OF A SIMPLE SOUND
INSULATIONS APPARATUS MEASUREMENTS**

FERDY ANSARULLAH
NRP.1107 100 009

Advisor Lecturer
Lila Yuwana, M.Si
Dra. Lea Prasetio, M.Sc

PHYSICS DEPARTMENT
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA 2012

PEMBUATAN ALAT UKUR DAYA ISOLASI BAHAN

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Pada Bidang Studi Instrumentasi Program Studi S-1
Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Disusun Oleh :



Ferdy Ansarullah
NRP. 1107 100 009

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAMINSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2012**

PEMBUATAN ALAT UKUR DAYA ISOLASI BAHAN

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Ferdy Ansarullah
NRP. 1107 100 009

Surabaya, Januari 2012

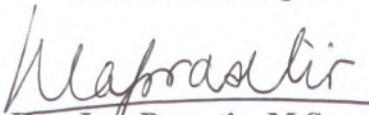
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



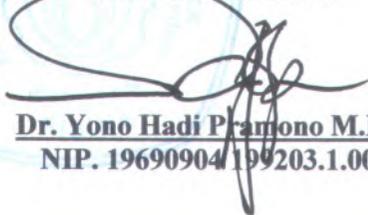
Lila Yuwana, M.Si
NIP. 19750708 200003.1.001

Dosen Pembimbing II



Dra. Lea Prasetio, M.Sc

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Yono Hadi Pramono M.Eng
NIP. 19690904 199203.1.003

PEMBUATAN ALAT UKUR DAYA ISOLASI BAHAN

Nama : Ferdy Ansarullah
NRP : 1107 100 009
Pembimbing : Lila Yuwana, M.Si
Dra. Lea Prasetio, M.Sc

Abstrak

Telah dilakukan pembuatan alat ukur daya isolasi bahan dengan mengacu pada ASTM E2611-09. Pada dasarnya terdapat tabung sumber dan tabung penerima yang berfungsi menerima bunyi yang tembus melalui bahan uji. Bahan uji diletakkan di antara tabung sumber dan tabung penerima. Berdasarkan perbedaan tingkat tekanan bunyi antara kedua tabung, maka dapat diketahui insertion loss dan reduksi bising. Setelah dilakukan pengujian alat ukur dapat diketahui pengaruh bising latar ruang terhadap bising latar dalam tabung sumber dan tabung penerima (Tabel 4.4). Selain itu, pengujian dilakukan untuk mengetahui tingkat kebocoran bunyi pada tabung sumber (Tabel 4.1) dan juga untuk mengetahui sejauh mana tingkat kebocoran tersebut berpengaruh terhadap hasil pengukuran pada tabung sumber dan tabung penerima (Tabel 4.2). Selanjutnya, melalui data hasil pengukuran dapat diketahui jarak efektif pengukuran pada tabung penerima yakni sesuai dengan panjang gelombang pada masing-masing frekuensi (Tabel 4.9).

Kata kunci : *Daya Isolasi, Insertion Loss, Reduksi Bising*

THE CONSTRUCTION OF A SIMPLE SOUND INSULATIONS APPARATUS MEASUREMENTS

Name : Ferdy Ansarullah
NRP : 1107 100 009
Advisor Lecturer : Lila Yuwana, M.Si
Dra. Lea Prasetyo, M.Sc

Abstract

At this final project performed the manufacture of insulating material power measuring instruments with reference to ASTM E2611-09. There are basically a tube source and receiver tube that serves to receive a transmission sound from the the test material. Material test tube is placed between the source and receiver tubes. Based on sound pressure level differences between the two tubes, it is known insertion loss and noise reduction. After doing testing measuring instruments is known effect the background noise the room to the background noise in the receiver tubes and tube sources (Table 4.4). In addition, the tests are made to determine the level of leakage at the tube sound source (Table 4.1) and also to determine the level of the leakage effect on the results of measurements on the receiver tube and tube sources (Table 4.2). Next, from the measurement result data can be known effective distance measurements on the receiver tube that is suitable with the wavelength at each frequency (Table 4.9).

Keywords : *Insulations, Insertion Loss, Noise Reduction*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillahirobbil Alamin, segala puja dan puji saya persembahkan hanya bagi Allah SWT. Tuhan semesta alam, yang Maha Rahmah dan Maha Mengetahui. Shalawat dan salam tetap tercurahkan pada Nabi Muhammad SAW, yang telah membawa kita terlepas dari kebodohan serta para sahabatnya. Terima kasih Ya Allah, atas kemurahanMu sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul :

“PEMBUATAN ALAT UKUR DAYA ISOLASI BAHAN”

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan sebagai sarjana sains di Jurusan Fisika FMIPA ITS. Tugas akhir ini berisi hasil penelitian yang dilakukan penulis yang berhubungan dengan bidang ilmu yang penulis pelajari. Adapun tugas akhir ini merancang dan membuat alat ukur daya isolasi bahan untuk mengetahui daya isolasi sebuah bahan.

Selama pengerjaan tugas akhir ini penulis telah banyak memperoleh bantuan baik moril maupun materiil, baik langsung maupun tidak langsung. Karena itu dengan terselesaikannya laporan tugas akhir ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu, bapak, adik tercinta yang telah memberikan dukungan dan motivasi secara moril dan materiil, serta doa yang tak henti-hentinya.

2. Ibu Dra. Lea Prasetio, M.Sc. selaku dosen pembimbing.
3. Bapak Lila Yuwana, M.Si. selaku dosen pembimbing.
4. Bapak Dr. Yono Hadi Pramono, M.Eng selaku ketua jurusan Fisika FMIPA ITS.
6. Bapak Yoyok Cahyono, M.Si selaku dosen wali.
7. Bapak Gontjang Prajitno, M.Si selaku dosen penguji.
8. Bapak Ir. Didik Basuki selaku dosen penguji.
8. Bapak Eko selaku karyawan laboratorium Akustik.
9. Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Fisika FMIPA ITS.
10. Mbak Iin, mbak Wati, dan mbak Desi, yang telah membantu terlaksananya tugas akhir ini, kawan-kawan angkatan 2007 yang telah membantu, serta teman-teman jurusan fisika yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai tambahan ilmu. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita, terutama bagi seluruh mahasiswa Fisika.

Surabaya, Januari 2012

Ferdy Ansarullah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Standar Pengukuran Daya Isolasi	3
2.2 Besaran-besaran Daya Isolasi	4
2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Daya Isolasi Bahan	8
2.3.1 Berat	9
2.3.2 Ketebalan	10
2.3.3 Kualitas Bahan	10
2.3.4 Elastisitas	10
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tahap-tahap Penelitian	11
3.2 Studi Literatur	12
3.3 Pengenalan Alat	12
3.4 Perancangan dan Pembuatan Tabung Uji	14
3.4.1 Bagian Tabung dan Kawat Penyelidik	14
3.4.2 Bagian Bahan Uji	15

3.4.3 Bagian Pembangkit Bunyi	15
3.4.4 Bagian Penerima Bunyi	15
3.5 Pengambilan Data	15
3.5.1 Metode Standar Pengukuran Daya Isolasi	15
3.5.2 Metode Perhitungan Daya Isolasi	16
3.5.3 Proses Pengambilan Data	17

BAB IV. ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Alat Beserta Ruang yang Dipakai dalam Pengukuran	19
4.1.1 Tabung Sumber	20
4.1.2 Tabung Penerima	22
4.1.3 Bahan Uj	27
4.2 Data Hasil Pengukuran	28
4.3 Perhitungan	34
4.3.1 Insertion Loss	34
4.3.2 Noise Reduction	37
4.4 Pembahasan Hasil Perhitungan	39

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran	44

DAFTAR PUSTAKA

Biodata Penulis

	45
	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem Pengujian Daya Isolasi	4
Gambar 2.2	Transmisi Bunyi Lewat Partisi	5
Gambar 2.3	Kombinasi Gypsum Rockwool	6
Gambar 2.4	Perbedaan Tingkat Tekanan Bunyi di Ruang Penerima Tanpa dan Dengan Partisi	7
Gambar 2.5	Gambaran Bunyi Datang, Diserap, Dipantulkan	9
Gambar 3.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian	11
Gambar 3.2	Skema Rangkaian	13
Gambar 3.3	Bagian-bagian Tabung Uji	14
Gambar 3.4	Skema Pengukuran Insertion Loss	16
Gambar 4.1	Alat Ukur Daya Isolasi Bahan	19
Gambar 4.2	Bagian Luar Tabung Sumber	20
Gambar 4.3	Bagian Dalam Tabung Sumber	20
Gambar 4.4	Loudspeaker	21
Gambar 4.5	Ember Berisi Rockwool	21
Gambar 4.6	Tabung Sumber	22
Gambar 4.7	Bagian Luar Tabung Penerima	22
Gambar 4.8	Bagian Dalam Tabung Penerima	23
Gambar 4.9	Tabung Penerima	24
Gambar 4.10	Bahan Uji 1	27
Gambar 4.11	Bahan Uji 2	27
Gambar 4.12	Skema Alat	28
Gambar 4.13	Gypsum Berisi Rockwool	29
Gambar 4.14	Peletakkan Penyangga serta Bahan Uji	29
Gambar 4.15	Rangkaian Bahan Uji 1	30
Gambar 4.16	Rangkaian Bahan Uji 2	30
Gambar 4.17	Kawat Penyelidik	31
Gambar 4.18	Meteran Pada Tabung Sumber	31
Gambar 4.19	Meteran Pada Tabung Penerima	32



DAFTAR ISI

1	Sistem Pengujian Uji & Isolasi	1
2	(Tinjauan Umum) Uji & Isolasi	2
3	Kombinasi (Sipatun Karkawon)	3
4	Perbedaan (Uji) dan (Tinjauan Umum) di Samping	4
5	Pemeriksaan (Tinjauan) Terhadap (Pemeriksaan)	5
6	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	6
7	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	7
8	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	8
9	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	9
10	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	10
11	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	11
12	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	12
13	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	13
14	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	14
15	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	15
16	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	16
17	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	17
18	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	18
19	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	19
20	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	20
21	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	21
22	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	22
23	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	23
24	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	24
25	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	25
26	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	26
27	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	27
28	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	28
29	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	29
30	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	30
31	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	31
32	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	32
33	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	33
34	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	34
35	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	35
36	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	36
37	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	37
38	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	38
39	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	39
40	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	40
41	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	41
42	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	42
43	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	43
44	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	44
45	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	45
46	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	46
47	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	47
48	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	48
49	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	49
50	(Tinjauan) Terhadap (Tinjauan) Terhadap (Tinjauan)	50



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Kebocoran Tabung Sumber	25
Tabel 4.2	Uji Kekedapan Tabung	25
Tabel 4.3	Penjumlahan Desibel	26
Tabel 4.4	Background Noise	28
Tabel 4.5	Data Hasil Pengukuran IL	32
Tabel 4.6	Data Hasil Pengukuran NR	34
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan IL	36
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan NR	39
Tabel 4.9	Panjang Gelombang	40

DATA TABLE

25	Kilometer Label Number	Label 4.1
26	1/2 Kilometer Label	Label 4.2
27	Perimeter Label	Label 4.3
28	Background Note	Label 4.4
29	Two Hour Perimeter II	Label 4.5
30	Two Hour Perimeter I/II	Label 4.6
31	Kilometer Label	Label 4.7
32	1/2 Kilometer Label	Label 4.8
33	Perimeter Label	Label 4.9

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap permukaan yang terkena gelombang bunyi akan memantulkan, menyerap dan meneruskan energi gelombang bunyi yang datang padanya. Perbedaan besarnya porsi energi bunyi yang dipantulkan dan yang diserap terhadap energi bunyi yang datang akan menentukan sifat material tersebut. Apabila porsi yang diteruskan sedikit maka daya isolasi bahan tersebut tinggi begitu pula sebaliknya apabila porsi yang diteruskan banyak maka daya isolasi bahan tersebut rendah. Daya isolasi sebuah bahan sangat penting untuk diketahui.

Kebisingan yang merupakan bunyi yang tidak diinginkan dapat mengganggu kegiatan sehari-hari. Sebagai contoh, studio musik yang berada di dekat sekolah atau bahkan di dalam sekolah dapat mengganggu aktifitas belajar mengajar. Oleh karena itu, untuk membuat sebuah ruangan agar tidak terpengaruh bising dari luar ataupun agar bunyi dari dalam ruang tidak dapat keluar maka dibutuhkan dinding dengan bahan daya isolasi tinggi.

Daya isolasi sebuah bahan dapat diketahui melalui *Sound Transmission Loss*, karena itu dilakukan pengukuran *Sound Transmission Loss*. ISO 140 menggunakan metode dua buah ruang yakni ruang sumber dan ruang penerima untuk mengukur *Transmission Loss* (TL). Pengujian bahan isolasi dengan mengacu pada ISO 140 membutuhkan ruangan yang cukup luas dengan biaya yang mahal. Karena itu, pada tugas akhir ini penulis merancang dan membuat alat ukur daya isolasi bahan sederhana guna mengetahui seberapa besar daya isolasi sebuah bahan.

1.2 Permasalahan

Permasalahan dalam tugas akhir ini adalah bagaimana membuat alat ukur daya isolasi bahan bata dan menjaga agar bunyi tidak bocor keluar atau masuk ke dalam alat.

1.3 Batasan Masalah

Dalam pembuatan alat ukur ini diberikan beberapa batasan, antara lain :

- ♦ bahan uji adalah berupa bata,
- ♦ frekuensi uji meliputi frekuensi pita oktaf 250, 500, 1000, dan 2000 Hz.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat alat ukur daya isolasi bahan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan mampu menunjang laboratorium akustik Fisika MIPA ITS dalam pengadaan alat ukur yang berkaitan dengan daya isolasi bahan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Kebisingan merupakan bunyi yang tidak diinginkan karena dapat mengganggu kesehatan misalnya menurunkan kemampuan organ pendengaran. Oleh karena itu perlu dihindarkan misalnya dengan mengisolasinya dan membuatnya muncul seminimal mungkin.

2.1 Standar Pengukuran Daya Isolasi

Di dalam sebuah bangunan, transmisi bunyi dapat terjadi pada semua elemen bangunan misalnya bahan lantai bertingkat, dinding ruang, bahan bukaan (pintu dan jendela), maupun langit-langit. Setiap bahan pada elemen bangunan memiliki daya isolasi yang berbeda-beda. Untuk mengetahui daya isolasi masing-masing bahan tersebut maka sebaiknya dilakukan pengukuran yang mengacu pada standar yang telah ditetapkan.

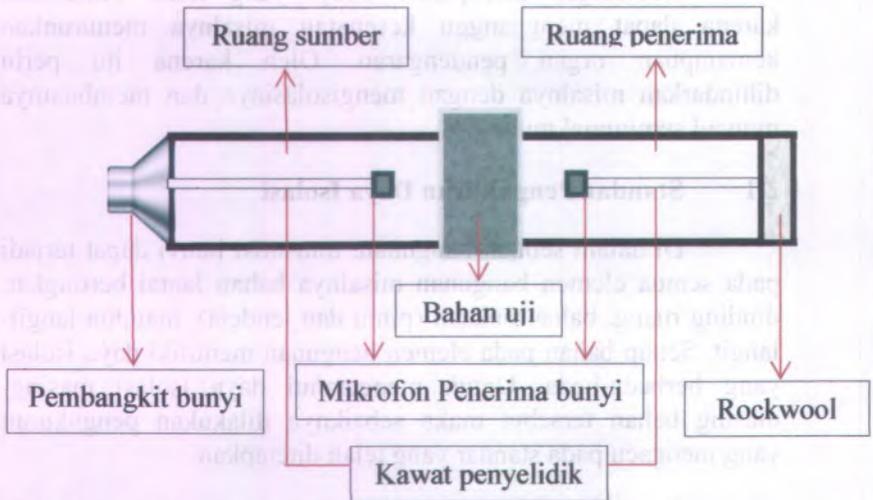
Pengukuran standar untuk mengetahui daya isolasi bahan sangat banyak, diantaranya adalah ASTM E-90, ASTM E 1050, ISO DIS 140-1, ISO 354 dan lainnya. Pada ISO 140, pengukuran melibatkan dua buah ruang sumber dan penerima. Pengukuran dengan ISO 140 membutuhkan ruang yang cukup luas dengan biaya yang mahal. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini dilakukan pembuatan alat ukur daya isolasi bahan sederhana dengan metode tabung uji yang mengacu pada ASTM E2611-09.

Prinsip dari metode ASTM E2611-09 ini yakni, terdapat dua buah tabung kemudian pada salah satu ujung tabung diletakkan sumber bunyi. Diantara kedua buah tabung tersebut diletakkan bahan yang hendak diuji daya isolasinya. Pada saat proses pengukuran, bunyi dibangkitkan melalui *loudspeaker* dan dapat diketahui tingkat tekanan bunyi di dalam kedua buah tabung melalui mikrofon yang terletak di dalam tabung. Melalui perbedaan tingkat tekanan bunyi pada ruang sumber dan ruang



penerima, maka dapat diketahui besarnya reduksi bising melalui persamaan 2.4.

Secara sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut :

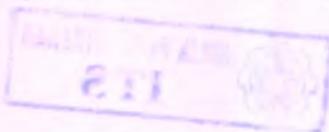


Gambar 2.1 Sistem pengujian daya isolasi

Pada tugas akhir ini digunakan metode ATSM E2611-09 karena penerapan metode tersebut tidak memakan biaya yang terlampau mahal dan juga cukup praktis digunakan sebagai alat ukur daya isolasi.

2.2 Besaran-besaran Daya Isolasi

Faktor yang dinilai pada karakteristik suatu bahan akustik adalah nilai *transmission loss* (TL) material akustik, yaitu kemampuan bahan untuk tidak meneruskan bunyi atau mengisolasi bunyi dari suatu ruang sumber bunyi ke ruang penerima di sebelahnya. Oleh karena itu, untuk dapat mengisolasi bunyi dibutuhkan bahan yang memiliki *transmission loss* (TL) tinggi. Jumlah energi yang ditransmisikan dikaitkan dengan

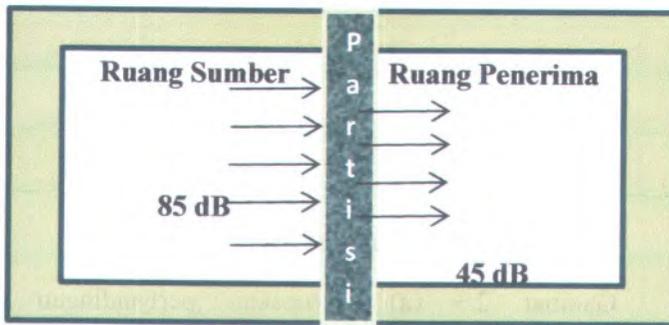


energi datang dan digambarkan oleh besaran koefisien transmisi τ yang didefinisikan sebagai:

$$\tau = \frac{\text{energi bunyi yang ditransmisikan}}{\text{energi bunyi yang datang}} \quad 2.1$$

Besarnya koefisien transmisi (τ) berkisar antara 0 dan 1. Sebagai contoh, bahan dengan $\tau = 0,2$ akan mentransmisikan 20 % energi bunyi yang datang padanya. Jika $\tau = 0$ berarti tidak ada energi yang ditransmisikan dan sebaliknya $\tau = 1$ berarti seluruh energi bunyi yang datang padanya akan ditransmisikan.

Transmission Loss (TL) atau rugi transmisi bunyi menyatakan besarnya energi yang hilang karena gelombang bunyi melewati suatu partisi (Hemond, 1983) seperti ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Transmisi bunyi lewat partisi

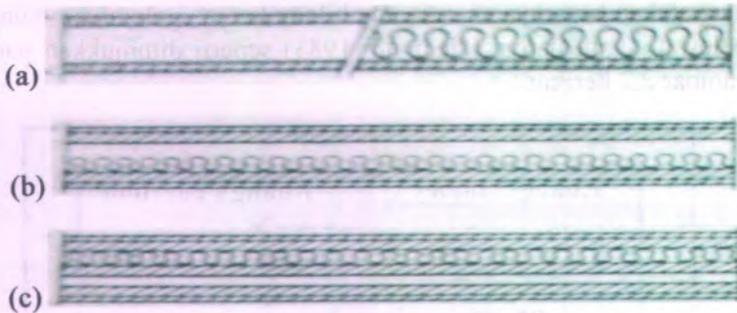
Pada Gambar 2.2 terlihat terjadinya pengurangan tingkat tekanan bunyi dari 85 dB menjadi 45 dB. Pengurangan ini terjadi karena bahan partisi mengubah energi bunyi menjadi bentuk energi lainnya. Dengan adanya proses perubahan tersebut, maka yang tersaring dan keluar menjadi energi bunyi lagi hanya sebagian saja.

Secara sederhana *transmission loss* (TL) dinyatakan dalam decibel. Hubungan antara koefisien transmisi dengan *transmission loss* (TL) dapat dituliskan dalam persamaan :

$$TL = 10 \log \frac{1}{\tau} \text{ dB} \quad 2.2$$

dengan : τ = koefisien transmisi

Berikut dicantumkan daftar rugi transmisi TL bahan yang digunakan dalam pembuatan alat ukur daya isolasi pada tugas akhir ini seperti pada Gambar 2.3 sebagai berikut :

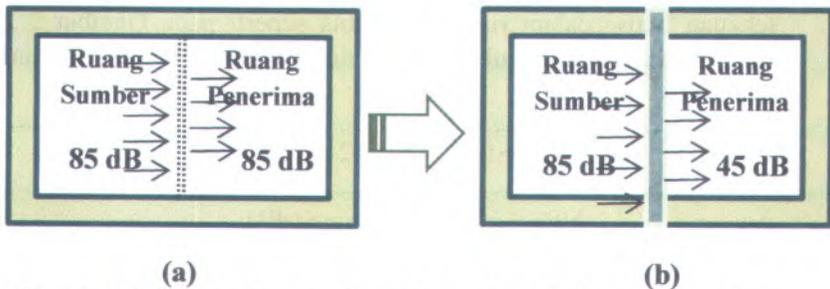


Gambar 2.3 Kombinasi *Gypsum* *Rockwool*

Gambar 2.3 (a) merupakan perbandingan antara kombinasi 2 buah *gypsum* (1 cm) dengan rongga ditengahnya tanpa dan dengan *rockwool* menghasilkan TL sebesar 29 dan 44 dB. Gambar 2.3 (b) merupakan kombinasi 4 lapis *gypsum* dengan rongga ditengahnya berisi *rockwool* menghasilkan TL sebesar 54 dB. Dan gambar 2.3 (c) Kombinasi 4 lapis *gypsum* dengan rongga ditengahnya terdapat *gypsum* dan *rockwool* menghasilkan TL 56 dB. *Gypsum* pada dasarnya cocok digunakan sebagai bahan isolasi karena koefisien absorpsinya sebesar 0,29 dapat dikatakan bersifat pemantul. Bahan *rockwool* memiliki sifat menyerap berdasarkan koefisien absorpsinya yang mencapai 0,9, sehingga

dapat dikatakan kombinasi *gypsum rockwool* baik digunakan sebagai bahan pembuatan alat.

Besaran lain yang juga sering digunakan untuk menyatakan daya isolasi bahan adalah *Insertion Loss*, yang dapat diilustrasikan melalui Gambar 2.4 berikut :



Gambar 2.4 Perbedaan tingkat tekanan bunyi di ruang penerima tanpa (a) dan dengan partisi (b)

Terlihat pada Gambar 2.4 terdapat dua keadaan ruang. Pada Gambar 2.4 (a) tidak diberi partisi, sedangkan pada Gambar 2.4 (b) diberi partisi. Pada saat sumber bunyi dinyalakan terlihat perbedaan tingkat tekanan bunyi di ruang penerima. Di ruang penerima Gambar (a) dan (b) yang awal mulanya 85 dB menjadi 45 dB setelah diberi partisi. Hal ini terjadi karena adanya partisi. Selanjutnya, ditentukan *Insertion Loss* sebagai :

$$IL = SPL A - SPL B \quad 2.3$$

dengan :

- IL = *Insertion Loss* (dB)
- SPL A = tingkat tekanan bunyi di ruang penerima tanpa partisi
- SPL B = tingkat tekanan bunyi di ruang penerima dengan partisi

Secara sederhana dapat dikatakan, *Insertion Loss* adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan seberapa baik sebuah partisi mengurangi kebisingan bunyi.

Besaran berikutnya yang juga digunakan untuk menyatakan daya isolasi bahan adalah reduksi bising (*Noise Reduction*). Reduksi bising terjadi antara ruang sumber bunyi dengan ruang penerima bunyi. Reduksi bising merupakan selisih tingkat tekanan bunyi dalam ruang sumber bunyi dengan tingkat tekanan bunyi dalam ruang penerima seperti pada Gambar 2.2. Secara matematis reduksi bising dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$NR = SPL 1 - SPL 2 \quad 2.4$$

dengan :

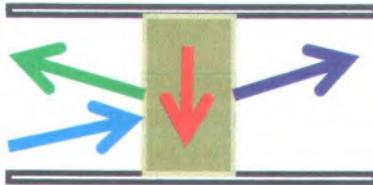
- NR = reduksi bising (dB)
- SPL1 = tingkat tekanan bunyi dalam ruang sumber (dB)
- SPL2 = tingkat tekanan bunyi dalam ruang penerima (dB)

2.3 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Daya Isolasi Bahan

Ketika gelombang bunyi yang merambat di udara mengenai atau menumbuk permukaan sebuah bahan, maka sebagian energi yang dibawa gelombang bunyi tersebut akan diteruskan dan sebagian energi gelombang bunyi tersebut mengalami pemantulan, pembelokan, penghamburan maupun penyerapan.

Energi gelombang bunyi yang diserap oleh partisi sebagian akan diubah menjadi energi panas (gelombang bunyi menggetarkan partikel udara yang terperangkap dalam pori-pori bahan). Bila sebagian energi gelombang bunyi diubah menjadi energi kinetik, maka akan terjadi getaran pada partisi yang bersangkutan, dan hal ini akan menjadi sumber bunyi baru.

Kejadian tersebut digambarkan melalui gambar 2.5 berikut :



Gambar 2.5 Gambaran bunyi datang, dipantulkan, diserap, dan diteruskan

Pada Gambar 2.5 terlihat Gelombang bunyi datang (garis berwarna biru) mengenai permukaan bahan. Ketika gelombang bunyi mengenai permukaan bahan maka akan terjadi beberapa perlakuan terhadap gelombang bunyi tersebut. Perlakuan-perlakuan terhadap gelombang bunyi tersebut adalah dipantulkan (garis berwarna hijau), diserap (garis berwarna merah), dan dapat juga diteruskan (garis berwarna ungu). Setiap perlakuan tersebut akan sangat mempengaruhi daya isolasi sebuah bahan.

Setiap bahan memiliki daya isolasi yang berbeda-beda. Berikut beberapa faktor yang mempengaruhi daya isolasi sebuah bahan.

2.3.1 Berat

Objek yang terbuat dari *material* yang berat akan menjadi *insulator* yang lebih baik dibandingkan dengan objek yang terbuat dari *material* ringan. Apabila gelombang bunyi menumbuk suatu permukaan maka gelombang bunyi akan menggetarkan permukaan tersebut. Semakin ringan masa sebuah bahan yang terkena gelombang bunyi, maka akan semakin mudah bagi gelombang bunyi untuk menggetarkan permukaan bahan tersebut. Dan sebaliknya, semakin besar masa sebuah bahan yang terkena gelombang bunyi, maka akan semakin kecil getaran yang

disebabkan oleh gelombang bunyi sehingga semakin kecil pula kemungkinan gelombang bunyi yang diteruskan.

2.3.2 Ketebalan

Ketebalan akan berpengaruh pada daya isolasi sebuah bahan. Semakin tebal permukaan sebuah bahan, semakin kecil kemungkinan gelombang bunyi untuk diteruskan. Oleh karena itu, semakin tebal permukaan sebuah bahan, maka akan semakin meningkatkan kinerja bahan tersebut untuk mengisolasi bunyi.

2.3.3 Kualitas Bahan

Objek yang terbuat dari bahan dengan kualitas yang baik akan memberikan daya isolasi yang lebih baik. Kualitas bahan bergantung pada kerapatan bahan (dalam artian tidak ada banyak pori-pori atau retak) serta keseragaman bahan di setiap permukaan.

Keutuhan sebuah bahan akan sangat mempengaruhi daya isolasi sebuah bahan. Jika terdapat cacat berupa celah / lubang pada bahan tersebut maka dengan mudah bunyi melewati bahan tersebut sehingga mengurangi kemampuan bahan untuk mengisolasi bunyi.

2.3.4 Elastisitas

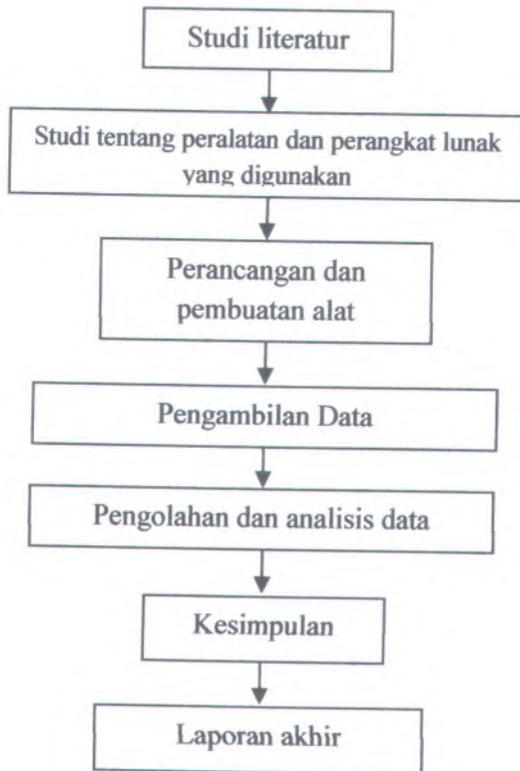
Elastisitas merupakan sifat kecenderungan sebuah benda untuk kembali ke bentuk awal dari perubahan bentuk yang terjadi setelah gaya yang bekerja pada benda tersebut hilang. Bahan yang memiliki elastisitas tinggi akan menjadi *insulator* yang lebih baik dibandingkan dengan material yang kaku karena elastisitas akan mengurangi timbulnya resonansi.

BAB III

METODOLOGI

3.1 Tahap – tahap Penelitian

Pada tugas akhir ini akan dilakukan pembuatan alat ukur daya isolasi bahan. Adapun tahapan penelitian dalam tugas akhir ini ditampilkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan guna mendukung proses pembuatan tugas akhir. Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan dasar teori yang berkaitan dengan tugas akhir sehingga dapat menjadi acuan dalam melakukan analisis serta pembahasan. Literatur yang digunakan meliputi buku teks, jurnal ilmiah, serta artikel di internet.

3.3 Pengenalan Alat

Tahap ini bertujuan untuk membahas fungsi dan karakteristik peralatan yang digunakan dalam penelitian. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua macam yakni perangkat lunak dan perangkat keras, antara lain :

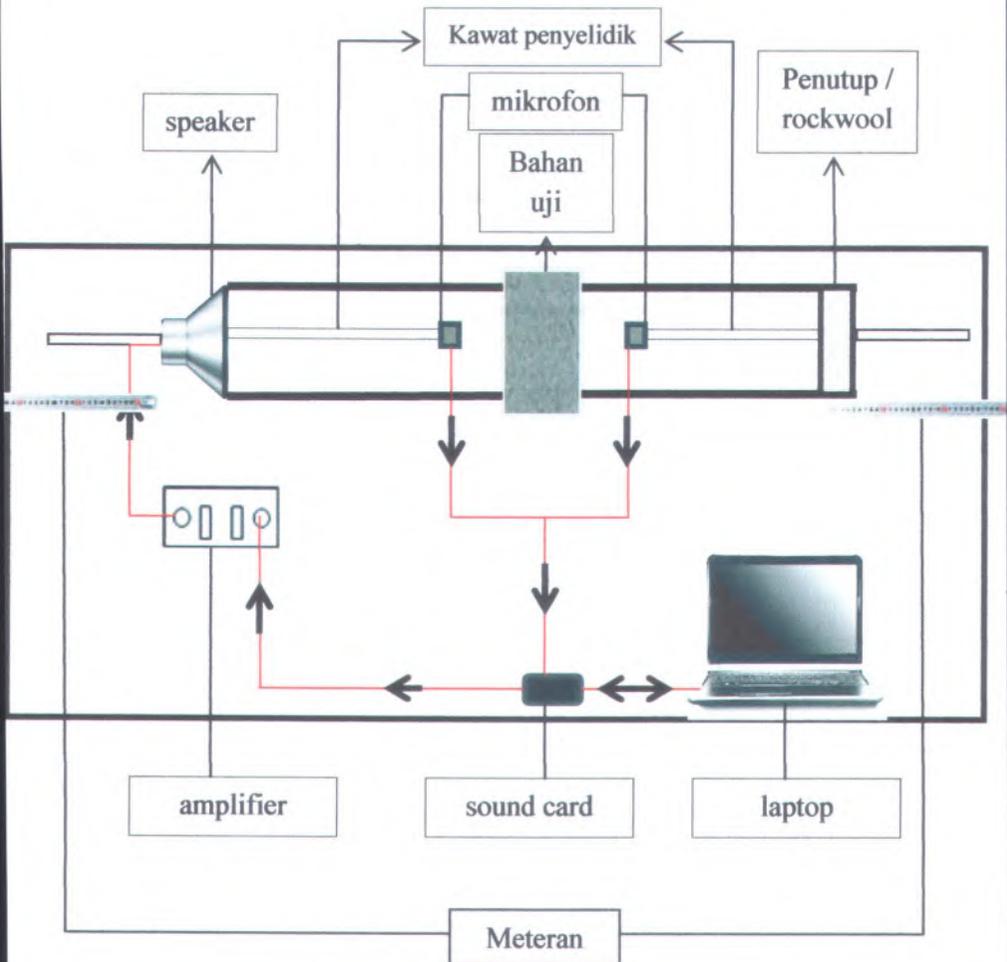
♦ Perangkat Lunak

Yoshimasa Electronic yang didalamnya terdapat aplikasi *Realtime Analyzer* yang berfungsi sebagai *signal generator* dan *FFT analyzer*. *Signal generator* berfungsi sebagai pembangkit bunyi sedangkan *FFT analyzer* berfungsi sebagai pengolah data.

♦ Perangkat Keras

- i. Laptop : sebagai generator sumber bunyi dan pengolah bunyi yang diterima.
- ii. Amplifier : berfungsi sebagai penguat bunyi yang dikeluarkan dari PC sebelum masuk ke speaker.
- iii. Speaker : berfungsi mengeluarkan bunyi yang berasal dari PC setelah dikuatkan oleh amplifier. Speaker ini yang nanti disebut sebagai sumber bunyi.
- iv. Mikروفon *Sound Level Meter (SLM)*: berfungsi untuk menangkap bunyi yang kemudian diolah perangkat lunak pada PC.
- v. Tabung Uji : berupa pipa paralon yang dirancang sedemikian rupa guna mengukur daya isolasi bahan.
- vi. Kawat Penyelidik dan meteran : digunakan untuk mengatur jarak mikروفon dengan bahan uji.

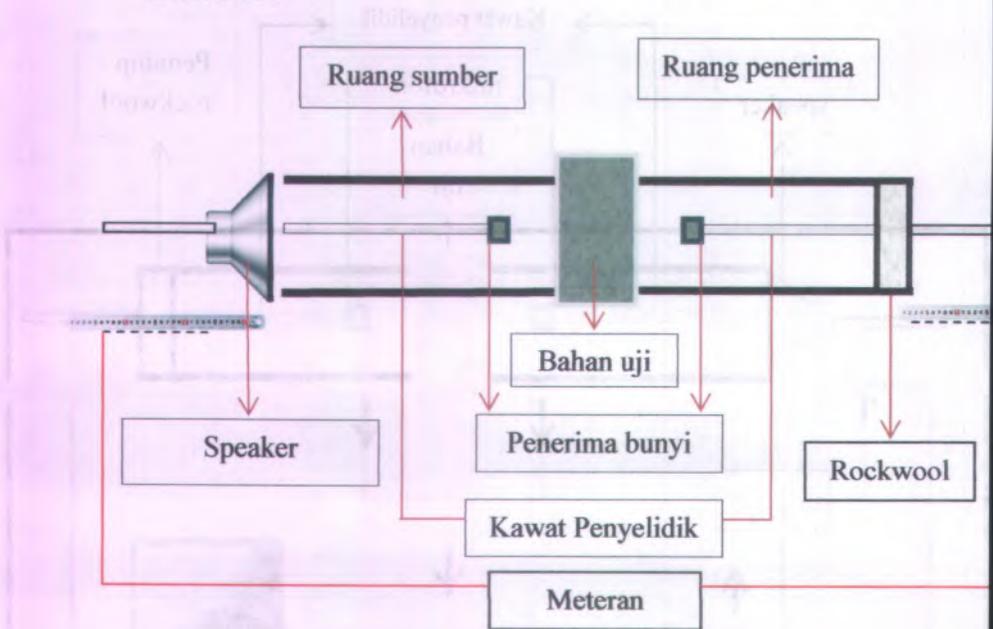
Untuk mengukur daya isolasi bahan, maka perangkat keras yang telah disebutkan di atas dirangkai seperti gambar 3.2 sebagai berikut :



Gambar 3.2 Skema Rangkaian

3.4 Perancangan dan Pembuatan Tabung Uji

Tabung uji yang digunakan pada metode ini terbagi atas beberapa bagian, yaitu tabung, kawat penyelidik, bahan uji, pembangkit bunyi, dan penerima bunyi seperti pada Gambar 3.3 berikut ini :



Gambar 3.3 Bagian-bagian Tabung Uji

3.4.1 Bagian Tabung dan Kawat Penyelidik

Tabung berupa pipa berdiameter 15,5 cm dengan panjang tabung sumber (kiri) dan penerima (kanan) masing-masing 120 cm. Kawat penyelidik dipasang tepat pada bagian poros tabung seperti pada Gambar 3.3 di atas.

3.4.2 Bagian Bahan Uji

Bahan uji berbentuk balok yakni berupa bata. Pemasangan bahan uji pada tabung harus benar-benar rapat untuk menghindari bocornya bunyi keluar tabung.

3.4.3 Bagian Pembangkit Bunyi

Bagian pembangkit bunyi yakni berupa *loudspeaker*. Pada bagian ini, *loudspeaker* diletakkan pada ujung tabung sumber. *Loudspeaker* harus ditutup rapat sampai bunyi yang dikeluarkan tidak bocor keluar.

3.4.4 Bagian Penerima Bunyi

Bagian penerima bunyi yakni berupa mikrofon yang diletakkan pada ujung kawat penyelidik. Bagian penerima bunyi ini terdapat pada tabung sumber dan juga tabung penerima. Jarak mikrofon dengan bahan uji dapat diukur dengan menggeser kawat penyelidik sesuai pada meteran.

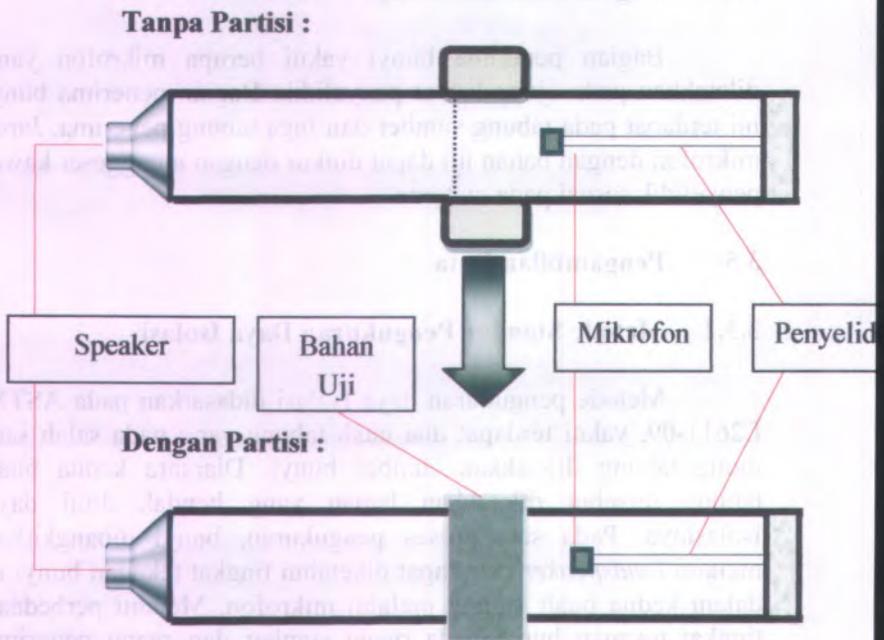
3.5 Pengambilan Data

3.5.1 Metode Standar Pengukuran Daya Isolasi

Metode pengukuran daya isolasi didasarkan pada ASTM E2611-09, yakni terdapat dua buah tabung yang pada salah satu ujung tabung diletakkan sumber bunyi. Diantara kedua buah tabung tersebut diletakkan bahan yang hendak diuji daya isolasinya. Pada saat proses pengukuran, bunyi dibangkitkan melalui *loudspeaker* dan dapat diketahui tingkat tekanan bunyi di dalam kedua buah tabung melalui mikrofon. Melalui perbedaan tingkat tekanan bunyi pada ruang sumber dan ruang penerima dengan atau tanpa partisi, maka dapat diketahui besarnya *Insertion Loss* dan reduksi bising melalui persamaan 2.3 dan 2.4.

3.5.2 Metode Perhitungan Daya Isolasi

Pada tugas akhir ini, dilakukan perhitungan daya isolasi sebuah bahan melalui *Insertion Loss* dan juga reduksi bising. Skema alat untuk pengujian *Insertion Loss* sedikit berbeda dengan pengujian reduksi bising. Pengujian reduksi bising dilakukan dengan mengukur tingkat tekanan bunyi pada tabung sumber dan juga penerima. Sedangkan pengujian *Insertion Loss* dilakukan dengan mengukur tingkat tekanan bunyi hanya pada tabung penerima saat tanpa partisi dan setelah diberi partisi. Dalam hal ini, partisi yang dimaksud adalah bahan uji. Skema pengujian reduksi bising dapat dilihat pada Gambar 3.3 sedangkan skema pengujian *Insertion Loss* pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Skema Pengukuran *Insertion Loss*

Insertion loss dan juga reduksi bising dapat diketahui melalui persamaan 2.3 dan persamaan 2.4 berikut :

$$IL = SPL A - SPL B \quad 2.3$$

dengan :
 IL = *Insertion Loss* (dB)
 SPLA = SPL rata-rata di ruang penerima tanpa partisi (dB)
 SPLB = SPL rata-rata di ruang penerima dengan (dB)

$$NR = SPL 1 - SPL 2 \quad 2.4$$

dengan :
 NR = *Noise Reduction* (dB)
 SPL1 = SPL rata-rata dalam ruang sumber (dB)
 SPL2 = SPL rata-rata dalam ruang penerima (dB)

3.5.3 Proses Pengambilan Data

Metode pengukuran yang dilakukan didasarkan pada ASTM E2611-09. Adapun langkah-langkah yang dilakukan antara lain :

1. Menyiapkan alat dan bahan serta merangkainya sesuai dengan skema rangkaian seperti pada Gambar 3.3 dan 3.4.
2. Mengkalibrasi mikrofon SLM dengan menggunakan kalibrator Rion. Kalibrasi dilakukan dengan cara memasang kalibrator Rion pada mikrofon, kemudian level bunyi yang terbaca pada *Yoshimasa Electronic* disamakan sesuai yang tertera pada kalibrator Rion yaitu 113,9 dB untuk frekuensi 250 Hz. Caranya adalah dengan memilih tombol *calibration* yang terdapat pada program *FFT Analyzer* dari *Yoshimasa Electronic*. Selanjutnya

input levelnya diatur agar menunjukkan nilai 113,9 dB pada frekuensi 250 Hz.

3. Menguji bahan isolasi dengan frekuensi uji meliputi frekuensi pita oktaf 250, 500, 1000, dan 2000 Hz. Pengukuran tingkat tekanan bunyi dilakukan setiap perubahan jarak 1 cm dari bahan mulai 0 hingga 120 cm.
4. Menghitung *Insertion Loss* dan juga reduksi bising melalui persamaan 2.3 dan 2.4.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan tahap-tahap penelitian sesuai dengan bagan diagram alir pada BAB III maka didapatkan data-data sebagai berikut.

4.1 Deskripsi Alat Beserta Ruangan yang Dipakai dalam Pengukuran

Tabung uji yang digunakan terbuat dari pipa paralon dengan diameter 15,5 cm, dengan panjang pipa sumber 120 cm dan pipa penerima 120 cm seperti pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Alat Ukur Daya Isolasi Bahan

4.1.1 Tabung Sumber

Bagian tabung sumber merupakan tempat di mana sumber bunyi diletakkan. Sepanjang permukaan luar tabung sumber dibalut oleh *gypsum* kemudian ditutup dengan triplek. Pelapisan tersebut dimaksudkan agar bunyi dari luar tidak masuk ke dalam pipa dan sebaliknya bunyi dari dalam pipa tidak bocor keluar seperti pada Gambar 4.2 berikut :



Gambar 4.2 Bagian Luar Tabung Sumber

Data yang diperoleh pada tabung sumber yakni berupa SPL yang ditangkap oleh mikrofon. Mikrofon diletakkan tepat pada bagian poros tengah tabung dengan disangga menggunakan kawat penyelidik seperti yang terlihat pada Gambar 4.3 berikut :



Gambar 4.3 Bagian Dalam Tabung Sumber

Sumber bunyi yang digunakan yakni berupa *loudspeaker*. *Loudspeaker* diletakkan pada bagian ujung pipa sumber. *Loudspeaker* memiliki daya maksimum 100 watt dengan hambatan 8 ohm seperti terlihat pada Gambar 4.4 berikut :



Gambar 4.4 Loudspeaker

Kemudian, pada bagian ujung *loudspeaker* ditutup menggunakan ember berisi *rockwool* (Gambar 4.5) selanjutnya ditutup menggunakan papan *gypsum* dengan tebal 1 cm (Gambar 4.6).



Gambar 4.5 Ember berisi Rockwool

Hal ini dimaksudkan agar bunyi yang dihasilkan *loudspeaker* tidak bocor melalui bagian belakangnya sehingga dapat mempengaruhi level bunyi di pipa penerima.



Gambar 4.6 Tabung Sumber

4.1.2 Tabung Penerima

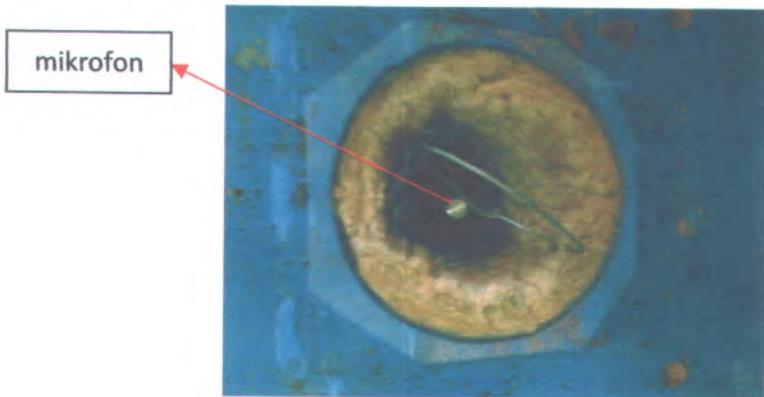
Bagian tabung penerima yang terbuat dari pipa paralon di sepanjang permukaannya dilapisi *rockwool* dengan tebal 3 cm kemudian ditutup menggunakan papan *gypsum* dengan tebal 1 cm di sepanjang permukaannya. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh bising dari luar masuk ke dalam pipa penerima. Seperti terlihat pada Gambar 4.7 berikut :



Gambar 4.7 Bagian Luar Tabung Penerima

Pada bagian dalam tabung penerima juga dilapisi *rockwool* dengan tebal 3 cm di sepanjang permukaannya. Pelapisan *rockwool* pada bagian dalam pipa penerima dimaksudkan agar bunyi yang tertangkap oleh SLM murni bunyi yang tembus melalui bahan uji dan bukan bunyi pantulan dari permukaan pipa.

Data yang diperoleh pada tabung penerima yakni berupa SPL yang ditangkap oleh mikrofon. Mikrofon diletakkan tepat pada bagian poros tengah tabung. Peletakkan mikrofon dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut :



Gambar 4.8 Bagian Dalam Tabung Penerima

Ujung tabung penerima ditutup dengan sebuah ember yang berisi *rockwool* (Gambar 4.5), dimaksudkan agar bunyi yang diteruskan melalui bahan uji saat mencapai ujung tabung sepenuhnya terserap dan tidak dipantulkan kembali menuju mikrofon seperti terlihat pada Gambar 4.9 berikut :



Gambar 4.9 Tabung Penerima

Setelah pembuatan serta perancangan tabung sumber dan juga tabung penerima selesai dilakukan, maka tabung sumber dirangkai menjadi satu dengan tabung penerima. Hasilnya dapat dilihat seperti pada Gambar 4.1.

Untuk mengetahui kualitas alat ukur maka dilakukan uji kekedapan pada tabung untuk mengetahui seberapa besar bising latar ruang mempengaruhi bagian dalam tabung (hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2). Selain itu juga dilakukan pengujian untuk mengetahui seberapa besar bunyi dari dalam tabung sumber yang bocor keluar tabung. Kemudian didapatkan hasil, ketika dibangkitkan bunyi dari dalam tabung sumber sebesar 100 dB pada frekuensi 500 Hz, ternyata didapatkan tingkat tekanan bunyi yang bocor keluar tabung ± 75 dB. Sehingga dapat dikatakan masih terjadi kebocoran. Hasilnya selengkapnya seperti tercantum pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Kebocoran Tabung Sumber

Frekuensi (Hz)	SPL di dalam Tabung (dB)	SPL di luar Tabung (dB)
250	100	$83 \pm 0,3$
500		$75 \pm 0,2$
1000		$69 \pm 0,4$
2000		$69 \pm 0,3$

Kemudian berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 4.1 di atas dilakukan uji kekedapan pada tabung sumber dan juga tabung penerima. Caranya yakni, membangkitkan bunyi dengan tingkat tekanan bunyi sesuai kebocoran pada masing-masing frekuensi. Hal ini ditujukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kebocoran pada tabung sumber terhadap data hasil pengukuran pada tabung sumber itu sendiri dan juga pada tabung penerima. Setelah dibangkitkan bunyi pada bagian luar tabung sesuai dengan tingkat tekanan bunyi yang bocor, didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2 Uji Kededapan Tabung

Frekuensi (Hz)	SPL di luar Tabung (dB)	SPL di dalam Tabung (dB)	
		Sumber	Penerima
250	$83 \pm 0,3$	$76 \pm 0,3$	$66 \pm 0,2$
500	$75 \pm 0,2$	$53 \pm 0,5$	$59 \pm 0,2$
1000	$69 \pm 0,4$	$49 \pm 0,2$	$42 \pm 0,1$
2000	$69 \pm 0,3$	$41 \pm 0,2$	$46 \pm 0,1$

Berdasarkan hasil uji kekedapan pada tabel 4.2 di atas, maka dapat diketahui bahwa kebocoran bunyi pada tabung sumber sebesar decibel yang tersebut di atas ternyata berpengaruh terhadap bising latar di dalam tabung sumber namun tidak

berpengaruh pada tabung sumber saat sumber bunyi telah dibangkitkan ± 100 dB. Hal ini dikarenakan berdasarkan teori akustik (Tabel 4.3), selisih SPL lebih dari 10 dB tidak menyebabkan terjadinya penumpukan bunyi, terlebih bunyi yang dibangkitkan pada tabung sumber yakni mencapai level 100 dB.

Kemudian akan ditinjau kondisi pada tabung penerima. Kebocoran yang terjadi ternyata mempengaruhi bising latar pada tabung penerima (jika dibandingkan hasil antara Tabel 4.2 dengan Tabel 4.4). Sedangkan jika dibandingkan hasil antara Tabel 4.2 di atas dengan hasil pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa kebocoran yang terjadi dapat berpengaruh disejumlah titik pengukuran pada tabung penerima.

Berdasarkan hasil uji tersebut, maka pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan perancangan ulang untuk menanggulangi kebocoran pada tabung sumber sehingga tidak mempengaruhi level bunyi pada tabung penerima. Dan yang tak kalah penting yakni, perancangan ulang terhadap tabung penerima agar lebih kedap terhadap pengaruh bising dari luar sehingga didapatkan hasil pengukuran yang akurat.

Tabel 4.3 Penjumlahan Desibel

Selisih antara 2 SPL (dB)	Penambahan Desibel yang terjadi pada SPL yang lebih tinggi (dB)
0 - 1	3
2 - 3	2
4 - 9	1
≥ 10	0

4.1.3 Bahan Uji

Bahan uji 1 berupa bata ringan dengan ukuran 20 x 8 x 10 cm dengan massa 1000 gr, seperti yang terlihat pada Gambar 4.10 berikut :



Gambar 4.10 Bahan Uji 1

Bahan uji 2 berupa bata merah dengan ukuran 20 x 4 x 10 cm dengan massa 1180 gr, seperti yang terlihat pada Gambar 4.11 berikut :



Gambar 4.11 Bahan Uji 2

4.2 Data Hasil Pengukuran

Pengambilan data dilakukan di laboratorium akustik Jurusan Fisika FMIPA ITS dengan dilakukan terlebih dahulu pengukuran *background noise* dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 *Background Noise*

Frekuensi (Hz)	Ruangan (dB)	Tabung Sumber (dB)	Tabung Penerima (dB)
250	47-50	44-46	43-46
500	45-48	40-43	40-43
1000	43-45	40-41	39-42
2000	41-43	40-42	39-42

Berikut ini disertakan foto skema rangkaian seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12 :



Gambar 4.12 Skema Alat

Bahan uji yang digunakan berupa bata berbentuk kotak, sedangkan penampang tabung berbentuk lingkaran sehingga perlu dilakukan pembuatan penyangga yang memiliki daya isolasi lebih besar dari pada bahan uji itu sendiri. Hal ini dimaksudkan agar bunyi tidak ditransmisikan melalui penyangga melainkan ditransmisikan melalui bahan uji. Penyangga yang digunakan yakni berupa papan gypsum lapis 4 dengan terdapat rongga di tengahnya kemudian diisi *rockwool*. Berikut penyangga yang dimaksudkan seperti pada Gambar 4.13 :

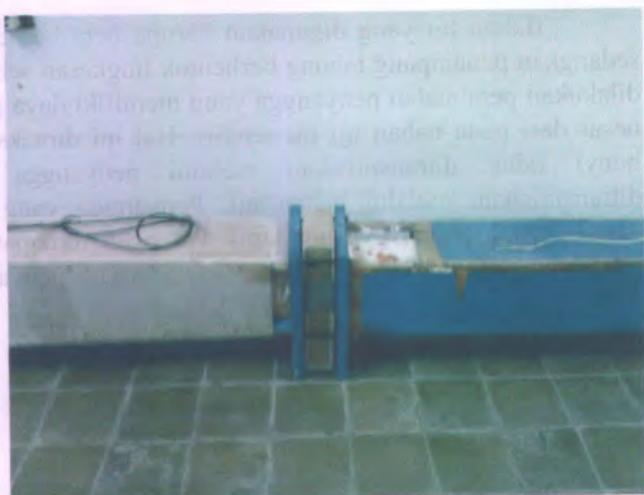


Gambar 4.13 Gypsum berisi Rockwool

Sehingga peletakan penyangga serta bahan uji dapat dilihat melalui Gambar 4.14 dan pada rangkaian alat ukur dapat dilihat seperti pada Gambar 4.15 dan 4.16 berikut :



Gambar 4.14 Peletakkan Penyangga serta Bahan Uji



Gambar 4.15 Rangkaian Bahan Uji 1



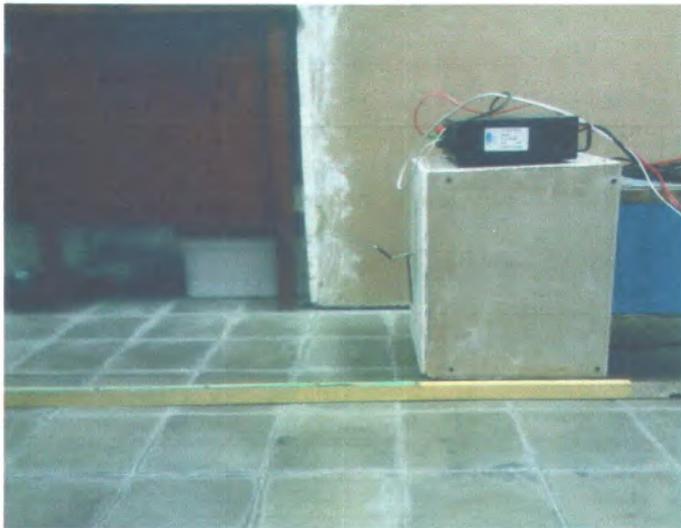
Gambar 4.16 Rangkaian Bahan Uji 2

Pengukuran tingkat tekanan bunyi dilakukan setiap perubahan jarak 10 cm dari bahan mulai 0 hingga 120 cm. Perubahan jarak

dapat dilakukan dengan menggeser kawat penyelidik disesuaikan dengan meteran (Gambar 4.18 dan 4.19).



Gambar 4.17 Kawat Penyelidik



Gambar 4.18 Meteran pada Tabung Sumber



Gambar 4.19 Meteran pada Tabung Penerima

Setelah dilakukan pengukuran pada bahan 1 dan bahan 2 dengan variasi jarak (S) 0 hingga 120 cm dari bahan, maka didapatkan data pengujian *Insertion Loss* (Tabel 4.5) dan reduksi bising (Tabel 4.6) juga berupa tingkat tekanan bunyi pada tabung sumber dan juga tabung penerima sebagai berikut :

Tabel 4.5 Data hasil pengukuran IL

S	Frekuensi	SPL Tanpa Partisi (dB)	SPL Dengan Partisi (dB)	
			Bahan Uji 1	Bahan Uji 2
0	250	114.4	105.7	103.7
10		114.2	105.5	103.8
20		114.3	105.0	102.7
30		113.4	103.6	100.6
40		112.9	102.8	99.6

50		113.2	103.1	100.4
60		112.2	102.4	99.3
70		110.4	100.1	96.9
80		110.1	99.9	97.2
90		111.6	101.3	99.5
100		110.7	101.0	98.6
110		106.4	97.9	93.7
120		103.7	91.6	92.5
0	500	106.9	68.5	85.8
10		106.6	64.4	82.8
20		104.7	53.1	81.2
30		102.2	62.0	79.8
40		99.8	61.7	75.8
50		97.4	55.8	74.6
60		97.0	60.7	72.3
70		94.4	56.5	66.5
80		92.9	58.0	64.8
90		90.5	59.6	60.3
100		88.4	58.1	63.5
110		87.0	49.1	60.9
120		83.8	45.0	56.3
0	1000	98.1	54.0	65.5
10		94.0	47.4	60.9
20		89.9	45.7	55.0
30		84.7	42.3	51.0
40		78.7	41.3	48.9
50		72.2	40.2	44.4
60		67.6	39.2	43.0
70		64.7	40.6	40.6
80		58.0	39.5	45.0
90		53.8	39.1	42.5
100		47.4	39.5	42.4

110		46.0	39.5	45.1
120		44.9	39.8	42.0
0		88.7	40.9	56.2
10		79.7	38.2	43.4
20		67.8	38.7	41.3
30		53.7	38.3	40.2
40		44.6	38.2	40.0
50		41.9	38.1	40.5
60	2000	41.6	38.2	43.2
70		41.3	38.1	40.3
80		43.6	38.4	40.4
90		41.2	38.3	40.0
100		41.1	39.0	39.9
110		41.0	39.1	40.5
120		51.5	38.7	41.2

Tabel 4.6 Data hasil pengukuran NR

Frekuensi (Hz)	SPL 1 (dB)	SPL 2 (dB)	
		Bahan 1	Bahan 2
250	114.7	105.7	103.7
500	109.3	68.5	85.8
1000	103.6	54.0	65.5
2000	99.9	40.9	56.2

4.3 Perhitungan

4.3.1 Insertion Loss

Pada tugas akhir ini dilakukan pengukuran daya isolasi sebuah bahan melalui *Insertion Loss* dan juga reduksi bising. Berdasarkan perbedaan tingkat tekanan bunyi pada tabung

penerima tanpa partisi dan dengan partisi, maka *Insertion Loss* sebuah bahan dapat dihitung melalui persamaan 2.3 :

$$IL = SPL A - SPL B$$

dengan :

- IL = *Insertion Loss* (dB)
- SPL A = tingkat tekanan bunyi di ruang penerima tanpa partisi (dB)
- SPL B = tingkat tekanan bunyi di ruang penerima dengan partisi (dB)

Pengurangan SPL A dan SPL B dilakukan pada titik ukur yang sama dari bahan sehingga didapatkan besarnya nilai *Insertion Loss*. Berikut contoh perhitungan *Insertion Loss* pada jarak 0 cm dari bahan 1 pada frekuensi uji 500 Hz :

$$\begin{aligned} IL &= (SPL A - SPL B) \text{ dB} \\ &= (106,8 - 68,5) \text{ dB} \\ &= 38,4 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sedangkan *Insertion Loss* pada bahan 2 :

$$\begin{aligned} IL &= (SPL A - SPL B) \text{ dB} \\ &= (108,1 - 85,7) \text{ dB} \\ &= 21,1 \text{ dB} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, berdasarkan persamaan 2.3 diatas maka dapat diketahui *Insertion Loss* bahan uji 1 dan bahan uji 2 pada frekuensi uji 250, 500, 1000, dan 2000 Hz pada tabel 4.7 berikut :

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan IL

Frekuensi (Hz)	S (cm)	Insertion Loss (IL) dalam desibel	
		Bahan Uji 1	Bahan Uji 2
250	0	8.7	10.7
	10	8.7	10.5
	20	9.3	11.6
	30	9.8	12.7
	40	10.1	13.3
	50	10.1	12.7
	60	9.9	13.0
	70	10.3	13.4
	80	10.2	12.9
	90	10.3	12.1
	100	9.7	12.1
	110	8.6	12.7
	120	12.1	11.2
500	0	38.4	21.1
	10	42.2	23.9
	20	51.5	23.5
	30	40.2	22.4
	40	38.1	24.0
	50	41.6	22.8
	60	36.3	24.7
	70	37.9	27.9
	80	34.9	28.1
	90	30.9	30.1
	100	30.3	24.9
	110	38.0	26.2
	120	38.8	27.4
1000	0	44.1	32.6
	10	46.5	33.1

	20	44.2	34.9
	30	42.4	33.7
	40	37.4	29.8
	50	32.0	27.8
	60	28.5	24.7
	70	24.1	24.1
	80	18.5	13.0
	90	14.7	11.3
	100	7.9	4.9
	110	6.4	0.9
	120	5.2	2.9
2000	0	47.7	32.5
	10	41.5	36.4
	20	29.1	26.5
	30	15.4	13.5
	40	6.4	4.5
	50	3.8	1.4
	60	3.4	-1.6
	70	3.2	1.0
	80	5.2	3.2
	90	2.9	1.2
	100	2.1	1.2
	110	1.9	0.4
	120	12.9	10.3

4.3.2 Noise Reduction

Untuk mendapatkan besarnya reduksi bising, maka dapat perhitungan melalui persamaan 2.4 berikut :

$$NR = SPL 1 - SPL 2$$

dengan : NR = reduksi bising (dB)

SPL1 = tingkat tekanan bunyi rata-rata dalam ruang sumber (dB)

SPL2 = tingkat tekanan bunyi dalam ruang penerima tepat setelah melewati bahan (jarak 0 cm dari bahan) (dB)

Berbeda dengan pengukuran IL yang hanya dilakukan pengambilan data pada tabung penerima saja, pengambilan data untuk NR dilakukan pada tabung sumber dan juga penerima.

Sebagai contoh, pada frekuensi 500 Hz didapatkan reduksi bising pada bahan 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{NR} &= (\text{SPL1} - \text{SPL2}) \text{ dB} \\ &= (109,3 - 68,5) \text{ dB} \\ &= 40,8 \text{ dB} \end{aligned}$$

Sedangkan pada frekuensi 500 Hz didapatkan reduksi bising pada bahan 2 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{NR} &= (\text{SPL1} - \text{SPL2}) \text{ dB} \\ &= (109,3 - 85,8) \text{ dB} \\ &= 23,5 \text{ dB} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, berdasarkan persamaan 2.4 diatas maka dapat diketahui reduksi bising bahan uji 1 dan bahan uji 2 pada frekuensi uji 250, 500, 1000, dan 2000 Hz melalui Tabel 4.8 berikut :

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan NR

Frekuensi (Hz)	Noise Reduction (NR) dalam desibel	
	Bahan Uji 1	Bahan Uji 2
250	9.0	11.0
500	40.8	23.5
1000	49.6	38.1
2000	58.9	43.7

4.4 Pembahasan Hasil Perhitungan

Pada tugas akhir ini dilakukan pembuatan alat ukur daya isolasi bahan dengan mengacu pada ASTM E2611-09. Prinsip kerjanya yakni, terdapat dua buah tabung. Pertama merupakan tabung sumber yang pada ujungnya diletakkan sebuah *loudspeaker* sebagai sumber bunyi. Kemudian yang kedua yakni tabung penerima yang berfungsi menangkap bunyi yang tembus melalui bahan uji. Bahan yang hendak diuji daya isolasinya diletakkan ditengah antara tabung sumber dan tabung penerima seperti yang terlihat pada Gambar 4.15 dan 4.16. Pada saat proses pengukuran, bunyi dibangkitkan melalui *loudspeaker* pada tabung sumber, lalu dilakukan pencatatan tingkat tekanan bunyi melalui YMEC pada tabung sumber dan penerima. Berdasarkan perbedaan tingkat tekanan bunyi pada tabung sumber dan tabung penerima, maka dapat dihitung besar daya isolasi bahan melalui IL dan juga NR pada persamaan 2.3 dan 2.4. Pengukuran tingkat tekanan bunyi dilakukan pada jarak 0 cm hingga 120 cm dari bahan untuk mengetahui sejauh mana jarak pengukuran efektif pada tiap frekuensi.

Pengambilan data untuk mencari IL hanya dilakukan pada tabung penerima. Pengukuran IL dilakukan dengan membandingkan SPL pada tabung penerima pada saat sebelum

diberi partisi dengan saat setelah diberi partisi. Perbandingan SPL pada saat tanpa partisi dan dengan partisi dilakukan pada titik ukur yang sama melalui partisi. Partisi yang dimaksudkan yakni bahan yang hendak diuji daya isolasinya. Perhitungan IL dilakukan berdasarkan persamaan 2.3. Setelah dilakukan pengambilan data dan perhitungan, maka didapatkan besarnya IL seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa jarak efektif pengukuran yang dapat dilakukan pada masing-masing frekuensi berbeda-beda sesuai persamaan 4.1 berikut :

$$\ell \approx \frac{C}{F} \quad 4.1$$

dengan λ = Panjang Gelombang (m)

C = Cepat Laju Bunyi di Udara (340 m/s)

F = Frekuensi (Hz)

Tabel 4.9 Panjang Gelombang

C (m/s)	F (Hz)	$\lambda = C/F$ (m)
340	250	1,36
	500	0,68
	1000	0,34
	2000	0,17

Melalui Tabel 4.9 di atas dapat diketahui karakteristik alat ukur yang dibuat pada tugas akhir ini pada pengukuran *Insertion Loss* yakni, pada frekuensi 250 Hz jarak efektif pengukuran mulai 0 hingga 1,36 m. Sedangkan pada frekuensi 500, 1000, dan 2000 Hz besarnya jarak efektif pengukuran berturut-turut sebesar (0 s/d 0,68 m), (0 s/d 0,34 m), dan (0 s/d 0,17 m). Jika hasil pada Tabel

4.6 di atas dibandingkan dengan hasil perhitungan IL pada Tabel 4.4, maka dapat dikatakan mendekati benar. Hal ini dapat dilihat ketika jarak pengukuran melebihi jarak efektif, SPL yang didapatkan mulai tidak stabil sehingga dalam perhitungan IL didapatkan hasil yang kurang baik.

Pengukuran NR dilakukan dengan membandingkan SPL pada tabung sumber dengan SPL pada tabung penerima saat terdapat partisi. Perhitungan NR dilakukan berdasarkan persamaan 2.4. Berdasarkan persamaan tersebut, dilakukan pengurangan SPL rata-rata yang didapatkan pada tabung sumber dengan SPL pada tabung penerima tepat pada bahan (jarak 0 cm dari bahan). Setelah dilakukan pengambilan data dan perhitungan, maka besarnya NR bahan uji 1 dan bahan uji 2 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Berdasarkan hasil perhitungan IL maupun NR, dapat diketahui bahwa bahan uji 2 memiliki kemampuan mengisolasi frekuensi rendah (250 Hz) lebih baik dibandingkan bahan uji 1. Namun secara keseluruhan kedua bahan uji memiliki kemampuan yang kurang baik dalam mengisolasi bunyi dengan frekuensi rendah (250 Hz). Sedangkan pada pengukuran dengan frekuensi uji 500, 1000, dan 2000 Hz dapat diketahui bahwa secara keseluruhan bahan uji 1 memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan bahan uji 2.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- ◆ Berdasarkan data hasil uji diketahui pengaruh bising latar ruang terhadap bising latar tabung sumber dan tabung penerima sebagai berikut :

Frekuensi (Hz)	Ruangan (dB)	Tabung Sumber (dB)	Tabung Penerima (dB)
250	47-50	44-46	43-46
500	45-48	40-43	40-43
1000	43-45	40-41	39-42
2000	41-43	40-42	39-42

- ◆ Berdasarkan data hasil uji diketahui tingkat kebocoran bunyi pada tabung sumber sebagai berikut :

Frekuensi (Hz)	SPL di dalam Tabung (dB)	SPL di luar Tabung (dB)
250	100	$83 \pm 0,3$
500		$75 \pm 0,2$
1000		$69 \pm 0,4$
2000		$69 \pm 0,3$

- ◆ Berdasarkan data hasil uji diketahui tingkat kedekatan tabung sumber dan tabung penerima terhadap kebocoran pada tabung sumber sebagai berikut :



Frekuensi (Hz)	SPL di luar Tabung (dB)	SPL di dalam Tabung (dB)	
		Sumber	Penerima
250	$83 \pm 0,3$	$76 \pm 0,3$	$66 \pm 0,2$
500	$75 \pm 0,2$	$53 \pm 0,5$	$59 \pm 0,2$
1000	$69 \pm 0,4$	$49 \pm 0,2$	$42 \pm 0,1$
2000	$69 \pm 0,3$	$41 \pm 0,2$	$46 \pm 0,1$

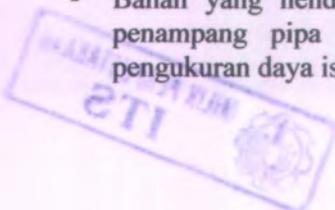
- Berdasarkan data hasil pengukuran dapat diketahui jarak efektif pengukuran pada tabung penerima yakni sesuai dengan panjang gelombang pada masing-masing frekuensi sebagai berikut :

C (m/s)	F (Hz)	$\lambda = C/F$ (m)
340	250	1,36
	500	0,68
	1000	0,34
	2000	0,17

5.2 Saran

Sebagai penelitian lanjutan, penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut :

- Dilakukan perancangan ulang terhadap alat ukur daya isolasi bahan sehingga lebih kedap terhadap pengaruh bising dari luar dan agar didapatkan hasil pengukuran yang akurat.
- Bahan yang hendak diuji sebaiknya berukuran sesuai penampang pipa pada alat ukur agar memudahkan pengukuran daya isolasi bahan.



DAFTAR PUSTAKA

Doelle, L.L. 1993. **Akustik Lingkungan** (terjemahan Lea Prasetio). Jakarta. Erlangga. (nilai insulasi bunyi hal-252)

Prasetio, Lea. 2003. **Akustik**. Diktat Jurusan Fisika FMIPA ITS. Surabaya. (Daya Isolasi)

<http://dosen.tf.itb.ac.id/jsarwono/2008/04/05/prinsip-dasar-insulasi-suara-soundproofing>.

[en.wikipedia.org/wiki/Mineral wool](http://en.wikipedia.org/wiki/Mineral_wool).

en.wikipedia.org/wiki/Gypsum.

[en.wikipedia.org/wiki/Acoustic Transmission](http://en.wikipedia.org/wiki/Acoustic_Transmission).

[http://tugasakhirstudiorekaman.wordpress.com/bab-ii/Faktor-faktor yang mempengaruhi Daya Isolasi Bahan](http://tugasakhirstudiorekaman.wordpress.com/bab-ii/Faktor-faktor-yang-mempengaruhi-Daya-Isolasi-Bahan).

MATERI PUSAT

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BIODATA PENULIS



Ferdy Ansarullah, lahir di Surabaya 07 Agustus 1989. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Riwayat pendidikan TK. Teladan Nusa (1994-1996), SDN Pepelegi 1 Waru Sidoarjo (1996-2001), SMPN 3 Sidoarjo (2001-2004), SMAN 1 Sidoarjo (2004-2007). Setelah lulus pada tahun 2007, penulis diterima di jurusan Fisika FMIPA ITS pada tahun 2007 melalui jalur SPMB. Selain aktif sebagai mahasiswa bidang Instrumentasi dengan

spesifikasi akustik, penulis juga aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan seperti Himpunan Mahasiswa Fisika ITS (HIMASIKA ITS), ITS *Badminton Community* dan juga aktif sebagai asisten laboratorium akustik.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

This page is intentionally left blank.



This page is intentionally left blank.