

KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGUKURAN *TRANSMISSION LOSS* CAMPURAN IJUK AREN, SABUT KELAPA MUDA DAN *POLYURETHANE* MENGGUNAKAN METODE *IMPEDANCE TUBE*

SKRIPSI

Oleh :

RUDY IRWANTO SITOMPUL

NIM: 09.813.0024



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2014**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Judul Skripsi : Kajian Eksperimental pengukuran Transmission Loss Campuran Ijuk Aren, Sabut Kelapa Muda Dan Polyurethane Menggunakan Metode Impedance Tube

Nama : Rudy Irwanto Sitompul

NPM : 09.813.0024

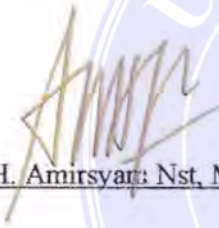
Fakultas : Teknik


Disetujui Oleh :

Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. H. Amirsyahr, Nst, MT



Ir. H. Darianto, Msc

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ka. Program Studi


Ir. Hj. Haniza, MT


Dr. Ir. H. Suditama, MT

Tanggal Lulus:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

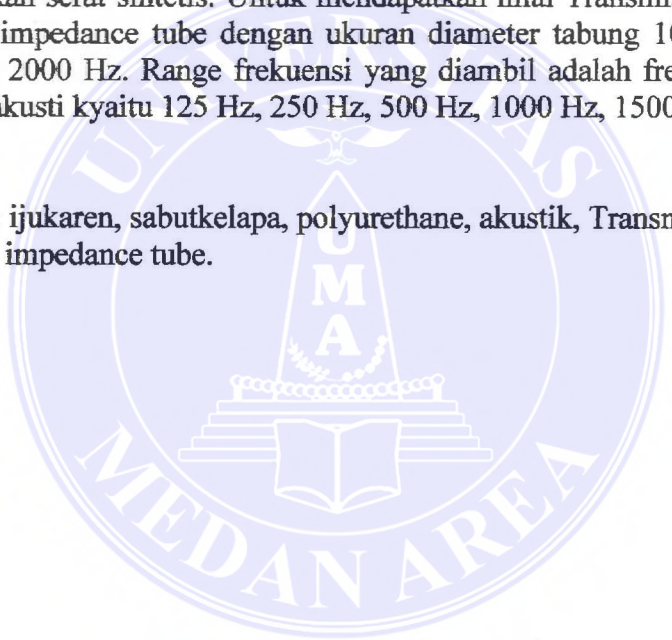
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)9/1/24

RINGKASAN

Kebisingan di sekitar bangunan yang terus meningkat serta naiknya permintaan bahan bangunan yang bersifat akustik untuk kebutuhan ruang music dan film di dalam rumah (dikenal dengan istilah Home -theatre). Telah menyebabkan kebutuhan bahan bangunan yang bersifat akustik juga meningkat. Namun, bahan semacam ini tidak secara merata terjangkau masyarakat. Pemanfaatan bahan limbah, seperti ijuk aren, sabut kelapa dan Polyurethane sebagai bahan baku pembuatan material akustik. Dimana selain kita mudah mendapatkan limbah ijuk aren, sabut kelapa mudah otomatis harga dari suatu bahan material tersebut dapat terjangkau oleh masyarakat kalangan menengah ke bawah. Material yang berpori, berserat dan lunak pada umumnya merupakan jenis material dengan sifat penyerap bunyi yang baik. Dalam tesis ini akan diteliti kinerja akustik dari limbah campuran ijuk aren, sabut kelapa yang dapat dimanfaatkan sebagai material akustik alternative untuk menggantikan serat sintetis. Untuk mendapatkan nilai Transmission loss material ini digunakan impedance tube dengan ukuran diameter tabung 100 mm dan frekuensi maksimum 2000 Hz. Range frekuensi yang diambil adalah frekuensi standar dalam penelitian akusti kyaitu 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, dan 2000 Hz.

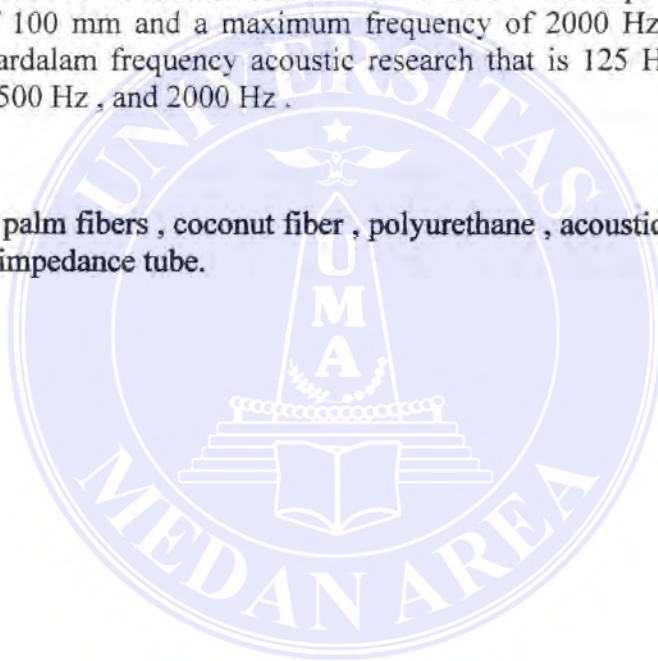
Kata kunci: ijukaren, sabutkelapa, polyurethane, akustik, Transmission Loss, impedance tube.



SUMMARY

Noise around building a growing and increasing demand for building materials that are acoustic for music and movie needs space in the house (known as the Home - theater) . Has led to the need for building materials is also improved acoustics .However , this kind of material is not evenly covered by the community . Utilization of waste materials , such as palm fibers , coconut fiber and polyurethane as a raw material for making acoustic material. Where in addition we easily get waste palm fibers, coconut coir easily automated price of a material that can be affordable by the middle class of society down. Porous material , fiber and software in general is a kind of material with good sound absorbing properties . In this thesis investigated the acoustic performance of the waste mixture of palm fibers , coconut husk can be used as an alternative to replace the acoustic material of synthetic fibers . To get the value of the materials used Transmission loss impedance tube with a tube diameter of 100 mm and a maximum frequency of 2000 Hz . Frequency range is taken standard dalam frequency acoustic research that is 125 Hz, 250 Hz , 500 Hz , 1000 Hz , 1500 Hz , and 2000 Hz .

Keywords : palm fibers , coconut fiber , polyurethane , acoustic , Transmission Loss , impedance tube.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia_Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah tentang Material Akustik dengan judul Kajian Eksperimental Pengukuran Transmission Loss Campuran Ijuk Aren, Sabut Kelapa Dan Polyurethane Menggunakan Metode Impedence Tube.

Terimakasih penulis sampaikan kepada Ir. HAMirsyamNst. MT. Dan Ir. H. DariantoMsc. Selaku pembimbing serta Dr. Ir. H.Suditama. MT. Yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada para staf pegawai dan para dosen pengajar yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala do'a dan perhatiannya.

Semoga skripsi ini bermanfaat.

Penulis

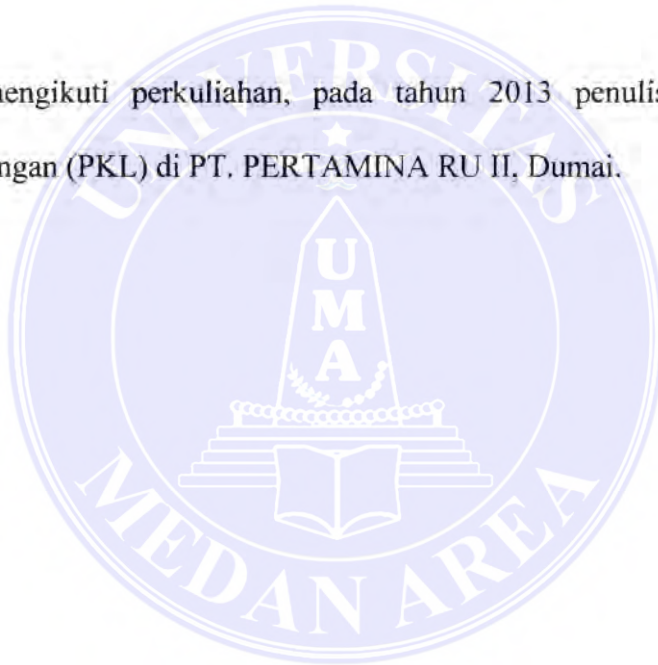
(Rudy Irwanto Sitompul)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sihobuk, Kec. Tarutung, Kab. Tapanuli Utara Pada tanggal 22 Oktober 1990 dari ayah H. Sitompul dan ibu A. Sitanggang. Penulis merupakan putra Kelima (5) dari Tujuh (7) bersaudara.

Tahun 2009 Penulis Iulus dari SMK Negeri 2 Siatas barita Tapanuli Utara dan pada tahun 2009 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Selama mengikuti perkuliahan, pada tahun 2013 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. PERTAMINA RU II, Dumai.





DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	i
SUMMERY.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 LatarBelakang	1
1.2 PerumusanMasalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Mamfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Teori Gelombang dan Bunyi.....	5
2.1.1 Pengertian Gelombang	5
2.1.2Jenis-Jenis Gelombang.....	6
2.1.3Pengertian Bunyi	7
2.1.4Sifat-Sifat Bunyi.....	8
2.2 Material Komposit.....	12
2.2.1Jenis - jenis Material Komposit.....	13
2.2.2Ijuk Aren	14

2.2.3 Kelapa Muda	17
2.2.4 Sabut Kelapa Muda	19
2.2.5 Manfaat Sabut Kelapa Muda.....	20
2.2.6 Polyurethane.....	20
2.2.7 Resin.....	21
2.2.8 Katalis.....	21
2.3 Sifat Akustik.....	22
2.3.1 Koefisien Absorpsi.....	23
2.3.2 Sound Transmission Loss.....	26
2.4 Material Akustik.....	27
2.5 Tabung Impedansi	30
2.5.1 Metode Pengukuran Koefisien Absorpsi Menggunakan Tabung Impedansi	30
2.5.2 Konstruksi Tabung Impedansi Untuk Metode Transfer Fungsi (ISO 10543-2 : 1998)	33
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.2 Pembuatan Spesimen.....	36
3.2.1 Bahan Spesimen dan Peralatan	36
3.2.2 Alat Pengujian	38
3.3 Perancangan Tabung Impedansi	43
3.4 Prosedur Pengujian	46
3.5 Teknik Pengukuran, Pengolahan dan Analisa Data.....	48
3.6 Validasi Alat	49

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas segala karunia_Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini ialah tentang Material Akustik dengan judul Kajian Eksperimental Pengukuran Transmission Loss Campuran Ijuk Aren, Sabut Kelapa Dan Polyurethane Menggunakan Metode Impedence Tube.

Terimakasih penulis sampaikan kepada Ir. HAmirsyamNst. MT. Dan Ir. H. DariantoMsc. Selaku pembimbing serta Dr. Ir. H.Suditama. MT. Yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada para staf pegawai dan para dosen pengajar yang telah membantu penulis selama melaksanakan penelitian. Ungkapan terimakasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga atas segala do'a dan perhatiannya.

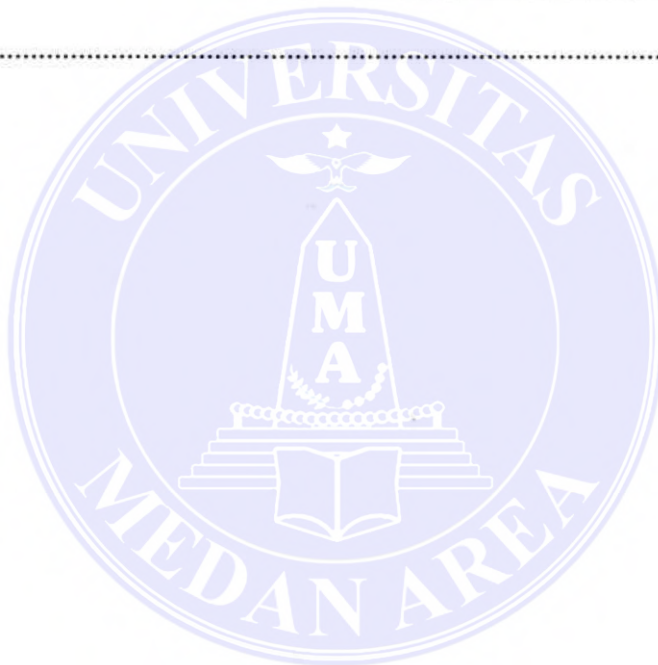
Semoga skripsi ini bermanfaat.

Penulis

(Rudy Irwanto Sitompul)

3.7 Flow chart	49
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil Analisa Perancangan Tabung Impedansi	51
4.2 Hasil Pengujian ijuk aren – sabut kelapa 1:2	54
4.2.1 Pengukuran Pada Frekuensi 2000 Hz	54
4.2.2 Pengukuran Pada Frekuensi 1500Hz	57
4.2.3 Pengukuran Pada Frekuensi 1000Hz	58
4.2.4 Pengukuran Pada Frekuensi 500 Hz	59
4.2.5 Pengukuran Pada Frekuensi 250 Hz	61
4.2.6 Pengukuran Pada Frekuensi 125 Hz	62
4.3 Hasil Pengujian ijuk aren – sabut kelapa 2:1	64
4.3.1 Pengukuran Pada Frekuensi 2000 Hz	64
4.3.2 Pengukuran Pada Frekuensi 1500Hz	66
4.3.3 Pengukuran Pada Frekuensi 1000Hz	67
4.3.4 Pengukuran Pada Frekuensi 500 Hz	68
4.3.5 Pengukuran Pada Frekuensi 250 Hz	69
4.3.6 Pengukuran Pada Frekuensi 125 Hz	71
4.4 Hasil Pengujian ijuk aren – sabut kelapa 1:1	74
4.4.1 Pengukuran Pada Frekuensi 2000 Hz	74
4.4.2 Pengukuran Pada Frekuensi 1500Hz	75
4.4.3 Pengukuran Pada Frekuensi 1000Hz	76
4.4.4 Pengukuran Pada Frekuensi 500 Hz	78
4.4.5 Pengukuran Pada Frekuensi 250 Hz	79
4.4.6 Pengukuran Pada Frekuensi 125 Hz	80

4.5 pembahasan	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN	87
Lampiran 1	87
Lampiran 2	102
Lampiran 3	117



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gelombang Transfersal	6
Gambar 2.2 Gelombang Longitudinal.....	7
Gambar 2.3 Pohon Ijuk Aren dan Ijuk Aren	17
Gambar 2.4 Pohon Kelapa dan Kelapa Muda.....	18
Gambar 2.5 Sabut Kelapa Muda	19
Gambar 2.6 Fenomena absorpsi suara oleh suatu permukaan bahan	22
Gambar 2.7 Pandangan skematis metode rasio gelombang tegak	31
Gambar 2.8 Tabung Impedansi untuk pengukuran koefisien serap bunyi	32
Gambar 2.9 Dimensi tabung impedansi	33
Gambar 2.10 Skematis tabung impedansi untuk pengukuran <i>transmission loss</i>	34
Gambar 3.1 jadwal pelaksanaan penelitian	35
Gambar 3.2 Bahan Material	37
Gambar 3.2 Alat pengujian Tube Impedansi	39
Gambar 3.3 Laptop.....	39
Gambar 3.4 LabJack U3-LV	40
Gambar 3.5 Amplifier	41
Gambar 3.6 Speaker	41
Gambar 3.7 Microphone	42
Gambar 3.8 Tabung Impedansi	43

Gambar 3.9 Skematis tabung impedansi untuk pengukuran	
Koefisien absorpsi.....	44
Gambar 3.10 Skematis tabung impedansi untuk pengukuran	
Transmissionloss.....	45
Gambar 3.11Set Up Peralatan pengujian	46
Gambar 3.12Skema Alat Uji Tabung Impedansi.....	46
Gambar 3.13 Posisi Mikropon 2,1 dan 1'	47
Gambar 3.14 diagram alir penelitian	50
Gambar 4.1 Desain tabung inpedansi	51
Gambar 4.2 Ilustrasi gelombang pada frekuensi 125 Hz.....	52
Gambar 4.3 Ilustrasi gelombang pada frekuensi 1500 Hz.....	53
Gambar 4.4 pengukuran amplitudo padamic 1,2,3,4 dengan	
frekuensi 2000 Hz.....	54
Gambar4.5 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 1500 Hz.....	57
Gambar 4.6 pengukuran amplitudo padamic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 1000 Hz.....	59
Gambar 4.7 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 500 Hz.....	61
Gambar 4.8 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 250 Hz.....	62
Gambar 4.9 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 125 Hz.....	64
Gambar 4.10 Grafik Transmission Loss campuran ijuk aren dan	

Sabut Kelapa dengan perbandingan 1:2.....	67
Gambar 4.11 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 2000 Hz	67
Gambar 4.12 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 1500 Hz	69
Gambar 4.13 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 1000 Hz	71
Gambar 4.14 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 500 Hz	73
Gambar 4.15 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 250 Hz	74
Gambar 4.16 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 125 Hz	76
Gambar 4.17Grafik Transmission Loss campuran ijuk aren dan	
Sabut Kelapa dengan perbandingan 2:1	79
Gambar 4.18pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 2000 Hz	79
Gambar 4.19pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 1500 Hz	81
Gambar 4.20pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 1000 Hz	83
Gambar 4.21pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	
Frekuensi 500 Hz	85
Gambar 4.22pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan	

Frekuensi 250 Hz.....	86
Gambar 4.23 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan Frekuensi 125 Hz.....	88
Gambar 4.24 Grafik Transmission Loss campuran ijuk aren dan Sabut Kelapa dengan perbandingan 1:1.....	91
Gambar 4.25 Grafik Transmission Loss Ketiga sampel.....	92



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien penyerapan bunyi dari beberapa material..... 24

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....

35

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen..... 36

Tabel 3.3 Alat yang digunakan dalam pembuatan specimen..... 37

Tabel 4.1 Nilai Transmission Loss untuk campuran ijuk aren dan
Sabut Kelapa dengan perbandingan 1:2..... 63

Tabel 4.2 Nilai Transmission Loss untuk campuran ijuk aren dan
Sabut Kelapa dengan perbandingan 2:1 72

Tabel 4.3 Nilai Transmission Loss untuk campuran ijuk aren dan
Sabut Kelapa dengan perbandingan 1:1 82

Tabel 4.4 Tabel Rekapitulasi Hasil Data Analisa 83

Frekuensi 250 Hz	86
Gambar 4.23 pengukuran amplitudo pada mic 1,2,3,4 dengan Frekuensi 125 Hz	88
Gambar 4.24 Grafik Transmission Loss campuran ijuk aren dan Sabut Kelapa dengan perbandingan 1:1	91
Gambar 4.25 Grafik Transmission Loss Ketiga sampel	92



DAFTAR NOTASI

Simbol	Arti	Satuan
A	Luaspenampang	m^2
F	Frekuensi	Hz
I	Intensitasbunyi	W/m^2
p	Tekanan	Pa
T	Waktu	s
V	Cepatrambatbunyi	m/s
W	Daya	Watt

Huruf Yunani

Simbol	Arti	Satuan
A	Koefisienabsorbsi	-
Λ	Panjanggelombang	m
ρ	Massa Jenis	kg/m^3

DAFTAR NOTASI

Simbol	Arti	Satuan
A	Luaspenampang	m^2
F	Frekuensi	Hz
I	Intensitasbunyi	W/m^2
p	Tekanan	Pa
T	Waktu	s
V	Cepatrambatbunyi	m/s
W	Daya	Watt

Huruf Yunani

Simbol	Arti	Satuan
A	Koefisienabsorpsi	-
Λ	Panjanggelombang	m
ρ	Massa Jenis	kg/m^3

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Komposit adalah material yang terbentuk dari penggabungan secara makroskopik dua atau lebih material yang berbeda. Bahan ini memiliki beberapa keunggulan diantaranya adalah ringan dan mempunyai sifat mekanik yang baik. Selama ini bahan-bahan pelapis dinding yang bersifat akustik yang mampu meredam bunyi dengan baik, umumnya terbuat dari bahan utama kayu-kayu berkualitas (pinus, jati, dll), sehingga harganya kurang terjangkau.

Sehingga muncul inisiatif untuk mengganti bahan utama berharga tinggi tersebut dengan bahan lain, jika memungkinkan berupa limbah, akan tetapi memiliki sifat fisik seperti halnya serutan kayu. Misalnya dari limbah ijuk aren dan sabut kelapa, sehingga harganya dapat terjangkau oleh masyarakat golongan menengah kebawah.

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa dibandingkan serta alam lainnya. Pemanfaatan serat ijuk sebagai Tahan lama hingga ratusan bahkan ribuan tahun lebih, Tahan terhadap asam dan garam air laut, Mencegah penembusan Rayap tanah dan Sebagai Perisai Radiasi Nuklir.

Serat ijuk dan sabut kelapa merupakan hasil dari pada pengambilan serat ijuk yang bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari, sedangkan sabut kelapa merupakan hasil dari pemisahan antara air dan daging kelapa. Kemudian di buang dan dibakar untuk dijadikan pupuk dan menimbulkan polusi udara. Dengan demikian bahan ini cukup memiliki potensi untuk

dikembangkan menjadi bahan alternative, dengan mencampur jerami dan polyurethane dicoba membuat bahan material akustik.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis merumuskan permasalahan yaitu bagaimana proses pembuatan bahan polymeric foam dengan serat kelapa muda dan ijuk dari pohon aren menjadi bentuk bulat. Proses pembuatan bahan ini yang terdiri dari penentuan variasi komposisi antara matriks, serat kelapa muda dan ijuk aren dengan blowing agent. Sedangkan katalis hanya berfungsi sebagai mempercepat terjadinya proses polimerisasi.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini ialah untuk mendapatkan proses yang terbaik dalam pembuatan bahan komposit berongga (polymeric foam) yang diperkuat serat kelapa mudadan ijuk menjadi bahan material akustik.

1.3.2 Tujuan khusus penelitian ini ialah :

1. Untuk mendapatkan teknik pembuatan bahan polymeric foam yang berasal dari bahan polimer thermoset (polysterine tak jenuh) sebagai matriks, serat kelapa muda dan ijuk sebagai penguat, serta blowing agent sebagai pembentuk struktur berongga.
2. Untuk mendapatkan formula/komposisi terbaik yang digunakan untuk pembuatan material polymeric foam diperkuat serat kelapa muda dan ijuk.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menambah data akustik peredam bunyi dari material alam.
2. Meningkatkan mutu kualitas limbah alam sehingga mempunyai nilai jual yang lebih.
3. Pengembangan peredam bunyi yang bersifat alami yaitu dari material serat ijuk aren dan kelapa muda.

Manfaat penelitian ini secara ilmiah, berkembangnya teknologi baru pemrosesan sabut kelapa mudadan ijuk sebagai bahan penguat *polymeric foam*. Secara komersil, penelitian ini dapat menghasilkan produk baru sebagai komoditi baru dari limbah sabut kelapa muda dan ijuk . Selain itu dapat memungkinkan untuk melahirkan paten baru. Sementara manfaat langsung penelitian ini ialah pemanfaatan sabut kelapa mudah dan ijuk yang banyak tersedia untuk pembuatan materilal akustik.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah mulai dari specimen uji yang digunakan hingga melakukan tahapan pengujian dan kemudian menganalisa karakteristik akustiknya. Pembatasan masalah tersebut meliputi:

1. Specimen uji yang digunakan yaitu ijuk aren dengan sabut kelapa muda dengan komposisi ijuk aren dan sabut kelapa muda dengan ukuran 2mm, dengan perbandingan bahan uji 1 : 2, 2 : 1, dan 1 : 1 sebanyak 50gr.
2. Melakukan pengujian koefisien serap bunyidengan metode tabung impedansi mengacu pada standar ISO 10534-2 :1998

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan, yang berisi tentang latar belakang penelitian, perumusan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan permasalahan.

Bab II Tinjauan Pustaka, berisi tentang teori gelombang dan bunyi, sifat akustik, material akustik dan tabung impedansi.

Bab III Metodologi Penelitian, berisi tentang, tempat dan waktu, perencanaan tabung impedansi, alat dan bahan, dan prosedur pengujian.

Bab IV Pembahasan Dan Hasil Penelitian, berisi tentang, hasil analisa perancangan tabung impedansi, dan hasil pengujian.

Bab V Kesimpulan Dan Saran, menyimpulkan seluruh kegiatan dan hasil penelitian serta saran-saran yang diperlukan untuk pengembangan dan penelitian lebih lanjut. **Daftar Pustaka**

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Gelombang dan Bunyi

Pada bagian ini akan diberikan beberapa definisi dan pengertian dasar mengenai gelombang dan bunyi serta hal-hal yang berkaitan dengan teori ini.

2.1.1 Pengertian Gelombang

Gelombang adalah suatu getaran, gangguan atau energi yang merambat. Dalam hal ini yang merambat adalah getarannya, bukan medium perantaranya. Satu gelombang terdiri dari satu lembah dan satu bukit (untuk gelombang transversal) atau satu renggangan dan satu rapatan (untuk gelombang longitudinal). Besaran-besaran yang digunakan untuk mendeskripsikan gelombang antara lain panjang gelombang (λ) adalah jarak antara dua puncak yang berurutan, frekuensi (f) adalah banyaknya gelombang yang melewati suatu titik tiap satuan waktu, periode (T) adalah waktu yang diperlukan oleh gelombang melewati suatu titik, amplitudo (A) adalah simpangan maksimum dari titik setimbang, kecepatan gelombang (v) adalah kecepatan dimana puncak gelombang (atau bagian lain dari gelombang) bergerak.

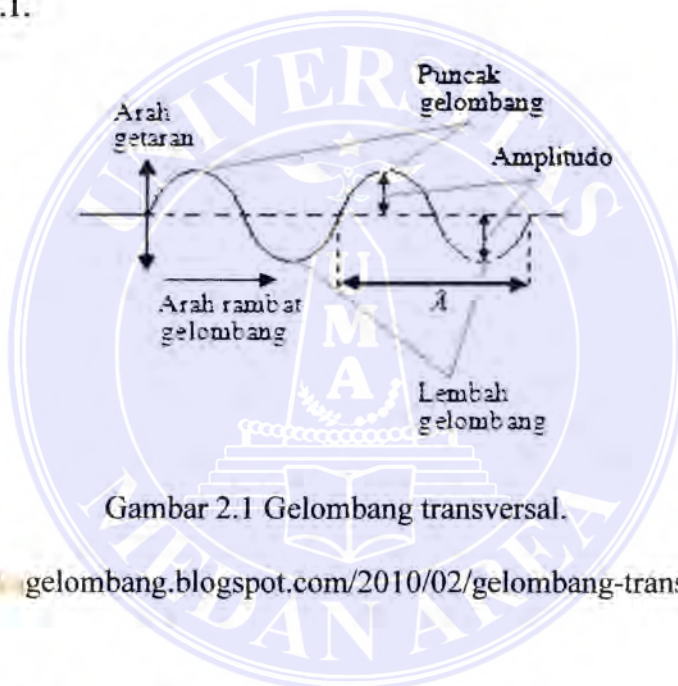
Kecepatan gelombang harus dibedakan dari kecepatan partikel pada medium itu sendiri. Pada waktu merambat gelombang membawa energi dari satu tempat ke tempat lain. Saat gelombang merambat melalui medium maka energi dipindahkan sebagai energi getaran antar partikel dalam medium tersebut.

2.1.2 Jenis-Jenis Gelombang

Jenis-jenis gelombang dikelompokkan berdasarkan arah getar, amplitudo dan fasenya, medium perantaranya dan frekuensi yang dipancarkannya. Berdasarkan arah getarnya gelombang dikelompokkan menjadi:

a. Gelombang Transversal

Gelombang transversal adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus terhadap arah rambatannya. Satu gelombang terdiri dari satu lembah dan satu bukit seperti ditunjukkan pada gambar 2.1.

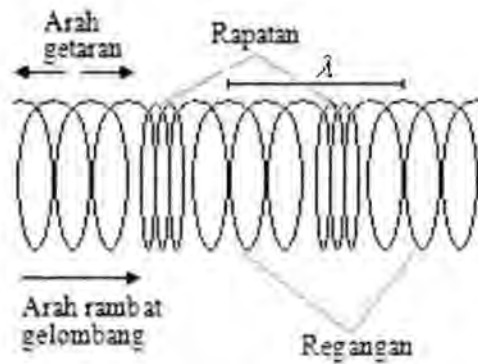


Gambar 2.1 Gelombang transversal.

(Sumber: http://www.gelombang.blogspot.com/2010/02/gelombang-transversal_6154.html)

b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah getarnya sejajar atau berimpit dengan arah rambatannya. Gelombang yang terjadi berupa rapatan dan renggangan seperti ditunjukkan pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Gelombang longitudinal.

(Sumber: <http://fisikagelombang.blogspot.com/2010/02/gelombang-longitudinal.html>)

2.1.3 Pengertian Bunyi

Bunyi secara harafiah dapat diartikan sebagai sesuatu yang kita dengar. Bunyi merupakan hasil getaran dari partikel-partikel yang berada di udara dan energi yang terkandung dalam bunyi dapat meningkat secara cepat dan dapat menempuh jarak yang sangat jauh.

Defenisi sejenis juga dikemukakan oleh Bruel & Kjaer (1986) yang menyatakan bahwa bunyi diidentikkan sebagai pergerakan gelombang di udara yang terjadi bila sumber bunyi mengubah partikel terdekat dari posisi diam menjadi partikel yang bergerak.

Secara lebih mendetail, Doelle (1972) menyatakan bahwa bunyi mempunyai dua defenisi, yaitu:

1. Secara fisis, bunyi adalah penyimpangan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastik seperti udara. Definisi ini dikenal sebagai bunyi objektif.
2. Secara fisiologis, bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan penyimpangan fisis yang digambarkan pada bagian atas. Hal ini disebut sebagai bunyi subjektif.

Secara singkat, Bunyi adalah suatu bentuk gelombang longitudinal yang merambat secara perapatan dan perenggangan terbentuk oleh partikel zat perantara serta ditimbulkan oleh sumber bunyi yang mengalami getaran. Rambatan gelombang bunyi disebabkan oleh lapisan perapatan dan peregangan partikel-partikel udara yang bergerak ke luar, yaitu karena penyimpangan tekanan. Hal serupa juga terjadi pada penyebaran gelombang air pada permukaan suatu kolam dari titik dimana batu dijatuhkan.

Gelombang bunyi adalah gelombang yang dirambatkan sebagai gelombang mekanik longitudinal yang dapat menjalar dalam medium padat, cair dan gas. Medium gelombang bunyi ini adalah molekul yang membentuk bahan medium mekanik ini. Gelombang bunyi ini merupakan vibrasi/getaran molekul-molekul zat dan saling beradu satu sama lain namun demikian zat tersebut terkoordinasi menghasilkan gelombang serta mentransmisikan energi bahkan tidak pernah terjadi perpindahan partikel.

2.1.4 Sifat-Sifat Bunyi

Bunyi mempunyai beberapa sifat, seperti frekuensi bunyi, kecepatan perambatan, panjang gelombang, intensitas dan kecepatan partikel.

2.1.4.1 Frekuensi

Frekuensi merupakan gejala fisis objektif yang dapat diukur oleh instrumen-instrumen akustik. Frekuensi adalah ukuran jumlah putaran ulang peristiwa dalam selang waktu yang diberikan. Untuk memperhitungkan frekuensi, seseorang menetapkan jarak waktu, menghitung jumlah kejadian peristiwa, dan membagi hitungan ini dengan panjang jarak waktu. Hasil perhitungan ini dinyatakan dalam satuan hertz (Hz) yaitu nama pakar fisika Jerman Heinrich Rudolf Hertz yang menemukan fenomena ini pertama kali.

Frekuensi yang dapat didengar oleh Manusia berkisar 20 sampai 20.000 Hz dan jangkauan frekuensi ini dapat mengalami penurunan pada batas atas rentang frekuensi sejalan dengan bertambahnya umur manusia. Jangkauan frekuensi audio manusia akan berbeda jika umur manusia juga berbeda. Besarnya frekuensi ditentukan dengan rumus:

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

dimana: f = Frekuensi (Hz)

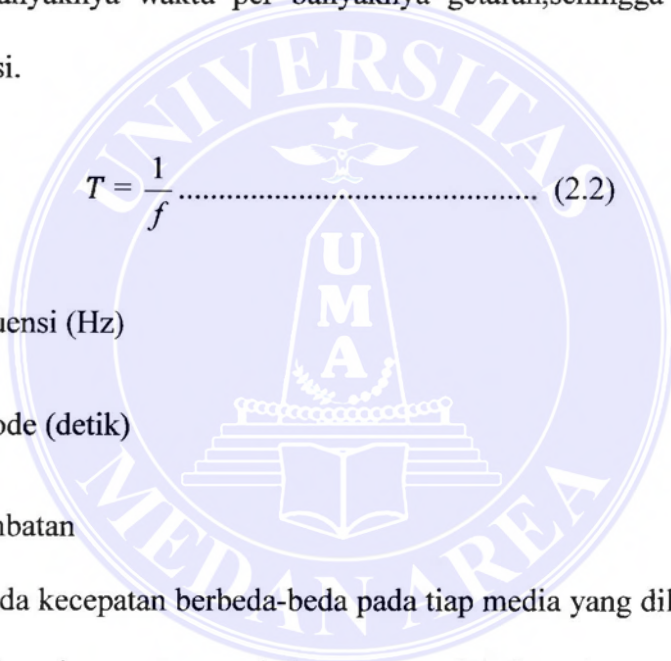
T = Waktu (detik)

Periode adalah banyaknya waktu per banyaknya getaran, sehingga periode berbanding terbalik dengan frekuensi.

$$T = \frac{1}{f} \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana: f = Frekuensi (Hz)

T = periode (detik)



2.1.4.2 Kecepatan Perambatan

Bunyi bergerak pada kecepatan berbeda-beda pada tiap media yang dilaluinya. Pada media gas udara, cepat rambat bunyi tergantung pada kerapatan, suhu, dan tekanan.

$$c = \sqrt{\frac{\gamma P_a}{\rho}} \dots\dots\dots (2.3)$$

atau dalam bentuk yang sederhana dapat ditulis:

$$c = 20,05\sqrt{T}$$

dimana: $c =$ Cepat rambat bunyi (m/s)

$\gamma =$ Rasio panas spesifik (untuk udara = 1,41)

$P_a =$ Tekanan atmosfer (Pascal)

$\rho =$ Kerapatan (Kg/m^3)

$T =$ Suhu (K)

Pada media padat bergantung pada modulus elastisitas dan kerapatan, sedangkan pada media cair bergantung pada modulus bulk dan kerapatan.

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana: $E =$ Modulus Elastisitas (Pascal)

$\rho =$ Kerapatan (Kg/m^3)

2.1.4.3 Panjang Gelombang

Panjang suatu gelombang bunyi dapat didefinisikan sebagai jarak antara dua muka gelombang berfase sama. Hubungan antara panjang gelombang, frekuensi, dan cepat rambat bunyi dapat ditulis sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots\dots\dots (2.5)$$

dimana: $\lambda =$ Panjang gelombang bunyi

$c =$ Cepat rambat bunyi (m/s)

$f =$ Frekuensi (Hz)

2.1.4.4 Intensitas Bunyi

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

$$I = \frac{W}{A} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana: $I =$ Intensitas bunyi (W/m^2)

$W =$ Daya akustik (Watt)

$A =$ Luas area (m^2)

Ambang batas pendengaran manusia, yaitu nilai minimum intensitas daya bunyi yang dapat dideteksi telinga manusia, adalah $10^{-6} W/cm^2$.

2.1.4.5 Kecepatan Partikel

Radiasi bunyi yang dihasilkan suatu sumber bunyi akan mengelilingi udara sekitarnya. Radiasi bunyi ini akan mendorong patikel udara yang dekat dengan permukaan luar sumber bunyi. Hal ini akan menyebabkan Bergeraknya partikel-partikel di sekitar radiasi bunyi yang disebut dengan kecepatan partikel.

$$V = \frac{p}{\rho c} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana: $V =$ Kecepatan partikel (m/detik)

$p =$ Tekanan (Pa)

$\rho =$ Massa jenis bahan (Kg/m^3)

c = Kecepatan rambat gelombang (m/detik)

2.2 Material Komposit

Material komposit adalah penggabungan atau pencampuran bahan yang sekurang-kurangnya terdiri dari dua bahan material yang berbeda fasa dan sifat mikroskopisnya dengan menggunakan aturan tertentu. Contoh material komposit yang tradisional adalah batubata, yang merupakan campuran dari tanah liat yang dicampur dengan rumput dan konkrit yang merupakan campuran antara semen dengan pasir atau batu kerikil. Material komposit biasanya terdiri dari bahan penyusun dan bahan yang mengisolasi bahan lain.

Komposit dibentuk dari dua jenis material yang berbeda yaitu :

1. Penguat (*reinforcement*), yang mempunyai sifat yang kurang *ductile* tetapi lebih rigid serta lebih kuat.
2. Matriks umumnya lebih *ductile* tetapi mempunyai kekuatan dan regiditas yang lebih rendah.

Saat ini jenis komposit yang paling banyak digunakan adalah komposit berpenguat serat. Hal ini karena serat sebagai penguat memiliki keuntungan sebagai berikut:

1. Memiliki perbandingan panjang dengan diameter (*aspect ratio*) yang besar. Hal ini menggambarkan bahwa bila digunakan sebagai penguat dalam komposit, serat akan memiliki luas daerah kontak yang luas dengan matriks dibanding bila menggunakan penguat lain. Dengan demikian diharapkan akan terbentuk ikatan yang baik antara serat dengan matriks.

2. "Size effect". Serat memiliki ukuran yang kecil sehingga jumlah cacat per satuan volume serat akan lebih kecil dibandingkan material lain. Dengan demikian serat akan memiliki sifat mekanik yang baik dan konsisten.
3. Serat memiliki densitas yang rendah sehingga memiliki sifat mekanik spesifik (sifat mekanik per satuan densitas) yang tinggi.
4. Fleksibilitas serat dan diameternya yang kecil membuat proses manufaktur serat menjadi mudah.

2.2.1 Jenis-Jenis Material komposit

Komposit didefinisikan sebagai material yang terdiri dua atau lebih material penyusun yang berbeda, umumnya matriks dan penguat (*reinforcement*). Matriks adalah bagian komposit yang secara kontinyu melingkupi penguat dan berfungsi mengikat penguat yang satu dengan yang lain serta meneruskan beban yang diterima oleh komposit ke penguat. Sedangkan penguat adalah komponen yang dimasukkan ke dalam matriks yang berfungsi sebagai penerima atau penahan beban utama yang dialami oleh komposit.

Berdasarkan jenis penguatnya komposit dibagi:

1. Material komposit serat (*fibricus composite*), yaitu komposit yang terdiri dari serat dan bahan dasar yang diproduksi secara fabrikasi, misalnya serat + resin sebagai bahan perekat, sebagai contoh adalah FRP (*Fiber Reinforce Plastic*) plastik diperkuat dengan serat dan banyak digunakan, yang sering disebut *fiber glass*.
2. Komposit lapis (*laminated composite*), yaitu komposit yang terdiri dari lapisan dan bahan penguat, contohnya *polywood*, *laminated glass* yang sering digunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya.

3. Komposit partikel (*particulate composite*), yaitu komposit yang terdiri dari partikel dan bahan penguat seperti butiran (batu dan pasir) yang diperkuat dengan semen yang sering kita jumpai sebagai beton.

Berdasarkan matriksnya, komposit dibagi menjadi:

1. *Metal matrix composites* (MMC) yaitu komposit yang menggunakan matriks logam.
2. *Ceramic matrix composites* (CMC) yaitu komposit yang menggunakan matriks keramik.
3. *Polymer matrix composites* (PMC) yaitu komposit yang menggunakan matriks polimer.

Ditinjau dari matriks yang digunakan, komposit yang paling banyak digunakan adalah komposit bermatriks polimer. Hal ini karena polimer memiliki proses manufaktur yang relatif sederhana, sifat mekanik yang baik, dan membentuk ikatan yang baik dengan sebagian besar penguat. Polimer yang lebih banyak digunakan sebagai matriks komposit adalah polimer termoset, walaupun polimer termoplastik juga dapat digunakan.

Penggunaan polimer termoset lebih umum karena proses manufaktur polimer termoset lebih sederhana. Manufaktur komposit termoset biasanya tidak memerlukan temperatur dan tekanan yang tinggi. Viskositas polimer termoset yang rendah pada suhu kamar juga membuat impregnasi (kemampuan meresap) polimer tersebut ke dalam serat lebih baik dibanding termoplastik. Namun termoset juga memiliki kelemahan antara lain sifatnya yang pada umumnya beracun dan kesulitan pendaurlulangan polimer termoset.

2.2.2 Ijuk aren

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa dibandingkan serta alam lainnya.

2.2.2.1 Sifat-sifat Ijuk aren

Seratberwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki sifat – sifat keistimewaan diantaranya :

a. Tahan lama hingga ratusan bahkan ribuan tahun lebih.

Fakta ini ditemukan manakala ditemukannya benda purbakala yang diperkirakan peninggalan abad ke 8 yang telah dipublikasikan dikoran kompas edisi Jum'at 24 Juli 2009.yang isinya, ditemukan pasak – pasak kayu yang lapuk tetapi tali pengikat yang terbuat dari ijuk bewarna hitam masih relatif kuat. Kutipan penemuan diatas jelas membuktikan bawah serat ijuk aren mampu bertahan hingga ribuan tahun lebih dan tidak mudah terurai.

b. Tahan terhadap asam dan garam air laut.

Serat ijuk merupakan salah satu serat yang tahan terhadap asam dan garamair laut, salah satu bentuk pengolahan dari serat ijuk adalah tali ijuk yang telah digunakan oleh nenek moyang kita untuk pengikat berbagai peralatan nelayan dilaut.

c. Mencegah penembusan Rayap tanah

Hasil penelitian lembaga penelitian Universitas Hasanuddin yang telah dipublikasikan di alamat : Jurnal Penelitian Vol.2 No.1 Januari 2006.

Serat ijuk dari pohon aren sering digunakan sebagai bahan pembungkus pangkal kayu – kayu bangunan yang ditanam dalam tanah untuk memperlambat pelapukan kayu dan mencegah serangan rayap.

Kegunaan tersebut didukung oleh sifat ijuk yang elastis, keras, tahan air dan sulit dicerna oleh organisme perusak. Pada penelitian itu telah dilakukan kajian terhadap struktur, sifat fisis dan efektifitas ijuk aren dan dari hasil analisis dan kajian ternyata serat ijuk aren berbeda dengan serat kaya, karena serat ijuk tidak memiliki dinding dan luman sel, tetapi merupakan suatu zat yang utuh (solid). Hasil penelitian dan pengujian dilapangan selama 6 bulan memberikan indikasi bahwa dengan cara penyusunan tertentu lapisan ijuk dapat secara efektif mencegah penembusan rayap tanah dan menyebabkan kematian yang tinggi sampai 100%. Sehingga lapisan ijuk mampu melindungi sample kayu dari serangan rayap tanah, hingga kayu lebih awet.

d. Sebagai Perisai Radiasi Nuklir

Penelitiannya telah dilakukan oleh Mimpin Sitepu dan kawan – kawan dari Universitas Sumatera Utara (USU) Medan yang dipublikasikan di Jurnal Sains Kimia Vol. 10 No. 1,2006 : 4 – 9 dan penelitian yang dilakukan oleh Universitas Hasanuddin .

Hasil temuan kedua penelitian sama yaitu Modifikasi serat ijuk dengan radiasi sinar (C0– 60). Fraksi berat serat ijuk ternyata mempengaruhi koefisien serapan papan ijuk terhadap sinar dan dengan fraksi sekitar 40%, koefisien serapan papan komposit ijuk ternyata lebih tinggi dari Alimunium. Keistimewaan – keistimewaan serat ijuk sangatlah banyak, selain yang selama ini telah banyakdigunakan seperti sebagai bahan atap rumah (pada suku karo, minang dan sumba), peralatan rumah tangga, sikat, kuas, sapu, kampas dll. Atau berbagai material bangunan lain seperti, tali pengikat bamboo, saringan air,lapisanlapangan, campuran genteng, campuran beton dan pengisi gipsum serat yang akan menjadi objek penelitian dan tentu masih banyak lagi yangperlu diteliti dan dikembangkan lebih lanjut.



Gambar 2.3 Pohon ijuk aren dan ijuk aren

2.2.3 Kelapa Muda

Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah anggota tunggal dalam marga *Cocos* dari suku aren-arenan atau *Arecaceae*. Secara alami kelapa tumbuh di pantai dan pohonnya dapat mencapai ketinggian 30 m. Tumbuhan ini dapat tumbuh hingga ketinggian 1.000 m dari permukaan laut, namun seiring dengan meningkatnya ketinggian, ia akan mengalami pelambatan pertumbuhan.

Kelapa juga adalah sebutan untuk buah yang dihasilkan tumbuhan ini. Tumbuhan ini diperkirakan berasal dari pesisir Samudera Hindia di sisi Asia, namun kini telah menyebar luas di seluruh pantai tropika dunia. Tumbuhan ini hampir semua bagiannya dapat dimanfaatkan oleh manusia sehingga dianggap sebagai tumbuhan serbaguna, terutama bagi masyarakat pesisir.

Bagian – bagian dari kelapa yang dapat dimanfaatkan , antara lain :

- a) Akar kelapa menginspirasi penemuan teknologi penyangga bangunan *Cakar Ayam* (dipakai misalnya pada Bandar Udara Soekarno Hatta) oleh Soedijatmo.
- b) Kayu dari batangnya, yang disebut *kayu glugu*, dipakai orang sebagai kayu dengan mutu menengah, dan dapat dipakai sebagai papan untuk rumah.

- c) Daunnya dipakai sebagai atap rumah setelah dikeringkan. Daun muda kelapa, disebut *janur*, dipakai sebagai bahan anyaman dalam pembuatan ketupat atau berbagai bentuk hiasan yang sangat menarik, terutama oleh masyarakat Jawa dan Bali dalam berbagai upacara, dan menjadi bentuk kerajinan tangan yang berdiri sendiri (seni merangkai janur). Tangkai anak daun yang sudah dikeringkan, disebut *lidi*, dihimpun menjadi satu menjadi sapu.
- d) Tempurung atau yang biasa disebut batok adalah bagian endokarp, dipakai sebagai bahan bakar, pengganti gayung, wadah minuman, dan bahan baku berbagai kerajinan tangan.
- e) Sabut, bagian mesokarp yang berupa serat-serat kasar diperdagangkan sebagai bahan bakar, pengisi kursi jok, anyaman tali, keset, serta media tanam bagi anggrek.



Gambar 2.4 pohon kelapa dan kelapa muda

Limbah sabut kelapa muda adalah hasil dari pengambilan buah kelapa muda dan air kelapa muda yang dimana pemisahannya di lakukan dengan cara manual.



2.2.4 Sabut Kelapa Muda

Sabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan sabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). Endocarpium mengandung serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat tali, karung, pulp, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi/mobil dan papan hardboard. Sabut kelapa terdiri dari serat dan gabus yang menghubungkan satu serat dengan serat lainnya. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung serat 525 gram (75 % dari sabut), dan gabus 175 gram (25 % dari sabut). Sedangkan komposisi kimia sabut kelapa terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, tertannin, dan potassium.

Sabut biasanya disebut sebagai limbah yang hanya ditumpuk di bawah tegakan tanaman kelapa lalu dibiarkan membusuk atau kering. Pemanfaatannya paling banyak hanyalah untuk kayu bakar. Secara tradisional, masyarakat telah mengolah sabut untuk dijadikan tali dan dianyam menjadi kesed. Padahal sabut masih memiliki nilai ekonomis cukup baik. Serat sabut dapat diproses menjadi serat berkaret, matras, geotextile, karpet, dan produk-produk kerajinan/industri rumah tangga. Matras dan serat berkaret banyak digunakan dalam industri jokkasur, dan pelapis panas.



Gambar 2.5 sabut kelapa

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

2.2.5 Manfaat Sabut Kelapa Muda

Pemamfaatan serat sabut kelapa muda dapat dilakukan sebagai bahan pembuat Helm pengendara Kendaraan Roda Dua (sepeda Motor), yang dilakukan dengan cara:

1. Pada awal penelitian dilakukan
 - a. Pembuatan cetakan
 - b. Pembuatan komposit

2.2.6 Polyurethane

Polyurethane adalah suatu jenis polimer yang mengandung jaringan *urethane* yaitu -NH-CO-O-. *Polyurethane* dibentuk oleh reaksi senyawa isosianat yang bereaksi dengan senyawa yang memiliki *hydrogen* aktif seperti diol (polyol), yang mengandung group *hidroksil* dengan pemercepat reaksi yaitu katalis. Unsur nitrogen yang bermuatan pada kelompok alkohol (polyol) akan membentuk ikatan *urethane* antara dua unit monomer dan menghasilkan dimer *urethane*. Reaksi isosianat ini akan membentuk amina dan gas karbon dioksida (CO₂). Gas ini yang kemudian akan membentuk busa pada bahan polimer yang terbentuk [10]. Bahan yang terbentuk dari campuran *blowing agent* dan polimer disebut dengan bahan *polymeric foam*. Bahan *polymeric foam* banyak ditemukan sebagai busa kaku dan fleksibel yang digunakan sebagai pelapis atau perekat bahan.

Berdasarkan sifat mekaniknya bahan ini memiliki 4 (empat) sifat penting di antaranya:

1. Sifat Elastik

Sifat ini berhubungan dengan sifat kekakuan bahan yang terdiri dari geometri, bentuk dan mikrostrukturnya.

2. Sifat Viskoelastik

Sifat peredaman solid bahan, sifat ini merupakan efek dari bentuk geometri bahan tersebut.

3. Sifat Akustik

Sifat ini berhubungan dengan sifat media yang dilewati oleh perambatan suara akibat bentuk struktur yang berongga akan memudahkan gelombang udara masuk kedalam bahan dan terserap atau terperangkap sebagian besar ke dalam struktur tersebut. Dengan demikian suara yang keluar dan atau dipantulkan oleh bahan *polymeric foam* akan mengalami pelemahan.

4. Sifat Viskoakustik.

Sifat ini berhubungan dengan peredaman fluida yang dihubungkan dengan geometri, bentuk mikrostrukturnya yang sama dengan sifat elastiknya.

2.2.7. Resin

Resin adalah sekresi hidrokarbon banyak tanaman, terutama pohon konifer. Hal ini dinilai untuk sifat kimia dan penggunaannya yang terkait, seperti produksi pernis, perekat, dan agen kacamakan, sebagai sumber penting bahan baku untuk sintesis organik, dan sebagai konstituen dari dupa dan parfum. Istilah ini juga meliputi zat sintetis yang mirip, serta shellac serangga dari superfamily Coccoidea. Resin memiliki sejarah yang sangat panjang yang didokumentasikan di Yunani kuno Theophrastus [5].

2.2.8 Katalis

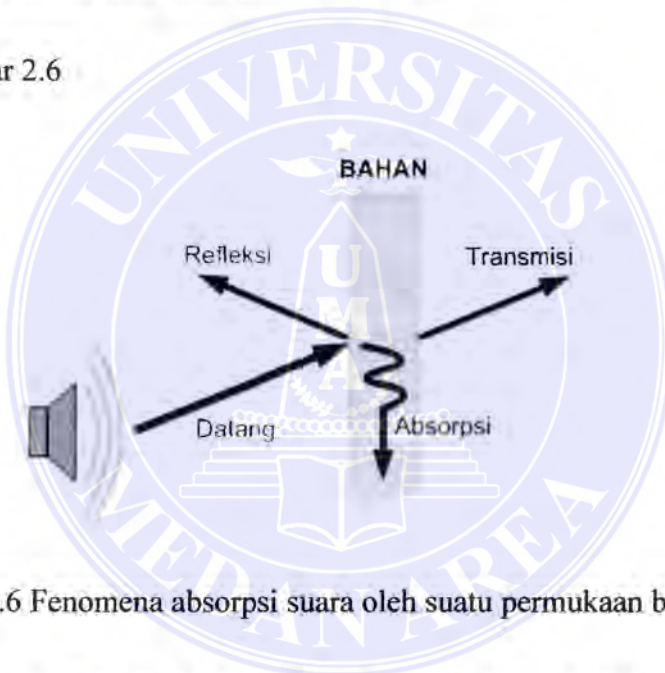
Katalis merupakan bahan kimia yang digunakan untuk mempercepat proses reaksi polimerisasi struktur komposit pada kondisi suhu kamar dan tekanan atmosfer. Pemberian katalis

dapat berfungsi untuk mengatur waktu pembentukan gelembung *blowing agent*, sehingga tidak mengembang secara berlebihan, atau terlalu cepat mengeras yang dapat mengakibatkan terhambatnya pembentukan gelembung.

2.3 Sifat Akustik

Kata akustik berasal dari bahasa Yunani yaitu *akoustikos*, yang artinya segala sesuatu yang bersangkutan dengan pendengaran pada suatu kondisi ruang yang dapat mempengaruhi mutu bunyi. Fenomena absorpsi suara oleh suatu permukaan bahan

ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Fenomena absorpsi suara oleh suatu permukaan bahan.

Fenomena suara yang terjadi akibat adanya berkas suara yang bertemu atau menumbuk bidang permukaan bahan, maka suara tersebut akan dipantulkan (*reflected*), diserap (*absorb*), dan diteruskan (*transmitted*) atau ditransmisikan oleh bahan tersebut. Medium gelombang bunyi dapat berupa zat padat, cair, ataupun gas. Frekuensi gelombang bunyi dapat diterima manusia berkisar antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz, atau dinamakan sebagai jangkauan yang dapat didengar (*audible range*).

2.3.1 Koefisien Absorpsi

Menurut Jailani *et al.* (2004) penyerapan suara (*sound absorption*) merupakan perubahan energi dari energi suara menjadi energi panas atau kalor.

Kualitas dari bahan peredam suara ditunjukkan dengan harga α (koefisien penyerapan bahan terhadap bunyi), semakin besar α maka semakin baik digunakan sebagai peredam suara. Nilai α berkisar dari 0 sampai 1. Jika α bernilai 0, artinya tidak ada bunyi yang diserap sedangkan jika α bernilai 1, artinya 100% bunyi yang datang diserap oleh bahan. Besarnya energi suara yang dipantulkan, diserap, atau diteruskan bergantung pada jenis dan sifat dari bahan atau material tersebut. Pada umumnya bahan yang berpori (*porous material*) akan menyerap energi suara yang lebih besar dibandingkan dengan jenis bahan lainnya. Adanya pori-pori menyebabkan gelombang suara dapat masuk kedalam material tersebut. Energi suara yang diserap oleh bahan akan dikonversikan menjadi bentuk energi lainnya, pada umumnya diubah ke energi kalor.

Perbandingan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dengan energi suara yang datang pada permukaan bahan tersebut didefinisikan sebagai koefisien penyerap suara atau koefisien absorpsi (α).

$$\alpha = \frac{\text{Absorbed Energy}}{\text{Incident Energy}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Terdapat dua metode untuk mengukur koefisien absorpsi suara, yaitu dengan tabung impedansi (*impedance tube*) yang dapat mengukur koefisien absorpsi suara normal, serta pengukuran dengan ruang dengung (*reverberation room*) yang dapat mengukur koefisien

absorpsi suara sabine. Tabel 2.2 berikut merupakan nilai koefisien absorpsi dari beberapa material.

Tabel 2.2. Koefisien penyerapan bunyi dari beberapa material

Material	Frekuensi (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Gypsum board (13 mm)	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
Kayu	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
Gelas	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
Tegel geocoustic (81 mm)	0.13	0.74	2.35	2.53	2.03	1.73
Beton yang dituang	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Bata tidak dihaluskan	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07
Steel deck (150 mm)	0.58	0.64	0.71	0.63	0.47	0.40

Sumber : Doelle, Leslie L, 1993.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai serap bunyi. Faktor-faktor yang mempengaruhi penyerapan bunyi pada material adalah:

1. Ukuran serat.

Koizumi et al. (2002) melaporkan bahwa meningkatnya koefisien serap bunyi diikuti dengan menurunnya diameter serat. Ini disebabkan ukuran serat yang kecil akan lebih

mudah untuk berpropagasi dibandingkan dengan serat yang lebih besarpada gelombang suara.

2. Resistensi Aliran Udara.

Salah satu kualitas yang sangat penting yang dapat mempengaruhi karakteristik dari material berserat adalah spsefik resistensi aliran udara per unit tebal material.Karakteristik impedansi dan propagasi konstan, yang mana menggambarkan sifat akustik material berpori.

3. Porositas (rongga pori)

Jumlah, ukuran, dan tipe rongga pori adalah faktor yang penting ketika mempelajari mekanisme penyerapan suara pada material berpori. Untuk memungkinkan disipasi suara dengan gesekan, gelombang suara harus dimasukkan ke material dengan rongga (berpori). Ini berarti haru ada pori yang cukup pada permukaan material untuk dilewati oleh gelombang suara dan diredam. Porositas pada material berporos didefinisikan sebagai rasio volume berpori didalam material kepada jumlah total volume.

4. Ketebalan

Beberapa studi yang berhubungan dengan penyerapan bunyi pada material berpori menghasilkan kesimpulan bahwa absorbs suara frekuensi rendah memiliki hubungan langsung dengan ketebalan. Sebuah studi oleh Ibrahim et al. (1978) menunjukkan meningkatnya penyerapan bunyi pada frekuensi rendah dengan meningkatnta ketebalan material. Namun, pada frekuensi tinggi ketebalan material tidak terlalu berpengaruh pada penyerapan bunyi.

5. Densitas

Densitas material sering dianggap menjadi faktor yang penting yang mengatur perilaku absorbs suara pada material.

6. Permukaan impedansi

Nilai permukaan impedansi yang semakin tinggi akan menyebabkan meningkatnya jumlah refleksi bunyi pada permukaan sehingga kemampuan serap bunyinya berkurang.

2.3.2 Sound Transmission Loss

Sound transmission loss adalah kemampuan suatu bahan untuk mereduksi suara. Nilainya biasa disebut dengan *decibel* (dB). Semakin tinggi nilai *sound transmission loss* (TL), semakin bagus bahan tersebut dalam mereduksi suara (Bpanelcom 2009). *Sound transmission class* (STC) adalah kemampuan rata-rata *transmission loss* suatu bahan dalam mereduksi suara dari berbagai frekuensi. Semakin tinggi nilai STC, semakin bagus bahan tersebut dalam mereduksi suara (Bpanelcom 2009). Nilai STC ditetapkan berdasarkan baku mutu ASTM E 413 tentang *Classification for Rating Sound Insulation* yang dikeluarkan oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

Untuk mengetahui harga dari *transmission loss* tersebut, ada beberapa metode pengukuran yang dapat dilakukan yaitu:

1. Metode *Reverberation Room*

Dalam metode tes ini, *transmission loss* didefinisikan sebagai perbedaan antara tingkat tekanan suara rata-rata dari ruang sumber bunyi dan ruang penerima. Secara matematis reduksi bising dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$NR = L1 - L2 \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana:

NR = Reduksi bising (dB)

L1 = Tingkat tekanan bunyi dalam ruang sumber bunyi (dB)

L2 = Tingkat tekanan bunyi dalam ruang penerima (dB)

Sedangkan hubungan antara *Transmission Loss* (TL) dengan reduksibising (NR)

dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$TL = NR + 20 \log \frac{S}{A_2} \dots \dots \dots (2.10)$$

dimana:

TL = Transmission Loss (dB)

NR = Noise Reduction (dB)

S = Luas permukaan antara ruang sumber bunyi dengan ruang penerima
(m²)

A₂ = penyerapan total ruang penerima (sabin.m²)
= S₁.α₁ + S₂.α₂....+S_n.α_n

2.4 Material Akustik

Material akustik adalah material teknik yang fungsi utamanya adalah untuk menyerap suara/bising. Material akustik adalah suatu bahan yang dapat menyerap energi suara yang datang dari sumber suara. Pada dasarnya semua bahan dapat menyerap energi suara, namun besarnya energi yang diserap berbeda-beda untuk tiap bahan. Energi suara tersebut dikonversi menjadi energi panas, yang merupakan hasil dari friksi dan resistansi dari berbagai material untuk

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/1/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)9/1/24

bergerak dan berdeformasi. Sama halnya dengan besar energi suara yang sangat kecil bila dilihat dalam satuan Watt, energi panas yang dihasilkan juga sangat kecil sehingga secara makroskopis tidak akan terlalu terasa perubahan temperatur pada bahan tersebut.

Peredam suara merupakan suatu hal penting didalam desain akustik dan dapat diklasifikasikan menjadi 4 bagian yaitu:

1. Material berpori (*porous material*), seperti bahan akustik yang umumdigunakan, yaitu mineral wool, plester akustik, sama seperti karpet dan bahangorden, yang dikarakterisasi dengan cara membuat rajutan yang salingmengait sehingga membentuk pori yang berpola. Pada saluran dan ronggayang sempit dan saling merekat inilah terjadi perubahan energi, dari energisuara menjadi energi vibrasi, kalor atau perubahan momentum. Daya penyerapan atau peredaman dari suatu jenis material adalah fungsi darifrekuensi. Penyerapan relatif rendah pada frekuensi rendah dan meningkatterhadap ketebalan material. Absorpsivitas frekuensi rendah dapatditingkatkan dengan cara melapisi material sehingga menambah ketebalannya.Mengecat plaster dan tile, secara varial akan menghasilkan efektivitas reduksiyang cukup besar.
2. Membran penyerap (*panel absorber*): lembar bahan solid (tidak porus) yangdipasang dengan lapisan udara dibagian belakangnya (*air spacebacking*).Bergetarnya panil ketika menerima energi suara serta transfer energigetaran tersebut ke lapisan udara menyebabkan terjadinya efek penyerapan suara. Sama halnya seperti material berpori, yang berfungsi sebagai peredam suara, yaitu merubah energi suara menjadi energi vibrasi dan kalor.Penambahan *porous absorber* pada bagian ruang kosong antara ruang panildan dinding akan lebih jauh meningkatkan efisiensi dari penyerapan frekuensirendah.

3. Rongga penyerap (*cavity resonator*), rongga udara dengan volume tertentudapat dirancang berdasarkan efek resonator Helmholtz. Efek osilasi udara pada bagian leher (*neck*) yang terhubung dengan volume udara dalam rongga ketika menerima energi suara menghasilkan efek penyerapan suara, menyerap energi suara paling efisien pada pita frekuensi yang sempit di dekat sumber gaungnya. Peredam jenis ini biasanya dalam bentuk elemen tunggal, seperti blok beton standar dengan rongga yang ditempatkan didalamnya; bentuk lain terdiri dari panel yang berlubang-lubang dan kisi-kisi kayu dengan selimut absorpsi diantaranya. Selain memberikan nilai estetika arsitektur, sistem yang baru saja dijelaskan (bentuk kedua) memberikan absorpsi yang berguna untuk rentang frekuensi yang lebih lebar daripada kemungkinan yang diberikan oleh elemen tunggal berongga (struktur sandwich).
4. Penyerapan suara tiap benda diberikan oleh manusia, meja, kursi dan furniture. Furniture kayu termasuk didalamnya adalah kursi dan meja. Untuk kondisi dimana terdapat banyak orang dengan meja dan kursi (seperti dapat kita temukan di dalam ruang kelas dan ruang kuliah), akan lebih cocok jika digunakan peredaman per orang dan per benda dari furniture yang diberikan daripada peredaman oleh manusia saja. Dengan menentukan jumlah dan distribusi peredam jenis ini, dapat dimungkinkan untuk merancang kelakuan waktu gaung terhadap frekuensi untuk memperoleh hampir semua lingkungan akustik yang diinginkan. Hal ini juga dapat memungkinkan untuk merancang sebuah ruangan dimana karakteristik gaungnya dapat diubah dengan cara menggeser atau merubah posisi panel dimana posisi permukaan berpengaruh terhadap sifat peredaman yang berbeda. Selama waktu gaung optimum bergantung terhadap fungsi ruangan, dengan cara ini dapat dimungkinkan untuk

merancang sebuah ruangan serba guna (*multipurpose rooms*). Bagaimanapun, cara seperti ini akan lebih efektif untuk menekan biaya dan memberikan solusi yang fleksibel, khususnya di dalam ruangan yang besar.

Bahan yang mampu menyerap suara pada umumnya mempunyai struktur berpori atau berserat. Bahan-bahan akustik yang tergolong sebagai bahan penyerap suara antara lain adalah *glass wool*, *rock wool*, *soft board*, *carpet*, kain, busa, *acoustic tiles* dan lain-lain.

2.5 Tabung Impedansi

Ada dua metode standar yang digunakan untuk mengukur koefisien serap bunyi untuk sampel berukuran kecil yaitu menggunakan metode rasio gelombang tegak (ISO 105432-1) dan metode transfer fungsi (ISO 105432-2). Kedua metode dirancang untuk pengukuran pada sampel kecil. Metode rasio gelombang tegak mapan, tapi lambat sehingga diganti dengan metode transfer fungsi karena kecepatan dan akurasinya dalam pengukuran.

2.5.1 Metode Pengukuran Koefisien Absorpsi Menggunakan Tabung Impedansi

2.5.1.1 Metode Perbandingan Gelombang Tegak (ISO 10534-1:1996)

Metode ini berdasarkan pada fakta bahwa hanya ada gelombang datar yang datang dan dipantulkan sepanjang sumbu axis dalam tabung. Gelombang bunyi sinusoidal yang datang dibangkitkan oleh loudspeaker pada salah satu ujung tabung. Pada ujung lainnya dibatasi oleh lapisan material yang memiliki reflektifitas tinggi. Pengukuran dapat dilakukan dalam satu oktaf atau 1/3 oktaf frekuensi. Dengan menggunakan definisi dari rasio gelombang tegak:

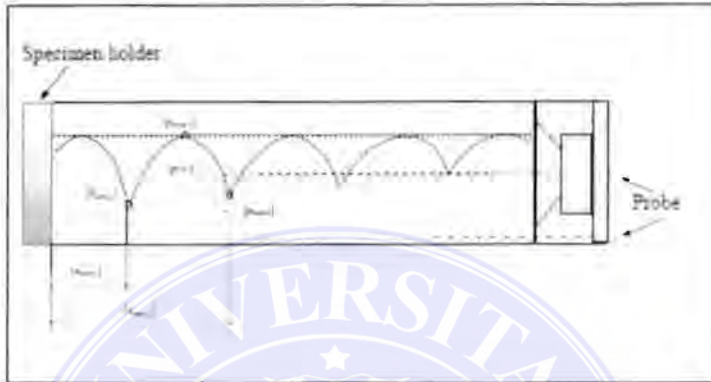
$$s = \frac{|p_{max}|}{|p_{min}|} \dots\dots\dots (2.10)$$

Faktor refleksi dan koefisien serap bunyi didefinisikan oleh:

$$|r| = \frac{s-1}{s+1} \dots\dots\dots (2.11)$$

$$\alpha = 1 - |r|^2 \dots\dots\dots (2.12)$$

Tabung impedansi yang menggunakan metode ini diilustrasikan pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Pandangan skematis metode rasio gelombang tegak.

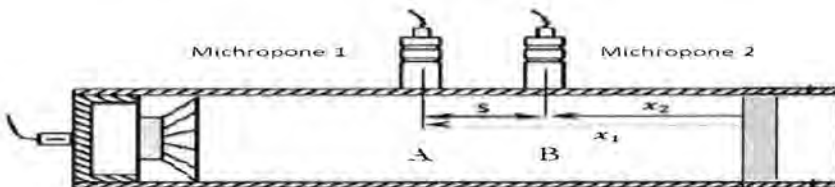
2.5.1.2 Metode Transfer Fungsi (ISO 10534-2:1998)

Metode ini menggunakan dua buah mikropon yaitu pada posisi x_1 dan x_2 . Tekanan bunyi pada posisi ini masing-masing adalah:

$$p_1 = Ae^{-jkx_1} + Be^{jkx_1} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$p_2 = Ae^{-jkx_2} + Be^{-jkx_2} \dots\dots\dots (2.14)$$

Tabung impedansi yang menggunakan metode ini diilustrasikan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Tabung Impedansi untuk pengukuran koefisien serap bunyi.

dimana: A dan B adalah amplitudo tegangan (Volt)

k adalah nomor gelombang (m^{-1})

x_1 adalah jarak antara sampel dan mikropon terjauh (m)

x_2 adalah jarak antara sampel dan mikropon terdekat (m)

sehingga transfer fungsi akustik kompleks anantara kedua mikropon ini yaitu:

$$H_{21} = \frac{p_1}{p_2} \dots\dots\dots (2.15)$$

dan faktor refleksinya:

$$r = \frac{H_{21} - H_1}{H_R - H_{21}} e^{2jks} \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana: $H_1 = e^{-jks}$

$H_R = e^{jks}$

$s = x_1 - x_2$ (jarak kedua mikropon)

maka koefisien serap bunyi dapat ditentukan melalui persamaan berikut:

$$\alpha = 1 - |r|^2 \dots\dots\dots (2.17)$$

2.5.2 Konstruksi Tabung Impedansi Untuk Metode Transfer Fungsi (ISO 10543-2 : 1998)

Permukaan tabung harus rata, tidak berpori-pori dan tidak berlubang (kecuali pada posisi mikropon yang akan dipasang). Dinding tabung harus kuat dan cukup tebal untuk mencegah vibrasi yang muncul akibat pemancaran sinyal bunyi. Ketebalan yang di rekomendasikan pada tabung impedansi yaitu 5% dari diameter tabung.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

Tabung harus cukup panjang untuk menjamin perkembangan gelombang bunyi yang terbentuk diantara sumber bunyi dan bahan uji. Mikropon di letakkan pada area gelombang bunyi dengan jarak minimum sebesar diameter tabung dari sumber bunyi.

Batas atas frekuensi f_u dapat di tentukan dari besar diameter tabung yang dipilih dengan kondisi berikut:

$$d < 0,58 \lambda_u \dots\dots\dots (2.18)$$

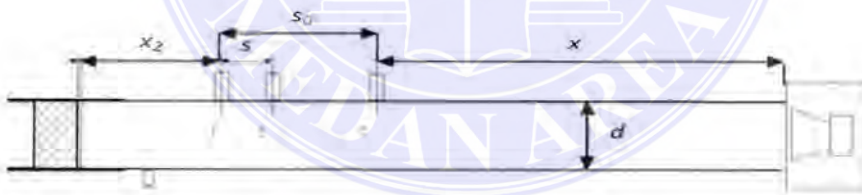
Batas bawah frekuensi ditentukan pada jarak antara mikropon s_0 dengan kondisi berikut:

$$s_0 > 0,05 \cdot \lambda_1 \dots\dots\dots (2.19)$$

Sehingga batas atas frekuensi untuk s_0 ditentukan dengan kondisi berikut:

$$f_u \cdot s_0 < 0,45 c_0 \dots\dots\dots (2.20)$$

Dimensi pada tabung impedansi dapat terlihat jelas pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Dimensi tabung impedansi.

Jarak antara sumber bunyi dengan mikropon x dan jarak antara bahan uji dengan mikropon terdekat x_2 ditentukan dengan kondisi berikut:

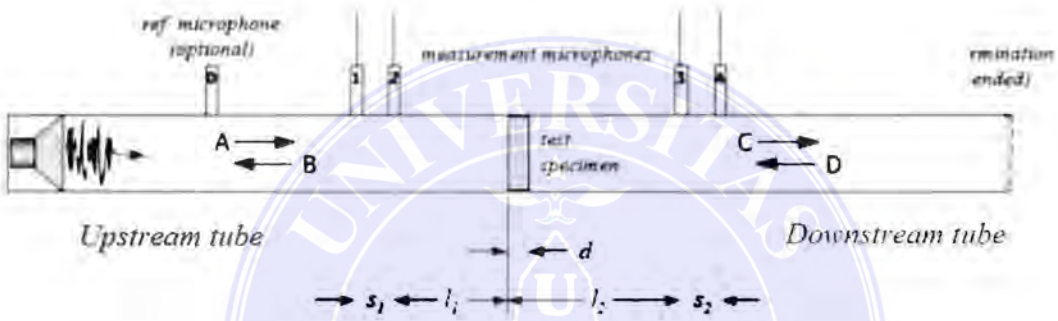
$$x > 3 \cdot d \dots\dots\dots (2.21)$$

$$x_2 \geq 2 \cdot d \dots\dots\dots (2.22)$$

Maka panjang tabung impedansi untuk pengukuran koefisien serap bunyi yaitu:

$$l = x_2 + x + s_0 \dots\dots\dots (2.23)$$

Untuk pengukuran *Transmission Loss*(TL) digunakan *downstream tube* (tabung tanpa speaker) diujung tabung lainnya dengan ukuran jarak antar mikropon sesuai rancangan tabung pertama (*upstream tube*). Skematis perancangan tabung impedansi untuk pengukuran *transmission loss* ditunjukkan pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Skematis tabung impedansi untuk pengukuran *transmission loss*.

Maka panjang tabung impedansi untuk pengukuran *transmission loss* yaitu:

$$L = 2 \cdot l \dots\dots\dots (2.24)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 TEMPAT DAN WAKTU

Penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal pengesahan usulan oleh pengelola program studi sampai dinyatakan selesai. Tempat pelaksanaan penelitian adalah di Laboratorium material dan akustik, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Penentuan waktu penelitian seperti pada tabel

3.1.

3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Waktu (Minggu)						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	Penelusuran literature, pemeriksaan kesedian alat, bahan, dan penulisan proposal							
2	Pengajuan proposal							
3	Revisi proposal							
4	Persiapan dan pemasangan alat							
5	Uji alat dan pengukuran							
6	Pengolahan dan analisis data							
7	Kesimpulan dan penyusunan Laporan							
8	Sidang sarjana							

3.2 PEMBUATAN SPESIMEN

3.2.1 Bahan Spesimen Dan Peralatan

Dalam pembuatan spesimen ini, kita harus telah mempersiapkan peralatan dan bahan yang menunjang jalannya penelitian ini agar didapat hasil yang diinginkan. Penelitian yang dilakukan adalah penelitian berskala laboratorium untuk mengetahui nilai karakteristik akustik dari campuran limbah ijuk aren, sabut kelapa dengan *polyurethane*. Adapun bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.2 dan 3.3.

Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam pembuatan spesimen

No	Bahan	Keterangan
1.	Limbah Ijuk Aren	Diambil dari sisa pembuatan sapu ijuk (seratnya)
2.	Limbah Sabut Kelapa	Diambil dari sisa pengambilan air dan daging buah kelapa.
3.	<i>Polyurethane</i>	Berfungsi sebagai bahan pencampur resin agar metrik polimer bergelembung dan mengikat.
4.	Katalis	Berfungsi untuk mempercepat pengeringan polimer.
5.	Oil	Berfungsi untuk mempermudah pelepasan spesimen dari cetakan.
6.	Pipa Paralon	Berfungsi untuk membuat cetakan spesimen.
7.	Baja Plat 2 mm	Berfungsi untuk lapisan cetakan.
8.	Baut	Berfungsi untuk mengunci spesimen dan cetakan.

Tabel 3.3 Alat yang digunakan dalam pembuatan specimen

No	Bahan	Keterangan
1.	Gunting	Berfungsi untuk memotong dan menghaluskan ijuk aren.
2.	Pisau	Berfungsi untuk memotong dan menghaluskan sabut kelapa.
3.	Gerinda	Berfungsi untuk memotong plat baja.
4.	Bor tangan	Berfungsi untuk membuat lubang pada plat baja dan menjadi pengaduk polimer (<i>Polyurethane</i>).
5.	Cup plastic	Berfungsi untuk tempat pengadukan ijuk aren, sabut kelapa dan polimer.
6.	Gelas ukur	Berfungsi untuk mengukur banyaknya polimer (<i>Polyurtene</i>).
7.	Timbangan digital	Berfungsi untuk penimbangan serat jerami.
8.	Kunci pas	Berfungsi untuk mengikat baut pada cetakan.

Pembuatan Spesimen

Pembuatan specimen uji ini dengan mencampurkan ijuk aren, sabut kelapa dan resin *Polyurtane* dengan perbandingan a. 1:2 serat halus (1-2 mm), b. 2:1 serat halus (1-2 mm), dan c. 1:1 serat kasar (4-6 mm).



Gambar 3.1 Bahan Material

Adapun prosedur pembuatan specimen dari komposit ini adalah :

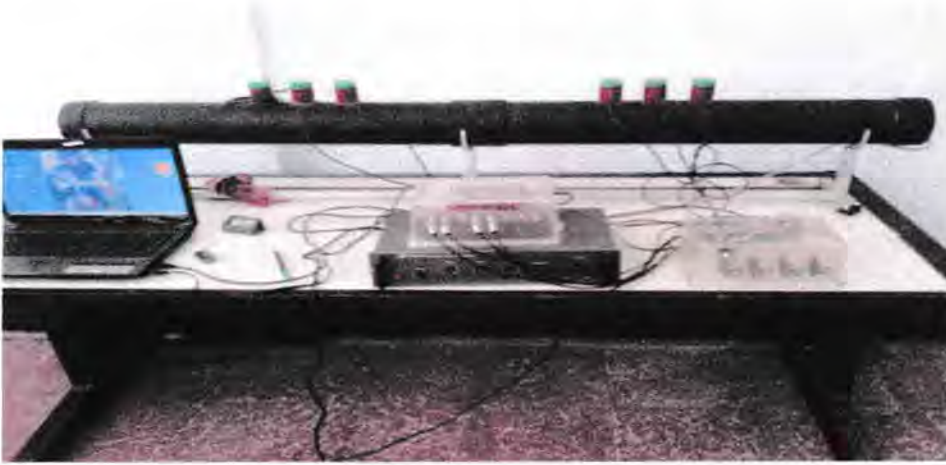
1. Ijuk aren diambil dari sisa pembuatan sapu ijuk, sedangkan Limbah Sabut kelapa diambil setelah dilakukan pemisahan/diambil air dan daging kelapa.
2. Sabut kelapa lalu dijemur selama 2-3 hari dibawa terik matahari untuk menghilangkan kadar airnya.
3. Lakukan pemotongan pada ijuk aren, sabut kelapa sampai ukuran serat halus, dan serat kasar.
4. Buat cetakan dari pipa sesuai dengan tabung impedansi.
5. Potong plat baja dan beri lubang pada ujung-ujungnya agar bisa dikunci dengan baut.
6. Menimbang ijuk aren, sabut kelapa dan mengukur polimer yang akan dicampurkan.
7. Campurkan ijuk aren, sabut kelapa dan polimer (*Polyurethane*) kemudian aduk sampai rata sebelum mengembang.
8. Masukkan adonan kedalam cetakan dan tutup dengan plat baja lalu dikunci sebelum mengembang.
9. Cetakan dibuka dan diukur kembali sesuai yang kita inginkan.

3.2.2 Alat Pengujian

Pengujian spesimen peredam bunyi dilakukan dilaboratorium material dan akustik,

Fakultas Teknik, Universitas Medan Area dengan alat Tube Impedance (Tabung Impedansi).

Pada gambar 3.2 Dibawah ini, dapat dilihat alat pengujian Tube Impedansi.



Gambar 3.2 Alat pengujian Tube Impedansi

Adapun peralatan yang di digunakan selama penelitian ini adalah:

1. Laptop

Digunakan untuk menyimpan dan mengolah sinyal digital dari Labjack dengan bantuan *software DAQFactory*. Selain itu laptop juga digunakan sebagai *Tone Generator* dengan bantuan *software ToneGen* untuk membangkitkan bunyi *pure tone*. Laptop yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Laptop.

Dengan spesifikasi:

- 1) Processor : Intel(R) Core i5 2.3 GHz
- 2) Memory : 4 GB RAM
- 3) Harddisk : 640 GB
- 4) Windows 7 Ultimate Edition

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 9/3/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.

Access From (repository.uma.ac.id)9/1/24

2. LabJack U3-LV

Digunakan untuk merubah data sinyal analog bunyi yang dibangkitkan dalam percobaan menjadi sinyal digital. Alat ini ditunjukkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 LabJack U3-LV.

Dengan spesifikasi:

1. 16 fleksibel I/O (Input Digital, Digital Output, atau Input Analog)
2. Sampai 2 Timers (Pulse Timing, PWMOutput, Input Quadrature)
3. Hingga 2 Counters (32-Bit)
4. 4 Tambahan digital I/O
5. Sampai 1612-bit Input Analog(0-2,4 Vatau0-3,6V, SE atau Diff.)
6. 2 Analog output (10-Bit, 0-5volt)

3. Amplifier

Alat ini digunakan sebagai penguat tegangan dan arus dari sinyal audio yang bertujuan untuk menggerakkan pengeras suara (loudspeaker). Amplifier yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.5.



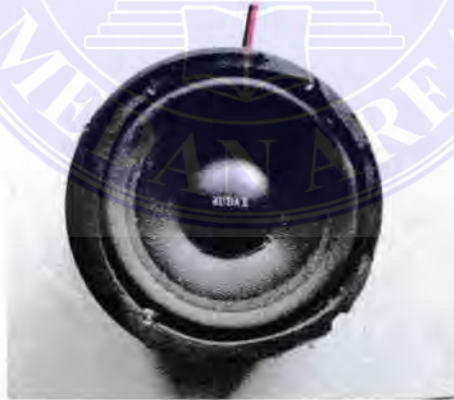
Gambar 3.5 Amplifier.

Dengan spesifikasi:

- 1) 250 Watt Stereo
- 2) Type AV-299
4. Speaker

Digunakan untuk mengeluarkan bunyi berupa *pure tone* yang diatur oleh *software Tone Gen*.

Speaker yang digunakan ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Speaker.

Dengan spesifikasi:

- 1) Audax Woofer Midrange.
- 2) Nominal Impedance 8 Ohm.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area.
Access From (repository.uma.ac.id)9/1/24

3) Nominal Power RMS 60W

4) Sensitivity 90 dB

5. Mikrofon

Digunakan sebagai sensor untuk menangkap sinyal bunyi yang berinterferensi didalam tabung impedansi.

Mikropon yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Mikropon.

Dengan spesifikasi:

1. Frekuensi respon 50 – 15,000 Hz
2. Out put Impedance 300 Ohm.

6. Tabung Impedansi

Digunakan sebagai alat uji untuk mendapatkan nilai koefisien serap bunyi dari sampel berdasarkan ISO 10534-2 dan ASTM E-2611. Tabung impedansi hasil perancangan dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Tabung Impedansi.

Dengan spesifikasi:

- 1) Pipa paralon merk Maspion.
- 2) Panjang tabung 140cm.
- 3) Diameter dalam tabung 100 mm.
- 4) Tebal 5 mm.

3.3 Perancangan Tabung Impedansi

Tabung impedansi harus rata, mulus dan tidak berlubang. Dinding tabung harus cukup tebal dan kuat untuk menahan getaran yang timbul oleh sinyal bunyi yang dihasilkan *noise generator*.

Menurut persamaan (2.18) batas atas frekuensi f_u untuk diameter tabung 100 mm yaitu:

$$d < 0,58 \frac{c}{f}$$

$$0,1m < 0,58 \cdot \frac{343}{f_u}$$

Sehingga diperoleh batas atas frekuensi $f_u = 2$ kHz.

Batas bawah frekuensi f_l ditentukan oleh jarak antara mikrofon s_0 . Sesuai dengan persamaan (2.18) maka untuk jarak $s_0 = 150$ mm diperoleh:

$$s_0 > 0,05 \cdot \lambda_1$$

$$s_0 > 0,05 \cdot \frac{c}{f_1}$$

$$0,15m > 0,05 \cdot \frac{343}{f_1}$$

$$f_1 = 114 \text{ Hz}$$

Dan batas atas frekuensi untuk $s_0 = 150 \text{ mm}$ dengan persamaan (2.19) yaitu:

$$f_u \cdot s_0 < 0,45 c_0$$

$$f_u \cdot 0,15 < 0,45 \cdot 343$$

$$f_u = 1029 \text{ Hz}$$

Perlu diperhatikan bahwa semakin besar jarak antara kedua mikropon maka semakin akurat pengukurannya.

Jarak antara sumber bunyi dan mikropon x menurut ISO 10534-2 sesuai dengan persamaan (2.21) yaitu:

$$x > 3 \cdot d > 300 \text{ mm}$$

Sehingga dipilih $x = 350 \text{ mm}$.

Jarak x_2 antara sampel dan mikropon terdekat ditentukan oleh persamaan (2.22) yaitu:

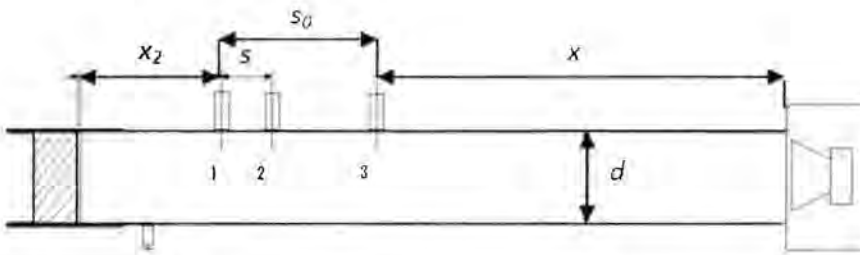
$$x_2 \geq 2 \cdot d$$

Sehingga dipilih $x_2 = 200 \text{ mm}$.

Maka panjang tabung untuk pengujian koefisien serap bunyi adalah:

$$l = x_2 + x + s_0 = 700 \text{ mm}$$

Skematis perancangan tabung impedansi untuk pengukuran koefisien absorpsi ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Skematis tabung impedansi untuk pengukuran koefisien absorpsi.

Untuk pengukuran frekuensi tinggi, jarak mikrofon yang lebih dekat s digunakan. Pada tabung impedansi ini diambil nilai $s = 75$ mm.

Sesuai dengan persamaan (2.20) dan (2.19) untuk $s = 75$ mm maka batas frekuensinya adalah:

$$f_u < 2058 \text{ Hz}$$

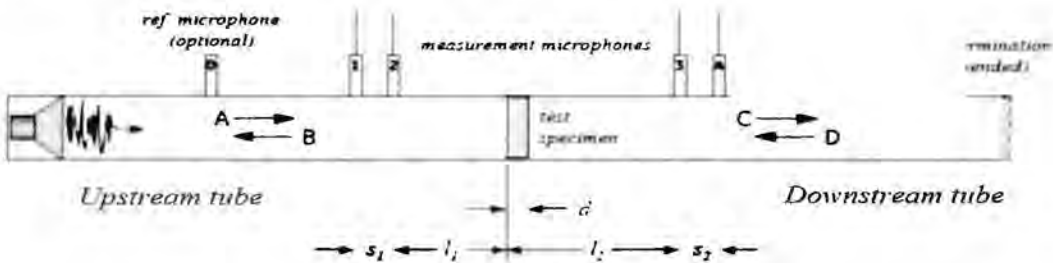
$$f_l > 228 \text{ Hz}$$

Dan untuk $s_0 = 150$ mm batas frekuensinya:

$$f_u < 1029 \text{ Hz}$$

$$f_l > 114 \text{ Hz}$$

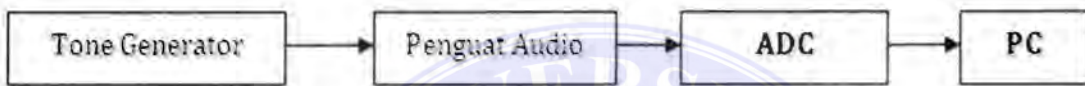
Untuk pengukuran *Transmission Loss*(TL) digunakan *downstream tube* (tabung tanpa speaker) diujung tabung lainnya dengan ukuran jarak antar mikrofon sesuai rancangan tabung pertama (*upstream tube*). Skematis perancangan tabung impedansi untuk pengukuran *transmission loss* ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Skematis tabung impedansi untuk pengukuran *transmission loss*.

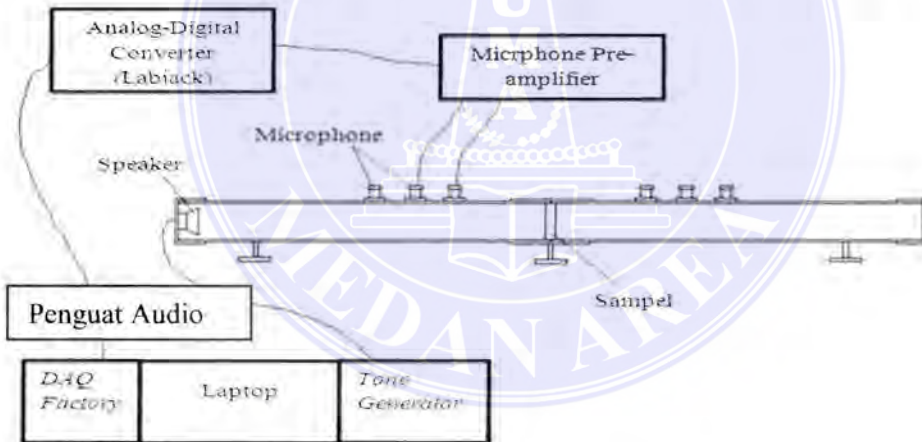
Dapat disimpulkan bahwa konstruksi tabung impedansi ini untuk pengukuran koefisien serap bunyi dan *transmission loss* memiliki batas frekuensi berdasarkan ISO 10534-2 dan ASTM E-2611 yaitu dari 114 Hz sampai 2 kHz.

Secara eksperimental, pengujian dan pengambilan data untuk mendapatkan dan alat-alat pendukung lainnya (Gambar 3.11).



Gambar 3.11 Set Up Peralatan Pengujian

Skematis dan set up alat untuk pengujian koefisien serap bunyi ditunjukkan pada gambar 3.12.



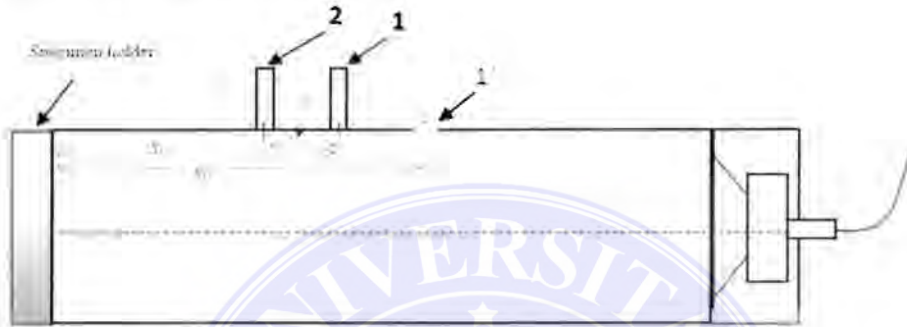
Gambar 3.12 Skema alat uji Tabung Impedansi.

3.4 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Siapkan semua peralatan uji dengan diatur sesuai gambar set up peralatan pengujian.
2. Masukkan spesimen uji dalam tabung impedansi, yaitu ditengah ruang uji dengan posisi tegak lurus terhadap arah ruang tabung.

3. Pengukuran dilakukan pada frekuensi 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 1500Hz, dan 2000 Hz.
4. Hubungkan mikropon 1 dan mikropon 2 pada pre-amp mic channel 1 dan 2. Untuk frekuensi dibawah 228Hz yaitu frekuensi 125Hz dipakai mikropon 1' dan 2. Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Posisi mikropon 2,1 dan 1'

5. Hubungkan output chanel pre-amp mic ke chanel 1 dan chanel 2 pada labjack.
6. Hubungkan Labjack ke port USB pada Laptop lalu buka Software DAQFactory untuk menganalisis sinyal.
7. Pada DAQFactory buka program Sound Recorder 4ch.
8. Untuk membangkitkan sinyal bunyi, buka program *ToneGen*. Bunyi yang dikeluarkan berupa *pure tone*.
9. Atur frekuensi pada *ToneGen* lalu buka kembali *DAQFactory* untuk melihat grafik tegangan suara pada masing-masing mikropon.
10. Klik Start/Stop Save untuk Logging data. Data grafik akan otomatis tersimpan dalam drive (D:) pada laptop.
11. Ambil nilai tegangan rata-rata pada masing-masing mikropon (A dan B) untuk dihitung koefisien absorpsinya dengan bantuan MATLAB.

12. Hitung tekanan suara pada masing-masing mikropon dengan rumus:

$$p_1 = Ae^{-j k x_1} + Be^{j k x_1}$$

$$p_2 = Ae^{-j k x_2} + Be^{-j k x_2}$$

13. Hitung faktor Refleksi dan koefisien serap bunyi dengan rumus:

$$r = \frac{H_{21} - e^{-j k s}}{e^{j k s} - H_{21}} e^{2 j k x_1}$$

$$\alpha = 1 - |r|^2$$

14. Ulangi prosedur diatas untuk frekuensi dan sampel yang berbeda.

15. Masukkan data yang telah dihitung ke dalam tabel dan di plot ke dalam bentuk grafik agar dapat melihat perbandingan koefisien serap bunyi pada frekuensi yang berbeda dan pada masing-masing sampel.

3.5 TEKNIK PENGUKURAN, PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

Pengukuran koefisien serap bunyi dihitung sesuai standar ISO 10543-2:1998 dan ASTM E-1050 untuk tabung impedansi 2 mikropon. Untuk memudahkan perhitungan koefisien serap bunyi sesuai dengan persamaan (2.14) dan (2.15), digunakan *software* MATLAB. Dengan kode MATLAB sebagai berikut.


```

>> % Reflection and Absorption coefficients measurements
freq=[]; % frequency vector (Hz)
c=343; % speed of sound in air at 20 Celsius (m/s)
k=(2*pi*freq)/c; % wavenumber in air (m^-1)
A=[]; % Amplitude at mic1 (Volt)
B=[]; % Amplitude at mic2 (Volt)
x1=0.075; % distance between the sample and the farther microphone
x2=0.2; % distance between the sample and the closer microphone
s=0.075; % microphone spacing (m)

% Sound Pressure at mic1 & mic2
p1=(A*exp(-j.*k.*x1))+(B*exp(j.*k.*x1));
p2=(A*exp(-j.*k.*x2))+(B*exp(j.*k.*x2));

% H21 is Transfer function measured between two mics
H21=p1/p2;

% Reflection coefficient
r = ( H21 - exp(-j.*k.*s) ) ./ (exp(j.*k.*s) - H21) .* exp(2.*j.*k.*x1);

% Absorption coefficient
alpha = 1 - abs(r).^2;
    
```

Variabel Bebas (VB)

- 1) Komposisi Ijuk Aren-Sabut Kelapa
- 2) Frekuensi (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz dan 2000 Hz)

Variabel Terikat (VT)

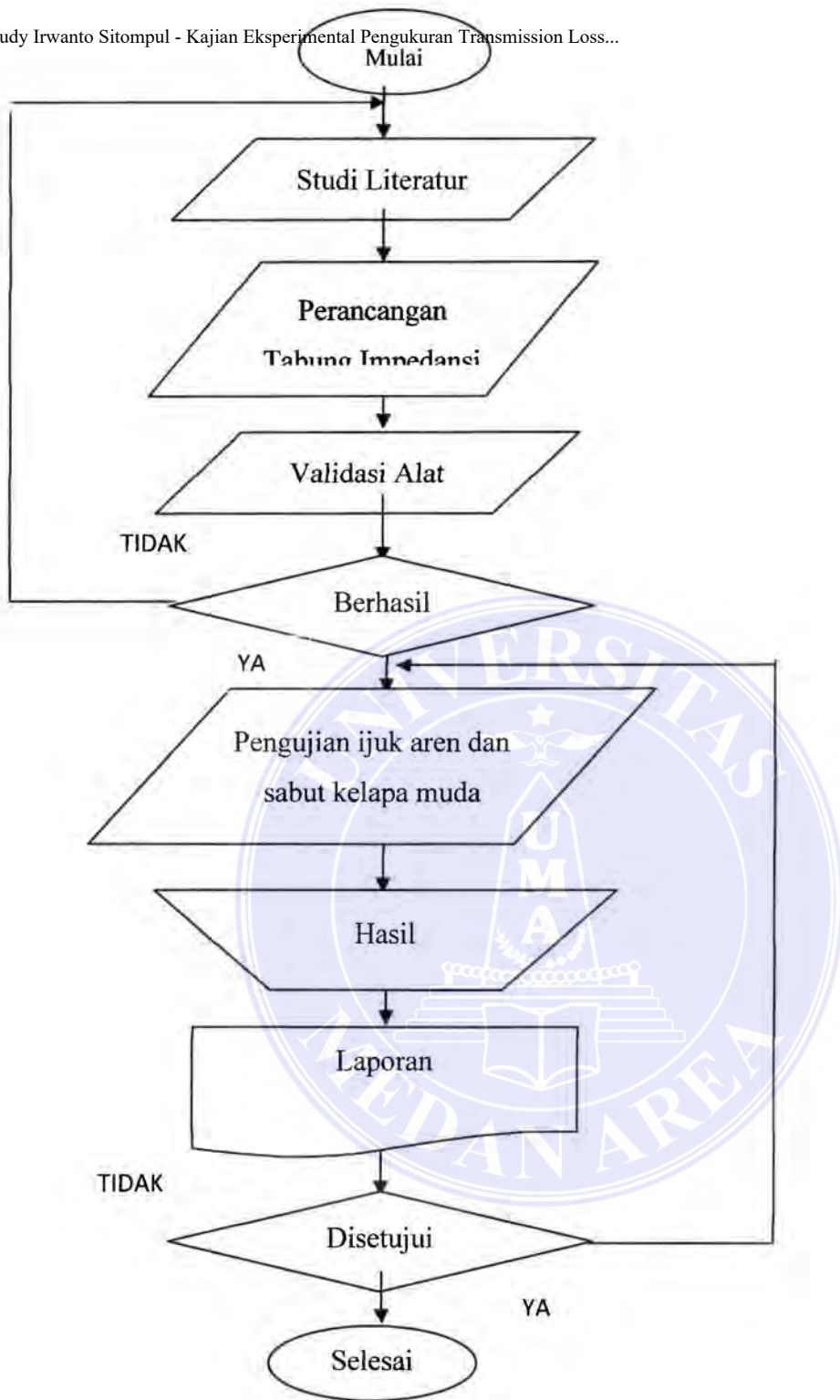
- 1) Volume pada amplifier
- 2) Koefisien serap (absorpsi) (α)

3.6 Validasi Alat

Sebelum melakukan pengujian penulis melakukan validasi alat dengan membandingkan hasil pengukuran dengan data yang ada di referensi (nilai standar).

3.7 Flow Chart

Untuk memudahkan pelaksanaan riset serta sistematis dalam monitoring dan evaluasi, maka dibuat *flow chart* seperti ditunjukkan pada gambar 3.14.



Gambar 3.14 Diagram alir penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

1. Dalam penelitian ini dapat diketahui bahwa semakin tinggi campuran sabut kelapa pada material paduan ijuk aren dan sabut kelapa maka semakin menurunkan nilai *transmission loss*nya. Diperoleh nilai *transmission loss* tertinggi pada spesimen ijuk aren-sabut kelapa 1:2 yaitu sebesar 47.911dB.
2. Nilai frekuensi yang terbaik di insulasi material campuran ijuk aren dan sabut kelapa untuk masing-masing komposisi ijuk aren – sabut kelapa 2:1, ijuk aren – sabut kelapa 1:1 dan ijuk aren – sabut kelapa 1:2 adalah pada frekuensi 2000 Hz dimana pada frekuensi tersebut didapat nilai *Transmission Loss* maksimum.

2. Saran

1. Perlu diadakan pengujian lebih lanjut mengenai karakteristik akustik material paduan ijuk aren dan sabut kelapa dengan variasi komposisi yang berbeda-beda.
2. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variasi frekuensi diatas 2000 Hz.
3. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut menggunakan alat pengukur sinyal mikropon selain LabJack agar hasil lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Doelle, L.L., 1986, "Akustik Lingkungan" Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Lord, P., dan Templeton, D., 2001, "Detail Akustik" Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Mediastika, C.E., 2005, "Akustika Bangunan". Penerbit Erlangga Jakarta.
- <http://www.bi.go.id/sipuk/> Industri Serat Sabut Kelapa
- Khuriati, A dkk 2004, "Kajian Kinerja Serapan Bunyi Serabut Kelapa yang dicampur Tepung Kanji dan Serat Sintetik".
- www.encyclopedia2.thefreedictionary.com, "*Absorption Accoustic*", (online) pada 2/12/2013.
- [www.hseclubIndonesia.wordpress](http://www.hseclubIndonesia.wordpress.com), "Kebisingan Serta Pengaruhnya Terhadap Kesehatan dan Lingkungan", (online) pada 4/2/2013.
- http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCcQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bksv.ro%2Fproduse%2F4206.pdf&ei=ZhsrU-XQNsa_rgee14DIDQ&usg=AFQjCNFdD9XTSV4YsEbFT7HLRvpA2v71g&bvm=bv.63316862,d.bmk Perancangan Tabung (online) pada 11/11/2013.
- http://fisikagelombang.blogspot.com/2010/02/gelombang-transversal_6154.html (online) pada 4/12/2013.
- <http://fisikagelombang.blogspot.com/2010/02/gelombang-longitudinal.html> (online) pada 4/12/2013.
- <https://www.google.com/search?q=material+akustik+jerami&ie=utf-8&oe=utf-8&aq=t&rls=org.mozilla:en-US:official&client=firefox-a#q=material+akustik+jerami&rls=org.mozilla:en-US:official&start=50> Material Akustik Jerami (online) pada 8/12/2013
- http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CEwQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.bksv.com%2Fdoc%2Fbn0982.pdf&ei=g68uU5HeFs_QrQe1qYGoCA&usg=AFQjCNGBNWhIjrPq3n6Napb9nHfUmTQRCg&bvm=bv.62922401,d.bmk Perbandingan Dua dan Empat Mikrofon Standing Wave Tabung Prosedur untuk Memperkirakan Koefisien Insiden Penyerapan normal (online) pada 10/1/2014