

Skripsi

**KAJIAN PENGUKURAN KOEFISIEN ABSORPSI BUNYI MATERIAL
KARTON | *POLYFOAM* DENGAN PEREKAT KANJI**

**HAJRUL FARAWANSYA
H021191069**



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**KAJIAN PENGUKURAN KOEFISIEN ABSORPSI BUNYI MATERIAL
KARTON | POLYFOAM DENGAN PEREKAT KANJI**

SKRIPSI



UNIVERSITAS HASANUDDIN
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Pada Program Studi Fisika Departemen Fisika

Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

HAJRUL FARAWANSYA

H021 19 1069

DEPARTEMEN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

KAJIAN PENGUKURAN KOEFISIEN ABSORPSI BUNYI MATERIAL
KARTON | *POLYFOAM* DENGAN PEREKAT KANJI

Disusun dan diajukan oleh:

HAJRUL FARAWANSYA

H021 19 1069

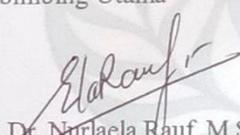
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 25 Oktober 2023

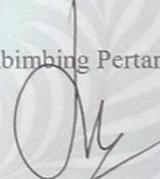
Dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan:

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Prof. Dr. Nurlaela Rauf, M.Sc.
NIP. 19600624 198601 2 001

Pembimbing Pertama


Prof. Dr. Sri Suryani, DEA.
NIP. 19580508 198312 2 001

Ketua Program Studi



Prof. Dr. Arifin, M.T.
NIP. 19670520 199403 1 002

iii

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hajrul Farawansya
NIM : H021191069
Program Studi : Fisika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya tulisan saya yang berjudul:

KAJIAN PENGUKURAN KOEFISIEN ABSORPSI BUNYI MATERIAL KARTON | *POLYFOAM* DENGAN PEREKAT KANJI

Adalah karya tulis berdasarkan hasil pemikiran dan penelitian saya, bukan merupakan hasil pengambilalihan tulisan maupun pemikiran orang lain. Jika terdapat karya orang lain dalam skripsi ini, maka akan dicantumkan sumber yang benar dan jelas. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Jika dikemudian hari terdapat ketidakbenaran dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya siap menerima sanksi atas perbuatan saya.

Makassar, 20 Oktober 2023



Yang Menyatakan

Hajrul Farawansya
H021191069

ABSTRAK

Pengembangan material akustik berbasis bahan limbah untuk mengatasi masalah kebisingan menjadi alternatif yang berkelanjutan yang ramah lingkungan. Penelitian ini menggunakan limbah karton *egg try* dan *polyfoam* sebagai bahan utama pembuatan material akustik, yang direkatkan menggunakan tepung kanji. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui koefisien penyerapan bunyi pada material karton *egg try* dan *polyfoam* dengan memvariasikan ketebalan dan susunannya. Pengukuran koefisien penyerapan bunyi digunakan tabung impedansi. Hasil penelitian menunjukkan besar penyerapan bunyi pada tiap variasi ketebalan dan susunan sampel yang memenuhi standar ISO 11654. Penyerapan bunyi yang baik diperoleh pada sampel dengan ketebalan besar dan pada susunan *polyfoam* diletakkan diurutan belakang.

Kata kunci: *Koefisien Absorpsi, Egg Try, Polyfoam, Tabung Impedansi.*

ABSTRACT

The development of waste material-based acoustic materials to overcome noise problems is a sustainable, environmentally friendly alternative. This research uses waste egg cartons and polyfoam as the main ingredients for making acoustic materials, which are glued together using starch. The aim of this research is to determine the sound absorption coefficient of egg try cardboard and polyfoam materials by varying their thickness and arrangement. To measure the sound absorption coefficient, an impedance tube is used. The results of the research show that there is a large amount of sound absorption for each variation in thickness and arrangement of the samples which meets the ISO 11654 standard. Good sound absorption is obtained in samples with a large thickness and in the polyfoam arrangement placed at the back.

Keywords: *Absorption Coefficient, Egg Try, Polyfoam, Impedance Tube.*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabaraktuh

Alhamdulillahirobbil'alamin, berkat nikmat kemudahan dan pertolongan yang diberikan oleh Allah SWT. penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Pengukuran Koefisien Absorpsi Bunyi Material Karton | *Polyfoam* Dengan Perekat Kanji”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Fisika Departemen Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dorongan oleh berbagai pihak yang secara konsisten memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini perkenankanlah penulis untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ayahanda tercinta **Habo, S.pd.**, dan Ibunda tercinta **Samirna Rady, S.Pd.**, atas segala kerja keras, pengorbanan, dukungan dan kasih sayang luar biasa serta limpahan doa restu mulianya. Terima kasih kepada kedua adik tersayang **Hikma Salsyabila** dan **Hulfiah Azzahra** yang selalu menjadi penyemangat penulis selama ini. Serta kepada **Alm. Nenek Mina** tercinta yang sudah memberi dukungan dan kasih sayang kepada penulis sejak kecil hingga beliau wafat.
2. **Prof. Dr. Nurlaela Rauf. M.Sc.**, selaku pembimbing utama dan **Prof. Dr. Sri Suryani. DEA.**, selaku pembimbing pertama penulis yang dengan penuh kesabaran telah meluangkan waktu dan pemikirannya ditengah kesibukan untuk senantiasa memberikan arahan dan dorongan kepada penulis dari awal hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
3. **Prof. Dr. Dahlang T., S.Si.,M.Si.** selaku pembimbing akademik saya sekaligus Kepala Laboratorium konsentrasi saya yang sudah memberikan saran, masukan dan arahan selama saya melaksanakan perkuliahan.
4. **Bapak Heryanto, S.Si., M.Si.**, dan **Prof. Dr. Arifin, M.T.**, selaku Tim Penguji yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam

memberikan masukan serta kritikan yang membangun kepada penulis dalam penyempurnaan tugas akhir ini.

5. Segenap jajaran **Dosen Pengajar, Staff Departemen Fisika dan Asisten Laboratorium Material dan Energi** yang telah banyak membantu, memberikan ilmu-ilmunya, serta bimbingan yang telah diberikan selama penulis menempuh pendidikan sarjana di Departemen Fisika.
6. **Dr. Eng. Hj. Asniawaty, S.T., MT.**, selaku Kepala Laboratorium beserta **laboran Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan** Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Unhas yang sudah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian.
7. Teman seperjuangan sejak awal perkuliahan **Gunawan dan Abdul Razak** yang kusebut '**Daun Kering**' yang sejak awal perkuliahan selalu menjadi teman dalam menjalani perkuliahan, memberikan semangat dan saran sampai penulis menyelesaikan tugas akhir.
8. Teman baik yang berasal dari bone **Rifqah Nurul Ihsani dan Faradiba Tsani Arif** yang senantiasa menemani penulis, memberikan motivasi, saran, dan bantuan dalam menempuh perkuliahan sampai penulis menyelesaikan tugas akhir.
9. Fisika Angkatan 2019, terkhusus kepada **Sire, Asira, Nurul, Eni, Nabila, Stania, Rati, Gisel, Enjel, Maria, Yoriska, dan Alya** serta teman-teman lainnya yang tidak sempat saya sebutkan satu-persatu. Terima kasih telah memberikan bantuan dan motivasi selama masa perkuliahan.
10. Kakak-kakak dan Adik-adik **Himpunan Mahasiswa Fisika** yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama melaksanakan perkuliahan.
11. Teman KKN Gelombang 109 Desa Bonto Matene, **Azizah, Mbak Dina, Syalza, Fadel, Afi, Riri, Pute', Kak Fuad, Jaya, dan Waode** yang telah memberikan bantuan, penghiburan dan motivasi selama masa KKN sampai penulis menyelesaikan perkuliahan.
12. Sahabat perjuangan yang paling sayang dengan penulis **Raisha dan Lisa** yang sudah menemani penulis sejak masa SMA sampai menyelesaikan perkuliahan,

selalu menjadi tempat cerita, menghibur, memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis.

13. Sahabat Konseling **Ikra** dan **Kamil** yang senantiasa menjadi teman cerita saya selama menjalani perkuliahan, yang selalu menghibur dan memberikan bantuan hingga penulis menyelesaikan perkuliahan.
14. Kakak pengurus **Marching Band Langga Monar, Kak Bhoa dan Kak Misra**. Teman dan adik seperjuangan **Gloria, Fasya, Angga, Dian, Lala, Bayu, Dhiank, Ilal, Azis, Ari, Utta, Abduh, Sarah, Wawan** serta adik **Doa, Fira, Aulia, Nia** dan semua keluarga **Marching Band Langga Monar** yang selalu memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan.
15. Kakak Pelatih dan teman-teman **Mind Map, Pak Nyoleh, Kak Hesti, Kak Vadel, Kak Citra, Kamal, Cipat, Kak Maizah, Kak Yasmin, Fitri dan Zalfa** yang selalu memberikan motivasi dan bantuan selama masa perkuliahan.
16. Kakak Pelatih, Manager sekaligus Konduktor **PSM UNHAS, Kak Arik** serta Pelatih sekaligus Arranger **Alm. Kak Idho** yang selama ini sudah menjadi Orang Tua, banyak memberikan pengalaman berharga, memberikan motivasi, dan bantuan kepada penulis selama masa perkuliahan.
17. Teman-teman **PSM Angkatan 2019, Bu Aji Fate, Kak aji Willy, Dek Aji Saldy, Maya, Baso, Echy, Mercy, Jakwan, Syefa, Hanif, Trixi, dan Tofu** yang sudah menjadi keluarga saya selama berkuliah di Unhas. Terkhusus untuk **Isnira Maya, S.S.**, sahabat yang sudah pergi mendahului kami semua terima kasih sudah menemani, merawat penulis pada saat sakit, memberi dukungan dan bantuan kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
18. Keluarga besar **PADUAN SUARA MAHASISWA UNHAS**, Terkhusus kepada kakak-kakak senior **K' Cakra, K' Pretty, K' Teddy, K' Idef, K' Ikhwan, K' Alfaadh, K' Ucil, K' Rivai, K' Firman, dan K' Afed** serta adik **Dylan, Dhani, Tasya, Oliv, Fares, Aswin, Ian, Murid-muridku Angel, Fajar, Lucky, Echa**, Adik-Adik lucu **Dian, Rania, Supri, Mijon, Shifa, Wawa, Wirda, Almas, Anas, Asrul, Uni, Adit, Ikhwan, Imran, Adik Angkatan 22** dan seluruh anggota **PSM UNHAS** yang tidak sempat saya

sebutkan satu-persatu yang sudah menjadi keluarga, penghiburan, memotivasi, memberikan masukan dan bantuan selama masa perkuliahan.

19. Terkhusus kepada seorang berNIM **E031211043** yang telah menjadi support system, menemani, menghibur, memberikan bantuan, memfasilitasi hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan lancar.

Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Namun, inilah hasil terbaik yang dapat diberikan oleh penulis pada penelitian ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat untuk berbagai pihak.

Makassar, 20 Oktober 2023

Hajrul Farawansya

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
II.1 Bunyi.....	3
II.2 Kebisingan.....	3
II.2.1 Sumber Kebisingan.....	5
II.2.2 Zona Kebisingan.....	5
II.2.3 Nilai Ambang Batas Kebisingan.....	6
II.3 Material Akustik.....	6
II.4 Koefisien Penyerapan Bunyi.....	8
II.5 Karton Rak Telur (<i>Egg try</i>).....	9
II.6 <i>Polyfoam</i>	9
II.5 Tepung Kanji.....	10
BAB III METODE PENELITIAN	12
III.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
III.2 Alat dan Bahan.....	12
III.3 Prosedur Penelitian.....	13

III.4 Analisis Data	14
III.5 Bagan Alir Penelitian.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
IV.1 Pembuatan Material Akustik.....	15
IV.2 Pengukuran Nilai Koefisien Penyerapan Bunyi.....	16
II.2.1 Koefisien Penyerapan Bunyi dengan Variasi Ketebalan	18
II.2.2 Koefisien Penyerapan Bunyi dengan Variasi Susunan.....	20
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	23
V.1 Kesimpulan	23
V.2 Saran	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Material Akustik dengan Variasi Ketebalan	15
Gambar 4.2 Material Akustik dengan Variasi Susunan	16
Gambar 4.3 Skema Pengukuran Tabung Impedansi.....	16
Gambar 4.4 Grafik Koefisien Penyerapan Bunyi dengan Variasi Ketebalan	18
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Ketebalan dan Koefisien Penyerapan Bunyi.....	19
Gambar 4.6 Grafik Koefisien Penyerapan Bunyi dengan Variasi Susunan.....	20
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Susunan dan Koefisien Penyerapan Bunyi	21

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Ambang Batas Kebisingan	7
Tabel 4.1 Perbandingan koefisien penyerapan bunyi material akustik dari bahan limbah dari berbagai referensi	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi pembuatan sampel	30
Lampiran 2. Hasil variasi sampel	31
Lampiran 3. Proses pengukuran koefisien absorpsi	31

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kebisingan merupakan bunyi yang tidak diharapkan, karena sangat mengganggu bahkan dapat menjadi bahaya bagi kesehatan manusia sehingga perlu dibuat suatu material yang dapat mengurangi atau menyerap intensitas bunyi. Material-material penyerap bunyi tersebut diukur sifat akustiknya, sehingga dihasilkan material penyerap bunyi yang baik [1].

Pada saat ini, pengembangan material terus dilakukan menggunakan bahan yang mudah didapatkan disekitar sehingga pembuatannya tidak berdampak buruk pada lingkungan karena dapat menghemat energi dalam proses produksinya [2]. Salah satu solusi pembuatan material akustik yaitu berasal dari bahan tidak terpakai lagi namun mudah untuk dapatkan atau disebut dengan limbah. Limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai material akustik adalah limbah berbahan dasar karton seperti *egg try* dan berbahan busa seperti *polyfoam*.

Egg try merupakan salah satu bahan akustik alternatif yang mudah didapatkan dan harganya yang cukup murah. Pemanfaatan rak telur dapat mereduksi suara hingga 31,94 dB dengan pengurangan tingkat daya bunyi (L_w) sebesar 67,93%, sehingga dapat diasumsikan bahwa rak telur merupakan salah satu bahan akustik dapat dimanfaatkan untuk mengurangi kebisingan [3]. Keunggulan bahan *egg try* adalah memiliki bentuk yang unik serta memiliki tekstur khas yang dibentuk dari bubuk karton sebagai bahan bakunya sehingga bahan *egg try* mudah untuk dibentuk menjadi bahan peredam kebisingan [4].

Polyfoam adalah lembaran bahan *styrene* yang diproses menggunakan benzene yang kemudian terbentuk menjadi monomer yang tergabung satu sama lain menjadi polystyrene [5]. Bahan ini merupakan bahan yang tidak beracun, tidak berbahaya, tidak mudah terbakar, dan tidak memiliki bahan kimia aktif. Bahan tersebut dapat didesain dengan kepadatan dan ketebalan yang berbeda-beda. *Polyfoam* juga sering digunakan sebagai bahan pelindung getaran pada benda yang mudah pecah seperti barang elektronik sehingga bahan ini mudah kita temukan [6].

Berdasarkan uraian di atas penulis bermaksud berupaya memanfaatkan limbah menjadi barang baru yang dapat bermanfaat, seperti limbah karton *egg try*

dan *polyfoam*. *Egg try* dan *polyfoam* dapat dimanfaatkan menjadi bahan dasar pembuatan material akustik yang dapat digunakan untuk mengurangi kebisingan dari luar bangunan atau ruangan. Oleh karena itu, untuk memperoleh kualitas material akustik yang baik, penulis bermaksud ingin melakukan pengujian dengan mengangkat judul penelitian “***Kajian Pengukuran Koefisien Absorpsi Bunyi Material Karton / Polyfoam dengan Perekat Kanji***”.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Seberapa besar nilai koefisien penyerapan bunyi material akustik berbahan karton *egg try* dan *polyfoam* dengan variasi ketebalan dan frekuensi sumber bunyi ?
2. Seberapa besar nilai koefisien penyerapan bunyi material akustik berbahan karton *egg try* dan *polyfoam* dengan variasi susunan dan frekuensi sumber bunyi ?

I.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengukur nilai koefisien penyerapan bunyi material akustik berbahan karton *egg try* dan *polyfoam* dengan variasi ketebalan dan frekuensi sumber bunyi.
2. Untuk mengukur nilai koefisien penyerapan bunyi material akustik berbahan karton *egg try* dan *polyfoam* dengan variasi susunan dan frekuensi sumber bunyi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Bunyi

Bunyi merupakan gelombang jenis longitudinal yang bergerak dengan cara merambat dan bersumber dari benda yang bergetar. Bunyi bisa didengar sebab getaran benda sebagai sumber bunyi menggetarkan udara di sekitar dan melalui medium udara bunyi akan merambat sampai ke gendang telinga yang sebenarnya merupakan variasi tekanan udara secara periodik di sepanjang lintasan perambatannya. Tekanan udara periodik inilah yang akan menggetarkan selaput gendang telinga. Bunyi yang dapat didengar manusia berada pada kawasan frekuensi pendengaran, yaitu antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz.

Gelombang bunyi dapat merambat langsung melalui udara dari sumbernya ke telinga manusia, selain itu sebelum sampai ke telinga manusia, gelombang bunyi juga terpantul-pantul terlebih dahulu oleh permukaan bangunan, menembus dinding atau merambat melalui struktur bangunan. Telinga manusia dapat mendeteksi bunyi akibat perubahan tekanan yang merambat melalui suatu medium sebab adanya perubahan tekanan yang berulang. Manusia mendengar bunyi saat gelombang bunyi merambat melalui udara atau medium lain. Besar frekuensi bunyi yang dapat didengar oleh telinga manusia berkisar 20 Hz sampai 20 kHz dan batas ini disebut Audiosonik, sedangkan di atas 20 kHz disebut ultrasonik dan di bawah 20 Hz disebut infrasonik [7].

Ada tiga syarat terjadinya bunyi yaitu yang pertama, adanya sumber bunyi yang menghasilkan getaran atau gelombang bunyi. Kedua, adanya medium sebagai penghantar bunyi. Ketiga, terdapat penerima bunyi misalnya telinga manusia dan mikrofon. Bunyi memiliki laju yang bergantung pada temperatur dan tekanan. Misalnya pada udara 0°C dan tekanan 1 atm, bunyi akan memiliki kelajuan sebesar 330 m/s dan bisa sebesar 344 m/s pada suhu udara 20°C yang akan merambat lebih cepat pada medium padat [8].

II.2 Kebisingan

Kebisingan dapat disebut sebagai bunyi atau suara yang tidak diinginkan karena dapat mengganggu kenyamanan indra pendengaran pada manusia.

Kebisingan dapat dikendalikan secara arsitektural pada bangunan atau ruangan di daerah yang memiliki tingkat kebisingan tinggi untuk meredam atau mengurangi kebisingan pada suatu ruang atau bangunan. Kebisingan tidak hanya berpengaruh buruk pada pendengaran manusia saja. Namun juga dapat mengakibatkan terjadinya gangguan pada organ tubuh lain. Misalnya penyempitan pembuluh darah hingga gangguan pada sistem jantung. Secara psikologi kebisingan juga sangat berdampak yang dapat ditandai dengan penurunan efektivitas kerja serta kinerja seseorang [9].

Bunyi yang menimbulkan kebisingan disebabkan oleh sumber suara yang bergetar. Getaran sumber suara ini mengganggu keseimbangan molekul-molekul udara disekitarnya sehingga molekul- molekul udara ikut bergetar. Intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam satuan logaritmis yang disebut desibel (dB) dengan memperbandingkannya dengan kekuatan dasar 0,0002 dyne/cm² yaitu kekuatan dari bunyi dengan frekuensi 1000 Hz yang tepat dapat didengar oleh telinga normal. Bunyi biasanya dihasilkan oleh beberapa objek bergetar yang bersentuhan dengan udara. Bunyi akan dialirkan pada media seperti gas, cairan, dan padat [10]. Besaran bunyi yang sering berhubungan erat dengan pendengaran manusia adalah tingkat tekanan bunyi atau *Sound Pressure Level* (SPL). Besaran ini adalah logaritma dari rasio tekanan terhadap suatu tekanan acuan dan secara matematis dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$SPL = 10 \log \left(\frac{P^2}{P_{ac}^2} \right) dB \quad (2.1)$$

dengan, P adalah tekanan bunyi yang akan dinyatakan dalam dB, P_{ac} adalah tekanan bunyi acuan yang besarnya 2.10⁻⁵ Pa [11].

Untuk mengukur kebisingan kita dapat menggunakan dua cara yaitu cara sederhana menggunakan alat dan cara langsung. Cara sederhana yang dapat dilakukan ialah menggunakan *Sound Level Meter* dengan cara mengukur selama 10 menit tiap pengukuran dan pembacaan tiap 5 detik. Sedangkan cara langsung menggunakan *Integrating Sound Level* yang memiliki hasil frekuensi dengan waktu ukur 5 detik selama 10 menit [14].

II.2.1 Sumber Kebisingan

Sumber kebisingan adalah sumber bunyi yang dapat mengganggu pendengaran baik yang bersumber dari sesuatu yang bergerak maupun tidak bergerak. Umumnya kebisingan bersumber dari kegiatan manusia terutama pada pembangunan, kegiatan rumah tangga, industri, kemajuan transportasi, jalan lalu lintas baik lalu lintas darat maupun lalu lintas udara. Kebisingan juga biasanya bersumber dari kegiatan penambangan dan penggalian hingga kebisingan yang berasal dari kegiatan manusia misalnya pada lapangan olah raga, adanya konser musik, kegiatan wisata, mesin pemotong rumput, dan kegiatan harian manusia lainnya [3].

Intensitas kebisingan dalam arah tertentu di suatu titik adalah laju energi rata-rata. Energi ini ditransmisikan dalam lintasan satu satuan yang tegak lurus dengan arah lintasan dengan maksud tingkat intensitas bunyi sama dengan tingkat frekuensi bunyi. Intensitas rambat gelombang adalah rata-rata besarnya daya bunyi dibagi luas permukaan yang tegak lurus arah rambatnya [11]. Dengan demikian, intensitas kebisingan dapat dirumuskan menjadi

$$I = \frac{P}{A} \quad (2.2)$$

dengan P adalah daya bunyi (watt) dan luas medan A (m^2). Energi bunyi yang diteruskan ke sumber ke segala arah sama besarnya, sehingga luas yang dicapai sama dengan luas permukaan. Sehingga persamaan dapat dituliskan sebagai:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2} \quad (2.3)$$

Sedangkan untuk menghitung intensitas bunyi kita dapat menggunakan persamaan

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.4)$$

Pada suatu permukaan tertutup, rata-rata aliran energi bunyi yang berasal dari sumber bunyi sama dengan gaya bunyi yang berasal dari sumber tersebut atau dapat didefinisikan sebagai

$$\int_s I ds = 0 \quad (2.5)$$

II.2.2 Zona Kebisingan

Zona Kebisingan dapat dikelompokkan sesuai dengan titik kebisingan yang diizinkan menurut zonanya

1. Zona A dengan intensitas 35 – 45 dB yang diperuntukkan pada tempat penelitian, rumah sakit, atau tempat perawatan kesehatan dan sejenisnya
2. Zona B dengan intensitas 45 – 55 dB yang diperuntukkan pada daerah perumahan, tempat pendidikan atau tempat rekreasi
3. Zona C dengan intensitas 50 – 60 dB yang diperuntukkan pada perkantoran, perdagangan dan pasar
4. Zona D dengan intensitas 60 – 70 dB yang diperuntukkan pada daerah perindustrian, pabrik, stasiun kereta api, terminal dan sejenisnya.

Menurut IATA (*International Air Transportation Association*) zona yang berbahaya yang harus dihindari adalah zona yang memiliki intensitas suara > 150 dB bahkan pada intensitas (135-150) dB diharuskan memakai pelindung telinga seperti *earmuff* atau *earplug* [13]. Desain tingkat bunyi yang dianjurkan untuk berbagai jenis hunian di dalam bangunan diatur dalam SNI 03-6386-2000 dan UNESCO (*United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*) menyebutkan sumber kebisingan dapat berasal dari mesin-mesin industri, konstruksi bangunan, radio, televisi, kendaraan, kegiatan manusia, ataupun peralatan rumah tangga [14].

II.2.3 Nilai Ambang Batas Kebisingan

Nilai Ambang Batas Kebisingan menurut Kepmenaker No. per-51/ MEN/ 1999, ACGIH, 2008 dan SNI 16-7063-2004 yakni 85 dB yang diperuntukkan bagi pekerja yang bekerja dengan durasi 8 jam/hari atau 40 jam dalam seminggu. Kebisingan yang berada lebih dari 85 dB akan berakibat pada kondisi para pekerja misalnya terjadi kegelisahan, kejenuhan, sakit lambung atau kepala, dan masalah peredaran pada darah. Kebisingan berlebihan dan yang berkepanjangan akan berakibat pada masalah kesehatan misalnya dapat menimbulkan sakit jantung, tekanan darah tinggi, dan luka pada perut. Nilai ambang batas sangat perlu kita ketahui demi menghindari hal tersebut. Nilai ambang batas tersebut dapat kita lihat pada tabel berikut [13].

Tabel 2.1 Nilai ambang batas kebisingan

Waktu pemaparan perhari	Intensitas kebisingan (dB)
8 Jam	85
4	88
2	91
1	94
30 Menit	97
15	100
7,5	103
3,75	106
0,94	112
28,12 Detik	115
14,06	118
1,88	109
7,03	121
3,52	124
1,76	127
0,88	130
0,44	133
0,22	136
0,11	139
Tidak Boleh	140

II.3 Material Akustik

Akustik merupakan ilmu tentang gelombang yang bertekanan kecil sehingga dapat dideteksi oleh manusia. Kini, getaran struktural sudah termasuk dalam kategori akustik, dan persepsi suara sudah masuk pada bidang penelitian akustik. Sebab itu, akustik dapat disebut sebagai bagian dari dinamika fluida [10]. Material akustik merupakan salah satu upaya dan solusi yang dapat dilakukan untuk mereduksi kebisingan pada suatu ruangan. Namun, penggunaan material akustik penyerap bunyi dapat bekerja dengan efektif apabila menggunakan bahan yang baik. Bahan yang akan digunakan harus disesuaikan dengan tingkat kekerasan bunyi yang ada di dalam suatu ruangan [16]. Material akustik dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu material penyerap bunyi, material penghalang bunyi dan material peredam bunyi. Bahan yang mengandung serat kaca dapat menimbulkan efek buruk bagi kesehatan manusia, terutama pada paru-paru dan mata. Selain itu, penyerapan peredam suara dari bahan serat sintetis mahal dan tidak efektif meskipun menunjukkan hasil yang baik dalam menyerap suara [18].

Proses penyerapan bunyi ini terjadi ketika gelombang bunyi yang ada menumbuk material penyerap, sehingga energi bunyi yang menumbuk sebagian akan terserap dan berubah menjadi panas. Bunyi tersebut akan masuk melalui pori-pori pada material yang kemudian akan menumbuk partikel yang ada di dalamnya. Partikel - partikel pada material tersebut akan memantulkan bunyi ke partikel lain, sehingga bunyi yang masuk akan terperangkap di dalam bahan material [17]. Material penyerap bunyi dapat menyerap energi bunyi yang datang ketika gelombang bunyi tersebut menumbuk material. Bunyi akan menumbuk partikel di dalam material, kemudian partikel akan memantulkan ke partikel lain sehingga bunyi tersebut akan terkurung di dalam material. Material penyerap bunyi terdiri dari material berpori, material penyerap panel dan material resonator rongga [19].

Material Akustik yang umum digunakan adalah material berpori seperti kain perca, *foam*, rak telur, sabut kelapa, dan bahan lunak lainnya yang dapat menyerap suara menggunakan energi gesek dari komponen kecepatan gelombang suara dengan permukaan material akustik yang digunakan. Bahan penyerap yang lunak dapat menyerap suara yang lebih besar pada frekuensi 100-5000 Hz, sedangkan bahan penyerap resonansi seperti panel kayu tipis dapat menyerap suara dengan mengubah suara yang diterima menjadi getaran menjadi energi gesek [3]. Untuk menentukan nilai koefisien serap bunyinya dapat digunakan rumus sebagai berikut

$$\alpha = \frac{\ln I_0 - \ln I}{x} \quad (2.6)$$

α = Koefisien serap bunyi

I_0 = Intensitas bunyi sebelum melewati material peredam (dB)

I = Intensitas bunyi setelah melewati material peredam (dB)

x = Ketebalan material penyerap (cm)

Untuk melihat kualitas penyerap bunyi, nilai koefisien serap bunyi harus berada pada rentang 0-1. Apabila nilai koefisien serap bunyi yang diperoleh bernilai 0 atau lebih kecil dari 0, maka medium dapat dikatakan sebagai peredam suara yang tidak baik. Semakin besar nilai koefisien serap bunyi (α) maka semakin baik untuk digunakan sebagai peredam suara, begitu pula sebaliknya. Koefisien serap yang dimiliki tiap material berbeda-beda sesuai dengan jenis, tebal, dan kondisi material

saat dihitung. Koefisien serap bunyi dapat dipandang sebagai suatu persentase bunyi serap dimana 1,00 berarti daya serap maksimal yaitu 100 % dan 0,01 berarti daya serap minimal yaitu 1 % [20].

Material akustik mempunyai peran yang sangat penting dalam hal akustik ruangan seperti studio rekaman, ruang kelas, kantor, dan ruangan lainnya dari kebisingan yang tentunya sangat mengganggu. Material akustik tentunya memiliki fungsi sebagai penyerap dan peredam suara. Material penyerap bunyi tentunya harus diukur sifat akustiknya untuk menghasilkan material akustik yang menyerap bunyi dengan baik. Salah satu metode pengukuran yang dapat dilakukan yaitu dengan tabung impedansi. Tabung impedansi biasanya digunakan untuk mengetahui nilai koefisien serap dan transmisi bunyi [21].

II. 4 Koefisien Penyerapan Bunyi

Koefisien penyerapan bunyi merupakan bentuk efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu. Besarnya penyerapan bunyi tersebut disebut koefisien serapan (α). Nilai koefisien serap bunyi tersebut bernilai 0 sampai 1. Misalnya pada suatu bahan yang diberi bunyi dengan frekuensi 500 Hz, maka bunyi terserap sebanyak 65% dari bunyi yang datang dan 35% lainnya dipantulkan, maka koefisien penyerapan bunyi bahan tersebut senilai 0,65. Suatu material dapat dikategorikan sebagai bahan penyerap bunyi apabila material tersebut memiliki nilai koefisien absorpsi bunyi minimum sebesar 0.15 (ISO 11654, 1997) [21].

Bahan keras seperti bata atau beton biasanya menyerap energi bunyi yang datang padanya kurang dari 5%. Jika koefisien penyerapan bunyi suatu bahan tinggi, maka material tersebut dapat digunakan sebagai bahan penyerap bunyi. Nilai penyerapan bunyi dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$a = 1 - \left(\frac{SWR-1}{SWR+1} \right)^2 \quad (2.7)$$

Metode untuk mengukur koefisien penyerapan bunyi diantaranya dengan metode tabung impedansi dan metode pengukuran reverberasi sabin. Metode tabung impedansi dilakukan dengan membentuk bahan yang digunakan sama dengan diameter tabung impedansi yang digunakan sehingga lebih mudah dalam pengujiannya. Metode impedansi lebih sesuai dengan analisa teoritis [22].

II.5 Karton Rak Telur (*Eggtry*)

Egg try atau rak telur merupakan salah satu alternatif material akustik yang dapat kita gunakan untuk penyerapan bunyi. *Egg try* merupakan material campuran yang terbuat dari bahan kertas koran, karton dan kertas bekas yang mengandung selulosa dan hemiselulosa [18]. Selain mudah diperoleh dan murah, *Egg try* juga sederhana yang dapat mengaplikasikan teknologi tepat guna. Pada ruang semi bebas gema, material akustik berbahan rak telur juga dapat mereduksi suara hingga 31,94 dB dengan pengurangan tingkat daya bunyi (L_w) sebesar 67,93%. Sehingga dapat diasumsikan rak telur merupakan salah satu alternatif material akustik yang dapat digunakan untuk menyerap kebisingan [3]. Dilihat dari kekuatannya, rak telur mempunyai kekuatan konstruksi yang kuat sehingga dapat menahan beban pada kondisi stastis. Sedangkan secara visual, rak telur juga memiliki bentuk yang unik dengan tekstur khas yang mudah untuk dihancurkan menjadi bubur yang nantinya dapat kita bentuk menjadi material akustik dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan [4].

II.6 Polyfoam

Polyfoam dikenal sebagai busa poliuretan, adalah bahan sintetis yang digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pembuatan bantalan, peredam suara, isolasi termal, pelapis, dan produk yang memerlukan struktur ringan dan tahan lama. Kandungan kimia *polyfoam* utamanya terdiri dari poliuretan, yang merupakan polimer yang terbentuk melalui reaksi antara polioliol dan isosianat. Proses ini dikenal sebagai reaksi polimerisasi. Selain mudah didapatkan, *polyfoam* juga dapat kita manfaatkan sebagai bahan pengemas karena murah, anti bocor, dan tahan terhadap suhu panas dan dingin. *polyfoam* juga dapat kita gunakan sebagai bahan material akustik karena bahan tersebut memiliki pori. Bahan yang berpori dapat menyerap bunyi dengan efektif sehingga *polyfoam* merupakan alternatif yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap kebisingan [5].

II.7 Tepung Kanji

Tepung kanji atau tepung tapioka merupakan jenis tepung yang dibuat dari hasil penggilingan singkong yang dibuang ampasnya. Singkong tergolong polisakarida yang mengandung pati dengan amilopektin yang tinggi yaitu

amilopektin 83 % dan amilosa 17 %. Semakin besar kandungan amilopektin maka pati akan lebih basah dan lengket [23]. Oleh karena itu, tepung kanji banyak digunakan sebagai pengental dan bahan pengikat terutama pada industri makanan. Umumnya masyarakat mengenal dua jenis tapioka, yaitu tapioka kasar dan tapioka halus. Tapioka kasar masih mengandung gumpalan singkong yang masih kasar, sedangkan tapioka halus adalah hasil pengolahan lebih lanjut sehingga tidak mengandung gumpalan lagi. Singkong merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang mempunyai pola hubungan antara tingkat ketuaan, kekerasan dan kandungan pati. Standar Nasional Indonesia Tepung Tapioka 01-3451-1994 yaitu memiliki kadar air maksimal 15 %, dan serat kotor maksimal 0,6 % [24].

BAB III METODE PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – Mei 2023 bertempat di Laboratorium Material dan Energi Departemen Fisika FMIPA Universitas Hasanuddin dan Laboratorium Sains dan Teknologi Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

III.2 Alat dan Bahan Penelitian

III.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Neraca Digital
2. *Blender*
3. Gelas ukur
4. Cetakan
5. Gunting
6. Penggaris
7. Jangka Sorong Digital
8. *Magnetic Stirrer*
9. Pengaduk
10. Tabung Impedansi

III.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Air
2. Karton rak telur (*Egg try*)
3. *Polyfoam* (ketebalan 4 mm)
4. Tepung Kanji

III.2.3 Prosedur Penelitian

III.2.3.1 Prosedur Kerja Pembuatan Sampel

Karton *egg try* (material 1) dibuat menjadi ukuran-ukuran kecil kemudian dihancurkan dengan air dengan perbandingan 1:10 menggunakan *blender* selama 2 menit. Adonan yang hancur kemudian dicetak menggunakan cetakan dengan variasi ketebalan yang berbeda (5 mm, 8 mm dan 10 mm) dan dikeringkan selama 3-4 hari dibawah sinar matahari. Setelah kering, dibentuk menjadi lingkaran berdiameter 10 cm yang kemudian direkatkan dengan *Polyfoam* (material 2) dengan ketebalan 4 mm berdiameter 10 cm menggunakan tepung kanji dengan variasi ketebalan *eggtry*. Sampel kemudian diukur didalam tabung impedansi berdiameter 10 cm. Sampel di buat dengan variasi ketebalan sekitar 3 mm [19]. Berikut variasi ketebalan dan susunan pada sampel.

Variasi Ketebalan

Sampel A : Material 1 dan 2 tebal 9 mm

Sampel B : Material 1 dan 2 tebal 12 mm

Sampel C : Material 1 dan 2 tebal 15 mm

Variasi Susunan

Sampel D : Material 1, Material 2, dan Material 1.

Sampel E : Material 1, Material 1 dan Material 2.

Sampel F : Material 2, Material 1 dan Material 2.

III.2.3.2 Prosedur Kerja Pembuatan Perekat

Tepung kanji dicampurkan dengan air dengan perbandingan 1:2 menggunakan gelas ukur kemudian dipanaskan di dalam gelas ukur menggunakan *magnetic stirrer* sampai mengental. Setelah mengental, tepung kanji didiamkan sampai tidak terlalu panas lalu dioleskan pada *egg try* dan *polyfoam* sebagai perekat.

III.2.3.3 Prosedur Kerja Pengambilan Data

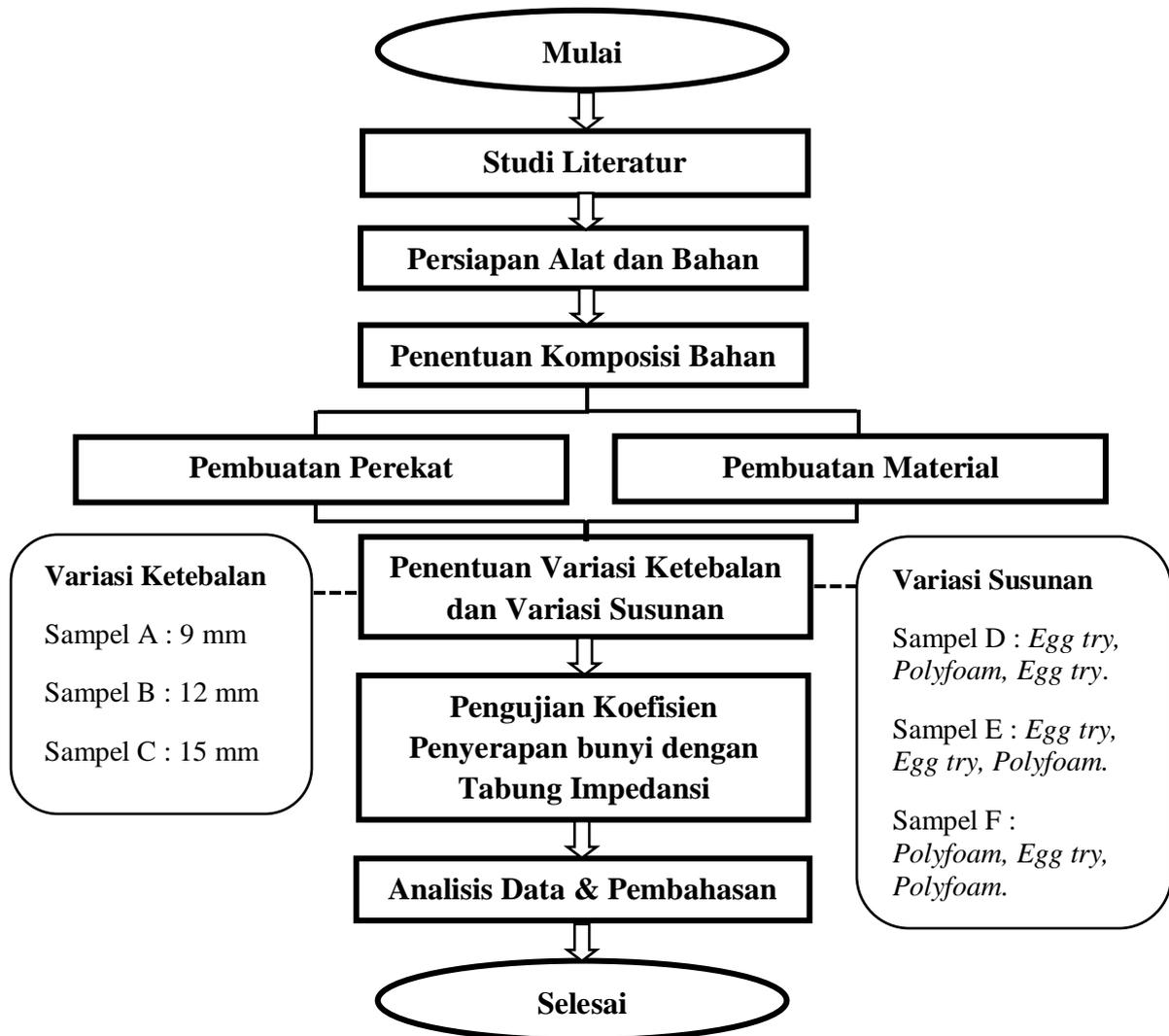
Pengambilan data dilakukan didalam ruangan tertutup menggunakan tabung impedansi sebagai alat ukur. Sampel diletakkan di dalam *holder* pada tabung impedansi. Tabung impedansi dinyalakan dengan memberi sumber bunyi dengan frekuensi kontinu dari 125 Hz – 1600 Hz menggunakan *amplifier*. Sampel akan menangkap bunyi yang diberikan dan mikrofon pada tabung akan menangkap

pantulan bunyi yang tidak diserap oleh sampel dan akan terbaca pada komputer yang terhubung dengan tabung impedansi.

III.3 Analisis Data

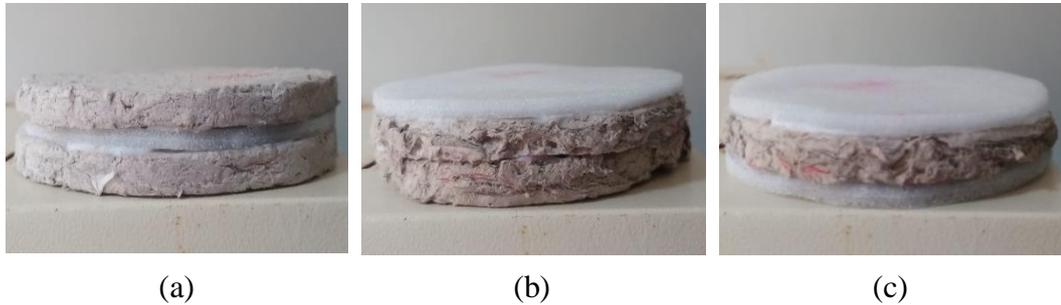
Pengukuran akan menghasilkan data berupa grafik hasil pengukuran koefisien penyerapan bunyi material akustik pada komputer yang terhubung dengan tabung impedansi. Grafik dari hasil pengukuran akan menunjukkan nilai koefisien penyerapan pada rentang frekuensi yang sudah ditentukan. Data tersebut akan menunjukkan hubungan ketebalan dan variasi susunan dengan koefisien penyerapan bunyi.

III.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

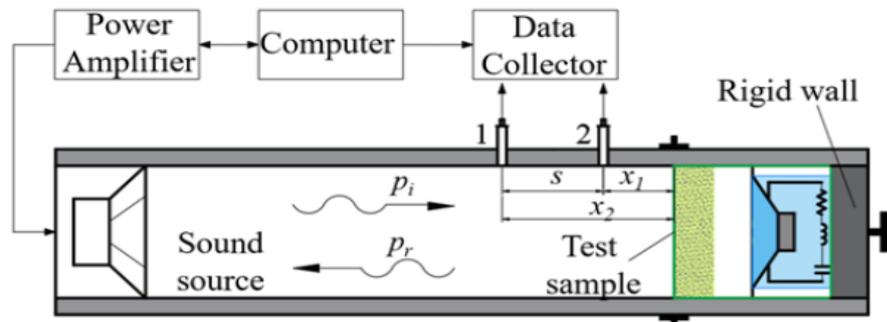
Gambar 4.1 Material Akustik dengan Variasi Ketebalan: (a) ketebalan 9 mm; (b) ketebalan 12 mm; (c) ketebalan 15 mm



Gambar 4.2 Material Akustik dengan Variasi Susunan: (a) Perlakuan I: (b) Perlakuan II: (c) Perlakuan III

IV.2 Pengukuran Nilai Koefisien Penyerapan Bunyi

Pengambilan data untuk nilai koefisien penyerapan bunyi (α) pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan tabung impedansi. Skema pengukuran menggunakan tabung impedansi ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Skema pengukuran tabung impedansi

Sampel diletakkan di dalam *holder* pada tabung impedansi berdiameter 10 cm yang terhubung dengan *amplifier*, *pulse* dan komputer. Tabung yang digunakan merupakan tabung impedansi dengan frekuensi maksimal 1600 Hz. Sumber bunyi dihasilkan dari *amplifier* dengan frekuensi kontinu 125 Hz sampai 1600 Hz. Bunyi dari *amplifier* akan masuk kedalam tabung impedansi melalui kabel yang dihubungkan pada bagian speaker pada tabung impedansi. Bunyi dari speaker bergerak menuju material pada bagian *holder* dan transfer kompleks dari tekanan suara pada dua mikrofon, refleksi kompleks kejadian normal dan koefisien

penyerapan akan ditentukan [25]. Tekanan bunyi pada posisi 1 dan 2 dapat didefinisikan sebagai

$$\begin{aligned} p_1 &= p_i e^{jk_0 x_1} + p_r e^{-jk_0 x_1} \\ p_2 &= p_i e^{jk_0 x_2} + p_r e^{-jk_0 x_2} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Fungsi alih medan bunyi total, pantulan gelombang akustik, dan gelombang akustik datang pada posisi 1 dan 2 dapat didefinisikan sebagai

$$\begin{aligned} H_{12} &= \frac{p_2}{p_1} = \frac{e^{jk_0 x_2} + r e^{-jk_0 x_2}}{e^{jk_0 x_1} + r e^{-jk_0 x_1}} \\ H_{11} &= \frac{p_{2I}}{p_{1I}} = e^{-jk_0(x_2-x_1)} = e^{-jk_0 s} \\ H_{R} &= \frac{p_{2R}}{p_{1R}} = e^{jk_0(x_2-x_1)} = e^{jk_0 s} \end{aligned} \quad (4.2)$$

dengan p_I dan p_R adalah amplitudo gelombang akustik datang dan pantulan, sedangkan x_1 dan x_2 menunjukkan antara posisi 1 dan 2 kedua mikrofon ke permukaan depan sampel yang diuji dan s adalah jarak antara posisi 1 dan 2 mikrofon. Berdasarkan persamaan (4.2), koefisien refleksi dapat didefinisikan sebagai

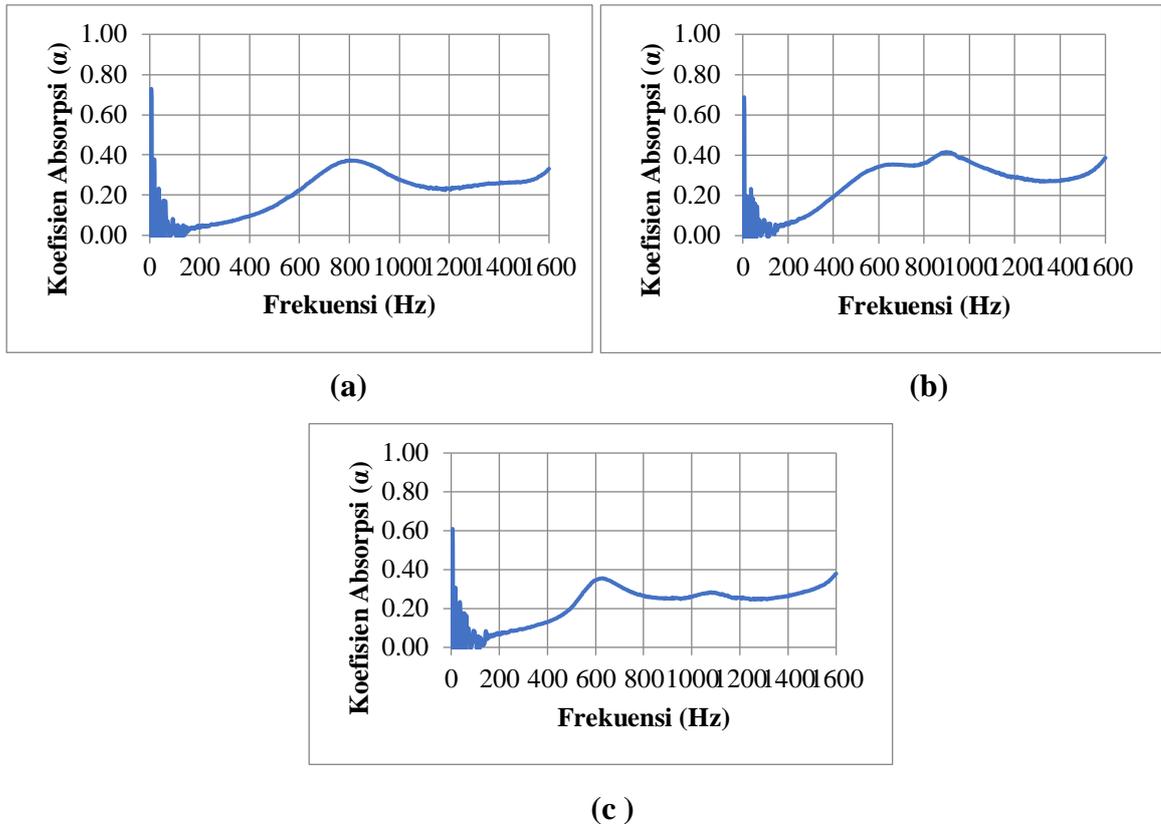
$$r = \frac{H_{12} - H_{11}}{H_R - H_{12}} e^{jk_0 x_1} \quad (4.3)$$

Mengikuti hukum kekekalan energi, koefisien serapan bunyi normal α dinyatakan sebagai

$$\alpha = 1 - |r|^2 \quad (4.4)$$

Bunyi pantulan / bunyi yang tidak diserap oleh material akan ditangkap oleh mikrofon pada tabung impedansi dan hasil koefisien penyerapan bunyi akan langsung muncul pada komputer melalui alat *pulse*. Hasil tersebut berupa angka dan dapat diubah menjadi bentuk grafik menggunakan aplikasi *excel* pada komputer. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan material yang diukur dengan variasi ketebalan dan variasi susunan dapat menyerap bunyi dengan baik pada bunyi dengan frekuensi berapa. Berikut grafik hasil pengukuran koefisien penyerapan bunyi dengan variasi ketebalan dan susunan material.

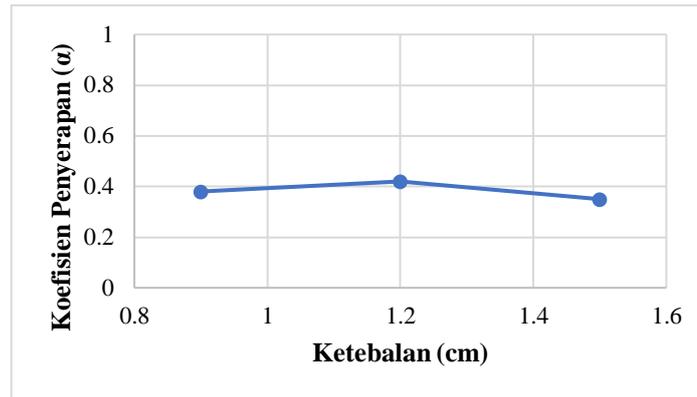
IV.2.1 Koefisien Penyerapan Bunyi dengan Variasi Ketebalan



Gambar 4.4. Grafik koefisien penyerapan bunyi dengan variasi ketebalan:

(a) ketebalan 9 mm; (b) ketebalan 12 mm; (c) ketebalan 15 mm

Grafik -grafik di atas menunjukkan bahwa material pada penelitian ini hanya dapat bekerja dengan baik pada rentang frekuensi 600-900 Hz untuk seluruh variasi ketebalan yang digunakan. Nilai koefisien penyerapan pada ketebalan 9 mm baik pada frekuensi 800 Hz, ketebalan 12 mm baik pada frekuensi 900 Hz sedangkan untuk ketebalan 15 mm baik pada rentang frekuensi 600-700 Hz. Perubahan nilai koefisien penyerapan bunyi pada setiap ketebalan tidak jauh berbeda disebabkan oleh perbedaan ketebalan material yang kecil. Berikut grafik hubungan antara ketebalan dengan nilai koefisien penyerapan bunyi pada frekuensi 600-900 Hz.

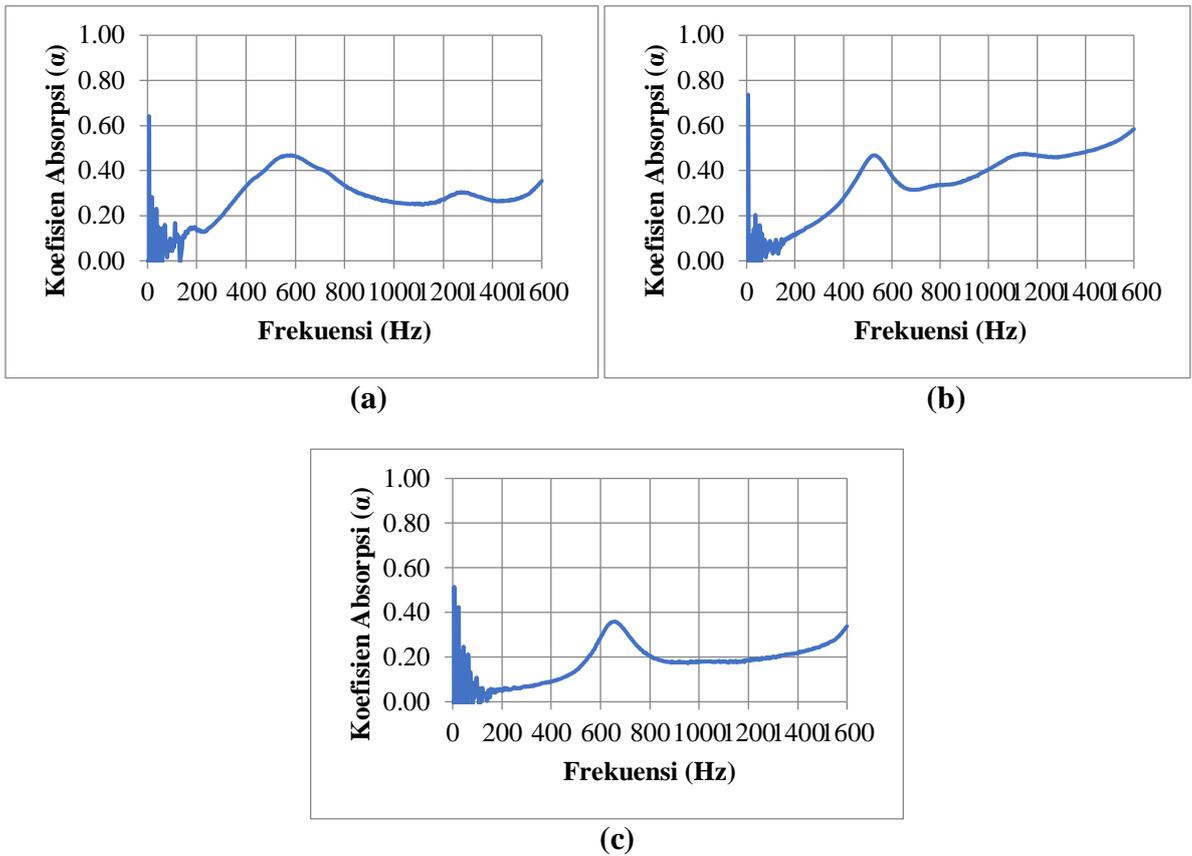


Gambar 4.5 Grafik hubungan ketebalan dengan nilai koefisien penyerapan bunyi

Berdasarkan teori pada persamaan 2.2, mengenai hubungan antara ketebalan dan koefisien penyerapan bunyi maka dinyatakan bahwa semakin besar ketebalan medium penyerap maka nilai koefisien penyerapan bunyi semakin kecil, begitupula sebaliknya. Grafik 4.5 menunjukkan bahwa nilai koefisien penyerapan bunyi dengan ketebalan 9 mm semakin meningkat pada ketebalan yang lebih besar yaitu 12 mm, sehingga menunjukkan bahwa material dengan ketebalan besar memiliki penyerapan suara yang besar. Oleh karena itu, pada ketebalan ini sudah memenuhi teori yang ada. Kemudian nilai koefisien penyerapan bunyi menurun pada ketebalan 15 mm yang menunjukkan koefisien penyerapan yang tidak jauh beda dengan ketebalan sebelumnya. Namun, pada ketebalan ini juga telah memenuhi teori yang ada.

Grafik tersebut juga menunjukkan nilai koefisien penyerapan bunyi terbesar yaitu pada ketebalan 12 mm yakni sebesar 0,42 dB. Dari nilai koefisien penyerapan bunyi yang didapatkan maka dapat disimpulkan bahwa pada frekuensi dengan rentang 600-1600 Hz semua variasi ketebalan telah memenuhi standar ISO 11654. Dimana standar ISO 11654 menyatakan bahwa suatu material dikatakan dapat menyerap bunyi dengan baik ketika memiliki nilai koefisien penyerapan bunyi lebih besar dari 0,15 [19]. Jika dikaitkan dengan frekuensi sumber yang diberikan, maka kedua material pada penelitian ini digolongkan sebagai bahan berpori, dimana bahan berpori merupakan bahan yang efisien digunakan pada frekuensi menengah keatas dibandingkan pada frekuensi rendah. Ketebalan sampel juga mempengaruhi nilai koefisien serapan akustik material, semakin tebal material maka koefisien serap bunyi akan meningkat [24].

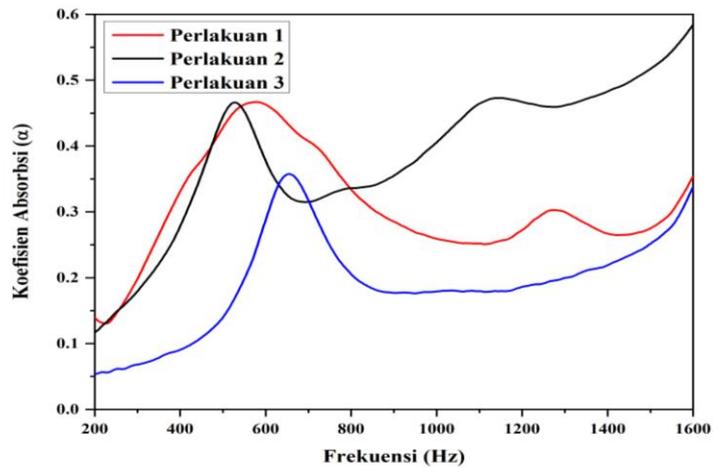
IV.2.1 Koefisien Penyerapan Bunyi dengan Variasi Susunan



Gambar 4.6 Grafik koefisien penyerapan bunyi dengan variasi susunan:
(a) perlakuan I; (b) perlakuan II; (c) perlakuan III

Grafik - grafik di atas menunjukkan bahwa material pada penelitian ini dapat bekerja dengan baik pada rentang frekuensi 500-700 Hz untuk seluruh variasi susunan yang digunakan. Nilai koefisien penyerapan pada perlakuan I baik pada frekuensi 500-600 Hz, perlakuan II baik pada frekuensi 500 Hz sedangkan untuk perlakuan III baik pada rentang frekuensi 600-700 Hz. Namun, pada perlakuan II koefisien penyerapan bunyi terus meningkat pada frekuensi yang lebih tinggi yakni frekuensi di atas 1000 Hz. Perubahan nilai koefisien penyerapan bunyi pada setiap susunan dipengaruhi oleh susunan material.

Berikut grafik hubungan antara susunan material dengan nilai koefisien penyerapan bunyi pada frekuensi 0-1600 Hz.



Gambar 4.5. Grafik hubungan susunan dengan nilai koefisien penyerapan bunyi

Grafik di atas menunjukkan bahwa pada perlakuan I dan perlakuan II memiliki koefisien penyerapan yang baik pada rentang frekuensi 500-600 Hz sedangkan untuk perlakuan III memiliki koefisien penyerapan yang baik pada rentang frekuensi 600-700 Hz, namun ketiga perlakuan tersebut telah memenuhi standar ISO 11654. Faktor yang mempengaruhi nilai koefisien penyerapan bunyi pada variasi susunan material ini yaitu letak *polyfoam*, jika *polyfoam* diletakkan mendekati sumber bunyi, maka nilai koefisien penyerapan bunyi semakin besar pada frekuensi kecil. Namun jika *polyfoam* diletakkan pada susunan ketiga maka nilai koefisien penyerapan bunyi yang diperoleh semakin kecil namun pada frekuensi yang tinggi. Hal ini disebabkan *polyfoam* yang digunakan tidak memiliki rongga udara yang banyak untuk menangkap bunyi yang datang dibandingkan dengan bahan *egg try* yang merupakan bahan yang memiliki banyak pori [3].

Nilai koefisien penyerapan bunyi berdasarkan variasi ketebalan material akustik menunjukkan bahwa nilai koefisien penyerapan bunyi yang memenuhi standar dan memiliki nilai koefisien penyerapan bunyi terbesar yaitu pada ketebalan 1,2 cm, dan variasi susunan material diperoleh bahwa pada perlakuan I dan II nilai koefisien penyerapan bunyi terbesar diperoleh. Namun, semua variasi ketebalan dan variasi susunan telah memenuhi standar yang telah ditetapkan. Berikut perbandingan koefisien penyerapan bahan yang digunakan dengan bahan lainnya.

Tabel 4.1. Perbandingan koefisien penyerapan bunyi material akustik dari bahan limbah dari berbagai referensi

Bahan	Koefisien Absorpsi (dB)	Frekuensi (Hz)	Tebal (cm)	Ref.
Egg try dan Polyfoam	0,4	600-1000	0,9-1,5	Present
Wol Bulu Domba	0,7	1000	4-6	[2]
Kulit Jagung	0,8	900-1000	5	[18]
Poli (asam laktat)	0,2	1000	1	[27]
Serat Daun Lidah Mertua	0,8	1000	2	[28]
Pelepah Pisang	0,1	500	1	[29]
Serat Jerami	0,35	900-1000	3	[30]
Serat Nenas	0,45	1000	2	[31]
Serat Kelapa	0,18	1000	3	[32]
Serat Kapuk	0,75	1000	3	[33]
Serat Polyester	0,77	500	0,8-3	[34]
Serat Ampas Tebu	0,45	1000	0,6-2	[35]

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa bahan yang digunakan pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan bahan alami lainnya yang dapat menyerap bunyi dengan baik di beberapa frekuensi pada rentang frekuensi 0-2000 Hz Standar ISO 11654 yang menyatakan bahwa suatu material dikatakan dapat menyerap bunyi dengan baik ketika memiliki nilai koefisien penyerapan bunyi lebih besar dari 0,15 [19]. Jadi dapat disimpulkan bahwa bahan *egg try* jika disandingkan dengan *polyfoam* sebagai material penyerap kebisingan akan memperoleh koefisien penyerapan bunyi yang baik dan hal tersebut tentunya memenuhi standar ISO 11654. Bahan tersebut dapat kita gunakan sebagai media penyerap kebisingan ditempat seperti ruang kuliah, kamar tidur, ruang keluarga, dan beberapa tempat yang intensitas kebisingannya rendah[14].

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Koefisien penyerapan bunyi material akustik dengan variasi ketebalan menunjukkan bahwa setiap variasi ketebalan menghasilkan koefisien penyerapan bunyi yang baik pada frekuensi tertentu dan telah memenuhi standar ISO 11654. Semakin besar ketebalan material maka semakin besar pula koefisien penyerapan bunyi yang dihasilkan.
2. Koefisien penyerapan bunyi material akustik dengan variasi susunan menunjukkan bahwa susunan material sangat berpengaruh terhadap besarnya nilai koefisien penyerapan bunyi. Letak *polyfoam* merupakan faktor yang mempengaruhi nilai koefisien penyerapan bunyi tersebut. Jika *polyfoam* diletakkan pada bagian ke tiga maka nilai koefisien penyerapan bunyi semakin baik pada frekuensi yang lebih tinggi. Pengukuran yang telah dilakukan didapatkan nilai koefisien penyerapan bunyi terbesar pada perlakuan II dengan rentang frekuensi 500-600 Hz yaitu sebesar 0,45 dB.

V.2 Saran

1. Sebaiknya variasi ketebalan pada sampel yang digunakan lebih besar. Misalnya dengan variasi ketebalan 1 cm dan 2 cm agar dapat diketahui pengaruh ketebalan terhadap nilai koefisien penyerapan bunyi dengan jelas.
2. Sebaiknya bahan *foam* yang digunakan pada penelitian berikutnya lebih baik dan memiliki pori yang banyak agar dapat menyerap bunyi dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bahri, S., Manik, T., & Suryajaya. (2016). Pengukuran Sifat Akustik Material Dengan Metode Tabung Impedansi Berbasis Platform Arduino. *Jurnal Fisika FLUX*, 13(2): 148-154.
- [2] Rey, R. D., Uris, A., Alba, J., & Candelas, P. (2017). Characterization of Sheep Wool as a Sustainable Material for Acoustic Applications. *Jurnal MDPI*. doi:10.3390/ma10111277.
- [3] Muhammad, A. A., Salim, A., & Marasabessy, F. (2017). The Application of Acoustic Material Egg Tray as Noise Absorbers in the Interior of Elementary School Classroom. *MITRA: Jurnal Pemberdayaan Masyarakat*, 1(1), 18-31. <https://doi.org/https://doi.org/10.25170/mitra.v1i1.11>.
- [4] Pradana, A., Hak, B. N., & Kurniawan, O. (2019). Pemanfaatan Limbah Tempal Telur Untuk Furnitur. *Jurnal IKRA-ITH TEKNOLOGI*, 3(3): 14-22.
- [5] Darni, Y. dkk. (2022). Pemanfaatan Jerami Padi sebagai Filler dalam Pembuatan Biodegradable Foam (*Biofoam*). *Jurnal Teknologi dan Inovasi Industri*, 3(2): 18-26.
- [6] Setiyawan, D., Respati, S. M. B., & Dzulfikar, M. (2020). Analisa Kekuatan Komposit *Sandwich* Karbon *Fiber* Dengan *Core Styrofoam* Sebagai Material Pada Model Pesawat Tanpa Awak (Uji Tarik & Uji Bending). *Jurnal Momentum*, 16(1): 1-5.
- [7] Yasid, A., Yushardi & Handayani, R. D. (2016). Pengaruh Frekuensi Gelombang Bunyi Terhadap Perilaku Lalat Rumah (*Musca Domestica*). *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2): 190-196.
- [8] Sandria, W. A., Ishafit & Hamid, F. (2020). Mengukur cepat rambat bunyi di udara menggunakan *sound card stereo* dengan metode *time of flight*. *Jurnal Ilmiah Fisika, Pembelajaran dan Aplikasinya*, 11(2): 40-44.
- [9] Ola, F. D. dkk. (2020). Identifikasi tingkat kebisingan serta indikasi dampak desain barrier hunian di tepi jalan raya. *Jurnal Teknik Arsitektur*, 5(1): 81-92.
- [10] Perkasa, D., Afghilla & Rusli, M. (2022). Analisis Karakteristik Akustik dan Dinamik *Micro-Perforated Panel* Dengan Struktur Honeycomb Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Mesin*, 15(2): 61-71.

- [11] Indrayani., dkk (2020). Measurement and Evaluation of Sound Intensity at The Medan Railway Station Using a Sound Level Meter. *Journal of Physics: Conference Series*. doi:10.1088/1742-6596/1428/1/012063.
- [12] Jmr, S & Widiyanti, S. Y. (2018). Rancang Bangun Pe ngontrolan dan Monitoring Kebisingan Ruangan Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega 8535. *Jurnal of Electrical Technology*, 3(1): 22-26.
- [13] Nasution, M. (2019). Ambang Batas Kebisingan Lingkungan Kerja Agar Tetap Sehat Dan Semangat Dalam Bekerja. *Jurnal Buletin Utama Teknik*, 15(1): 87-90.
- [14] Prianto, E. (2022). Buku Ajar Fisika Bangunan 2. Semarang: Fakultas Teknik Fisika, Universitas Diponegoro.
- [15] Isliko, V., Budiharti, N & Adriantantri, E. (2022). Analisis Kebisingan Peralatan Pabrik Dalam Upaya Meningkatkan Kesehatan Keselamatan Kerja Dan Meningkatkan Kinerja Karyawan Di Pt. Wangi Indah Natural. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, 5(1): 101-106.
- [16] Haisah, S & Zulfiana, I. S. (2018). Efektifitas Material Akustik Pengendali Kebisingan pada Ruang Genset di Pusat Perberlanjaan di Gorontalo. *Jurnal Sains Terapan*, 4(2): 116-121.
- [17] Sandi. dkk. (2020). Pengukuran Koefisien Serapan Bunyi Spons dan Styrofoam dengan Menggunakan Smartphone. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 1(1): 13-16.
- [18] Kaamin. dkk. (2019). Analysis on Absorption Sound Acoustic Panels from Egg Tray with Corn Husk and Sugar Cane. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 1426-1431.
- [19] Harahap, S. R., Nasution, M. I & Nasution, M. (2023). Penerapan Egg Tray Untuk Mereduksi Tingkat Kebisingan Pada Ruang Kelas Mts Islamiyah Tanjung Kasau. *Jurnal Komunikasi Fisika Indonesia*, 20(2): 159-164.
- [20] Ritonga, K. N., dkk. (2022). Pemanfaatan Egg Try, Kertas Koran dan Kardus Sebagai Peredam Suara. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 5(1): 7-10.
- [21] Arwanda, R & Sani, R. A. (2019). Koefisien Absorpsi Bunyi Pada Bahan Beton Komposit Serat Daun Nanas Dengan Menggunakan Metode Tabung Impedansi. *Jurnal Einstein*, 7(3): 52-55.

- [22] Mutia, P., Ngatijo & Fahyuan, H. D. (2019). Pengaruh Jenis Serat Alam Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi Sebagai Peredam Kebisingan. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya*, 3(1): 18-23.
- [23] Mustafa, A. (2015). Analisis Proses Pembuatan Pati Ubi Kayu (Tapioka) Berbasis Neraca Massa. *Jurnal Agrotek*, 9(2): 127-133.
- [24] Wijayanti, N. R. A & Rahmadhia, S. N. (2020). Analisis Kadar Pati Dan Impurities Tepung Tapioka. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 15(1): 1-8. <http://dx.doi.org/10.26623/jtphp.v16i1>.
- [25] Li, X., dkk. (2023). Sound Absorption of the Absorber Composed of a Shunt Loudspeaker and Porous Materials in Tandem. *Jurnal MDPI*. <https://doi.org/10.3390/polym15143051>.
- [26] Kencanawati, C. I. P.K., Sugita, I. K. G & Priambadi, I. G. N. (2016). Analisis Koefisien Absorpsi Bunyi Pada Komposit Penguat Serat Alam Dengan Menggunakan Alat Uji Tabung Impedansi 2 Microphone. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, 9(1): 105-108.
- [27] Malimat., dkk. (2022). Sound Absorbing Panels from Poly(lactic acid) Non-woven Fabric and Natural Fibers. *Suan Sunandha Science and Technology Journal*. 9(2): 79-86. DOI:10.14456/ssstj.2022.16
- [28] Haryadi, A. M. N., dkk. (2021). Sifat Fisis dan Akustik Komposit Serat Daun Lidah Mertua dengan Serbuk Gergaji sebagai Peredam Bunyi. *Jurnal Rekayasa Mesin*. 16(3): 409-416.
- [29] Hidayati, R. N., dkk. (2021). Potential of Soundproof Wallpaper Based on Indigenous Materials. *Physics Communication*. 5(2): 60-66.
- [30] Abdullah, Y., dkk. (2011). Investigation on Natural Waste Fibers from Dried Paddy Straw as a Sustainable Acoustic Absorber. *IEEE First Conference on Clean Energy and Technology CE*. 311-314.
- [31] Sari, K., dkk. (2022). Properties of Pineapple Leaf Fibers with Paper Waste as An Absorbing-Composite to Reduce Noise. *Jurnal ilmiah pendidikan fisika Al-Biruni*. 11(2): 175-184.
- [32] Nyumutsu, J., dkk. (2023). The Potential Of Sawdust And Coconut Fiber As Sound Reduction Materials. *Journal of Applied Engineering and Technological Science*. 4(2): 734-742.

- [33] Liu, X., Tang, X & Deng, Z. (2023). Sound absorption properties for multi-layer of composite materials using nonwoven fabrics with kapok. *Journal of Industrial Textiles*. 51(10): 1601–1615.
- [34] Bai, P., dkk. (2018). Investigation on Sound Absorbing Performance of the Polyester Fiber for Noise Reduction in Large-scale Equipment. *IOP Publishing*. doi:10.1088/1757-899X/398/1/012004
- [35] Puyana, V., dkk. (2023). Characterization and Simulation of Acoustic Properties of Sugarcane Bagasse-Based Composite Using Artificial Neural Network Model. *Jurnal MDPI*. <https://doi.org/10.3390/fib11020018>.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Pembuatan Sampel



(a) Menimbang *egg try*



(b) Mengukur air



(c) Penghancuran *egg try*



(d) Mencetak *egg try*



(e) Pengeringan *egg try*



(f) Pengguntingan *egg try*



(g) Menimbang kanji



(h) Memanaskan kanji



(i) Merekatkan sampel

Lampiran 2. Hasil Variasi Sampel



(a) ketebalan 9 mm



(b) ketebalan 12 mm



(c) ketebalan 15 mm



(d) perlakuan I



(e) perlakuan II

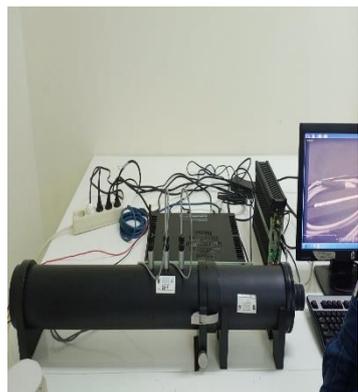


(f) perlakuan III

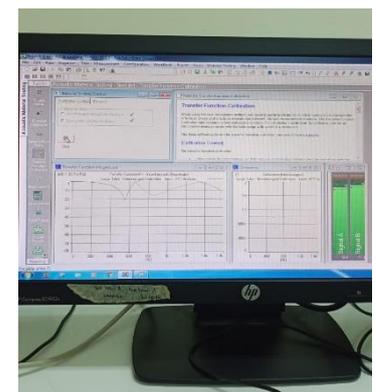
Lampiran 3. Proses Pengukuran Koefisien Absorpsi



(a) Pemasangan sampel



(b) proses pengukuran



(c) hasil pengukuran