

TUGAS AKHIR

**INOVASI MATERIAL KOMPOSIT SEBAGAI PEREDAM
SUARA DARI LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU**

OLEH :

NUR ANNISA

D021171524



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2022

TUGAS AKHIR

**INOVASI MATERIAL KOMPOSIT SEBAGAI PEREDAM
SUARA DARI LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU**

OLEH :

NUR ANNISA

D021171524

**Merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

INOVASI MATERIAL KOMPOSIT SEBAGAI PEREDAM SUARA DARI LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU

Disusun dan diajukan oleh

NUR ANNISA

D021 17 1524

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian

Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 17 April 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Prof. Dr. Ir. Zulkifli Djafar, MT.

Dr. Eng. Hj. Asniawaty, S.T., MT.

NIP. 19650630 199103 1 004

NIP. 19710925 199903 2 001

Ketua Departemen Teknik Mesin



Prof. Dr. Eng. Ir. Jalaluddin, ST., MT.

NIP. 19720825 200003 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Annisa
NIM : D021171524
Departemen : Teknik Mesin
Jenjang : S-1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

“INOVASI MATERIAL KOMPOSIT SEBAGAI PEREDAM SUARA DARI LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU”

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 13 November 2022

Yang membuat pernyataan


Nur Annisa

ABSTRACT

Nur Annisa. Innovation of Sound Absorbing Composite Materials from Sawdust Waste (supervised by Zulkifli Djafar and Asniawaty)

Sawdust is a residue product of cutting, milling, drilling, sanding or crushing wood with saw or other tools, consisting of fine wood particles. Sawdust is produced as a small discontinued chips or small pieces of wood during logging into various sizes. The purpose of this research is to reuse sawdust waste so that it can be used as an economical alternative accoustic material. The research was conducted to determine the value of the sound absorption coefficient of composite materials with variations in composition of wood sawdust, variations in the composition of polyester resin and variations in thickness of composites. Data analysis was performed by measuring the sound absorpsion coefficient of the material using an impedance tube at a frequency of 200 Hz – 1600 Hz. The maximum absorption coefficient value of sawdust material is 0.185 with composition of 30% sawdust and 70% polyester resin with a thickness of 40 mm at a frequency of 1200 Hz. The minimum absorption coefficient value of sawdust material is 0.004 with composition of 20% sawdust dan 80% polyester resin with thickness of 25 mm at a frequency of 200 Hz. The absorption coefficient value of composite depends on the composition of the composite, where the more sawdust is used, the higher the absorpsion coefficient. The thickness of the material also affects the value of absorpsion coefficient where the thicker the material, the higher the absorpsion coefficient.

Keywords : Sawdust, Polyester Resin, Coefficient Absorption

ABSTRAK

Nur Annisa. Inovasi Material Komposit Sebagai Peredam Suara Dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu (dibimbing oleh Zulkifli Djafar dan Asniawaty)

Serbuk gergaji kayu adalah hasil sampingan dari pemotongan, penggilingan, pengeboran, pengamplasan atau penghancuran kayu dengan gergaji atau alat lain, yang terdiri dari partikel kayu yang halus. Serbuk gergaji kayu diproduksi sebagai serpihan kecil yang terputus-putus atau potongan kecil kayu selama penggergajian kayu gelondongan menjadi berbagai ukuran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu agar dapat dijadikan sebagai bahan akustik alternatif yang ekonomis. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan nilai koefisien penyerapan suara dari material komposit dengan variasi komposisi serbuk gergaji kayu, variasi komposisi resin polyester dan variasi ketebalan komposit. Analisis data dilakukan dengan mengukur nilai koefisien penyerapan suara material menggunakan tabung impedansi pada frekuensi 200 Hz – 1600 Hz. Nilai koefisien penyerapan maksimal material limbah serbuk gergaji kayu adalah 0.185 dengan komposisi 30% serbuk gergaji kayu dan 70% resin polyester dengan ketebalan 40 mm pada frekuensi 1200 Hz. Nilai koefisien penyerapan minimum material limbah serbuk gergaji kayu adalah 0.004 dengan komposisi 20% serbuk gergaji kayu dan 80% resin polyester dengan ketebalan 25 mm pada frekuensi 200 Hz. Nilai koefisien penyerapan dari komposit bergantung terhadap komposisi dari komposit, dimana semakin besar komposisi serbuk gergaji kayu maka nilai koefisien penyerapannya juga semakin tinggi. Ketebalan material komposit juga berpengaruh pada nilai koefisien penyerapannya dimana semakin tebal komposit maka nilai koefisien penyerapannya juga semakin tinggi.

Kata Kunci : Serbuk Gergaji Kayu, Resin Poliester, Koefisien Penyerapan

KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim

Puji syukur senantiasa kita panjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu wata'ala*, karena atas kehendak-Nya penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tak lupa shalawat beserta salam dikirimkan kepada Rasulullah Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi wasallam*, manusia yang menjadi teladan umat manusia untuk menjalani kehidupan di dunia ini. Atas izin dan rahmat dari Allah S.W.T, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul : **Inovasi Material Komposit Sebagai Peredam Suara Dari Limbah Serbuk Gergaji Kayu** untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Zulkifli Jafar, M.T selaku pembimbing utama dan Ibu Dr. Eng. Ir. Asniawaty, S.T., M.T. selaku pembimbing pendamping yang telah banyak membantu baik dalam penulisan maupun pemikiran pada penelitian ini.

Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Teman penelitian, Muh. Shaleh yang telah membantu meneliti dan menyelesaikan tugas akhir penulis.
2. Yth. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc. selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
3. Yth. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Yth. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah menyetujui dan menerima tugas akhir penulis.
5. Seluruh dosen Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah mendidik, mengajarkan, dan membagikan ilmu serta pengetahuannya kepada penulis.

6. Staf Departemen Teknik Mesin yang telah banyak membantu.
7. Saudara-saudari seperjuangan mahasiswa Departemen Teknik Mesin Angkatan 2017 ZYNCROMEZH yang telah memberi semangat, dukungan, maupun doa, semoga kesuksesan selalu menyertai teman-teman sekalian.
8. Kanda-kanda 2015 dan 2016 serta adik-adik tingkat yang telah memberi bantuan selama proses perkuliahan maupun masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Kepada orang-orang lain yang turut bersuka cita atas keberhasilan penulis menyelesaikan skripsi ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan dimana segala kekurangan dan kekeliruan tersebut adalah berasal dari penulis yang hanya manusia biasa dan segala kesempurnaan hanya berasal dari Tuhan Yang Maha Esa. Penulis memohon maaf atas kesalahan di dalamnya.

Gowa, 13 November 2022

Nur Annisa

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| SAMPUL DEPAN | i |
| SAMPUL DALAM..... | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN | iv |
| ABSTRACT | v |
| ABSTRAK | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL..... | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitan..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1. Komposit | 4 |
| 2.1.1. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya | 6 |
| 2.1.2. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriksnya | 7 |
| 2.2. Serat Alami..... | 8 |
| 2.3. Resin Poliester | 9 |
| 2.4. Bahan Penyerap Suara..... | 11 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 2.4.1. | Bahan Penyerap Berpori | 12 |
| 2.4.2. | Bahan Berserat Berpori | 12 |
| 2.5. | Limbah..... | 12 |
| 2.6. | Serbuk Gergaji..... | 14 |
| 2.7. | Karakteristik Serbuk Gergaji..... | 15 |
| 2.8. | Bahan Peredam Suara Alami Lainnya..... | 18 |
| 2.8.1. | Serat Kenaf..... | 18 |
| 2.8.2. | Sabut Kelapa | 18 |
| 2.9. | Tabung Impedansi | 18 |
| 2.10. | Analisis Taguchi | 19 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 22 |
| 3.1. | Waktu dan Tempat Penelitian | 22 |
| 3.2.1. | Alat Yang Digunakan..... | 22 |
| 3.2.2. | Bahan Yang Digunakan | 25 |
| 3.3. | Metodologi Penelitian | 27 |
| 3.4. | Komposisi Material | 28 |
| 3.4.1. | Komposit 20% SGK dan 80% Resin Tebal 25 mm..... | 28 |
| 3.4.2. | Komposit 20% SGK dan 80% Resin Tebal 30 mm..... | 30 |
| 3.4.3. | Komposit 20% SGK dan 80% Resin Tebal 40 mm..... | 31 |
| 3.4.4. | Komposit 25% SGK dan 75% Resin Tebal 25 mm..... | 32 |
| 3.4.5. | Komposit 25% SGK dan 75% Resin Tebal 30 mm..... | 34 |
| 3.4.6. | Komposit 25% SGK dan 75% Resin Tebal 40 mm..... | 35 |
| 3.4.7. | Komposit 30% SGK dan 70% Resin Tebal 25 mm..... | 37 |
| 3.4.8. | Komposit 30% SGK dan 70% Resin Tebal 30 mm..... | 38 |
| 3.4.9. | Komposit 30% SGK dan 70% Resin Tebal 40 mm..... | 40 |

| | | |
|---|---|-----------|
| 3.5. | Proses Pembuatan Spesimen | 42 |
| 3.6. | Pengujian Spesimen..... | 45 |
| 3.7. | Alur Penelitian..... | 51 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | | 52 |
| 4.1. | Koefisien Absorpsi | 52 |
| 4.2. | Perbandingan Koefisien Absorpsi | 70 |
| 4.2.1. | Perbandingan Koefisien Absorpsi Pada Ketebalan Yang Sama | 70 |
| 4.2.2. | Perbandingan Koefisien Absorpsi Pada Komposisi Yang Sama | 74 |
| 4.2.3. | Perbandingan Koefisien Absorpsi Pada Semua Variasi Komposit. | 77 |
| 4.3. | Perbandingan Dengan Material Komersial | 79 |
| 4.3.1. | Papan Gypsum (<i>Gypsum Board</i>)..... | 79 |
| 4.3.2. | Kayu Lapis (<i>Plywood</i>)..... | 80 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | | 83 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 83 |
| 5.2. | Saran | 84 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 85 |
| DOKUMENTASI | | 91 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Komponen Komposit Polimer [9] | 6 |
| Gambar 2.2 Gambar skematik orientasi serat pada komposit | 9 |
| Gambar 2.3 Tabung Impedansi [43]..... | 19 |
| Gambar 3.1 Cetakan | 22 |
| Gambar 3.2 Stopper..... | 22 |
| Gambar 3.3 Kunci L | 23 |
| Gambar 3.4 Timbangan | 23 |
| Gambar 3.5 Baskom | 24 |
| Gambar 3.6 Mesin Gergaji | 24 |
| Gambar 3.7 Tabung Impedansi | 24 |
| Gambar 3.8 Jangka Sorong..... | 25 |
| Gambar 3.9 Serbuk Gergaji Kayu | 25 |
| Gambar 3.10 Resin | 26 |
| Gambar 3.11 Hardener | 26 |
| Gambar 3.12 Mirror Glaze | 26 |
| Gambar 3.13 Bentuk cetakan..... | 42 |
| Gambar 3.14 Stopper yang telah dipasang pada cetakan | 42 |
| Gambar 3.15 Pelapisan permukaan cetakan dengan mirror glaze..... | 43 |
| Gambar 3.16 Serbuk gergaji kayu | 43 |
| Gambar 3.17 Resin yang ditimbang | 43 |
| Gambar 3.18 Pemasukan resin ke dalam wadah untuk ditimbang | 44 |
| Gambar 3.19 Pencampuran hardener dan resin | 44 |
| Gambar 3.20 Penuangan serbuk gergaji kayu ke dalam cetakan | 44 |
| Gambar 3.21 Proses penutupan cetakan | 45 |
| Gambar 3.22 Spesimen yang siap diuji | 45 |
| Gambar 3.23 Pengukuran tabung impedansi | 46 |
| Gambar 3.24 Spesimen Uji..... | 46 |
| Gambar 3.25 Komputer | 47 |
| Gambar 3.26 Amplifier..... | 47 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gambar 3.27 | Peletakan spesimen pada tabung impedansi | 47 |
| Gambar 3.28 | Membuka aplikasi Normal Incidence Absorption | 48 |
| Gambar 3.29 | Pemilihan jenis tabung..... | 48 |
| Gambar 3.30 | Input tekanan atmosfer ruangan | 48 |
| Gambar 3.31 | Input temperatur ruangan..... | 48 |
| Gambar 3.32 | Proses kalibrasi Background Noise dan Signal Measurement | 49 |
| Gambar 3.33 | Posisi microphone pada tabung impedansi..... | 49 |
| Gambar 3.34 | Kalibrasi Interchanged dan Normal Microphone Positions..... | 49 |
| Gambar 3.35 | Interface bagian pengujian pada aplikasi..... | 50 |
| Gambar 3.36 | Data hasil pengujian pada aplikasi Microsoft Excel..... | 50 |
| Gambar 4.1 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 20% SGK dan 80% resin poliester dengan ketebalan 25 mm..... | 53 |
| Gambar 4.2 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 25% SGK dan 75% resin poliester dengan ketebalan 25 mm..... | 55 |
| Gambar 4.3 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 30% SGK dan 70% resin poliester dengan ketebalan 25 mm..... | 57 |
| Gambar 4.4 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 20% SGK dan 80% resin poliester dengan ketebalan 30 mm..... | 59 |
| Gambar 4.5 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 25% SGK dan 75% resin poliester dengan ketebalan 30 mm..... | 61 |
| Gambar 4.6 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 30% SGK dan 70% resin poliester dengan ketebalan 30 mm..... | 63 |
| Gambar 4.7 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 20% SGK dan 80% resin poliester dengan ketebalan 40 mm..... | 65 |
| Gambar 4.8 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 25% SGK dan 75% resin poliester dengan ketebalan 40 mm..... | 67 |
| Gambar 4.9 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 30% SGK dan 70% resin poliester dengan ketebalan 40 mm..... | 69 |
| Gambar 4.10 | Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi dengan variasi komposisi SGK dan resin poliester dengan ketebalan 25 mm..... | 70 |

| | |
|---|----|
| Gambar 4.11 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi dengan variasi komposisi SGK dan resin poliester dengan ketebalan 30 mm..... | 71 |
| Gambar 4.12 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi dengan variasi komposisi SGK dan resin poliester dengan ketebalan 40 mm..... | 73 |
| Gambar 4.13 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi dengan variasi ketebalan dengan komposisi 20% SGK dan 80% resin poliester | 74 |
| Gambar 4.14 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi dengan variasi ketebalan dengan komposisi 25% SGK dan 75% resin poliester | 75 |
| Gambar 4.15 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi dengan variasi ketebalan dengan komposisi 30% SGK dan 70% resin poliester | 77 |
| Gambar 4.16 Perbandingan koefisien absorpsi untuk semua variasi komposit .. | 78 |
| Gambar 4.17 Papan Gypsum..... | 79 |
| Gambar 4.18 Perbandingan Koefisien Absorpsi Komposit Serbuk Gergaji Kayu dan Papan Gypsum..... | 80 |
| Gambar 4.19 Kayu Lapis..... | 81 |
| Gambar 4.20 Perbandingan Koefisien Absorpsi Komposit Serbuk Gergaji Kayu dan Kayu Lapis | 81 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Perbandingan karakteristik serat alami dan sintetis [11]..... | 7 |
| Tabel 2.2 Sifat mekanik berbagai jenis material polimer [14] | 10 |
| Tabel 2.3 Rincian limbah padat dan aplikasi potensialnya [25]..... | 13 |
| Tabel 2.4 Sifat penyerapan suara beberapa material bangunan umum dan dari serbuk gergaji kayu [39]..... | 17 |
| Tabel 3.1 Variasi Variabel Komposit Dalam Penelitian | 27 |
| Tabel 3.2 Komposisi spesimen untuk ketebalan 25 mm | 41 |
| Tabel 3.3 Komposisi spesimen untuk ketebalan 30 mm | 41 |
| Tabel 3.4 Komposisi spesimen untuk ketebalan 40 mm | 42 |
| Tabel 4.1 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 20% SGK dan 80% resin poliester dengan ketebalan 25 mm..... | 52 |
| Tabel 4.2 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 25% SGK dan 75% resin poliester dengan ketebalan 25 mm..... | 54 |
| Tabel 4.3 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 30% SGK dan 70% resin poliester dengan ketebalan 25 mm..... | 56 |
| Tabel 4.4 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 20% SGK dan 80% resin poliester dengan ketebalan 30 mm..... | 58 |
| Tabel 4.5 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 25% SGK dan 75% resin poliester dengan ketebalan 30 mm..... | 60 |
| Tabel 4.6 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 30% SGK dan 70% resin poliester dengan ketebalan 30 mm..... | 62 |
| Tabel 4.7 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 20% SGK dan 80% resin poliester dengan ketebalan 40 mm..... | 64 |
| Tabel 4.8 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 25% SGK dan 75% resin poliester dengan ketebalan 40 mm..... | 66 |
| Tabel 4.9 Perbandingan koefisien absorpsi terhadap frekuensi untuk komposisi 30% SGK dan 70% resin poliester dengan ketebalan 40 mm..... | 68 |
| Tabel 4.10 Data Koefisien Absorpsi Suara Papan Gypsum [52] | 79 |
| Tabel 4.11 Data Koefisien Absorpsi Suara Kayu Lapis [53] | 81 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebisingan adalah suara yang mengganggu. Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Untuk meminimalkan kebisingan, perlu adanya suatu peredam bunyi [1].

Kebisingan dapat mengganggu pendengaran manusia, sehingga banyak perusahaan menciptakan alat peredam bunyi atau suara. Alat yang diciptakan dari berbagai material seperti busa telur, glasswool, dan rockwool. Tetapi, material tersebut memiliki harga yang kurang terjangkau atau mahal. Adapun bahan limbah yang bisa dimanfaatkan sebagai material peredam suara diantaranya adalah limbah serbuk kayu. Limbah serbuk kayu diharapkan bisa menyerap kebisingan dari suara yang dihasilkan oleh benda-benda yang ada disekitaran.

Dari industri penggergajian, banyak dihasilkan limbah kayu yang berupa serbuk kayu dan potongan kayu. Dari hasil pengamatan dilapangan limbah penggergajian yang dihasilkan menjadi serbuk kayu. Dari kenyataan yang ada ini timbul pemikiran kami untuk memanfaatkan limbah tersebut untuk pembuatan alat peredam bunyi atau suara. Dengan ini diharapkan limbah kayu yang selama ini dihasilkan oleh industri penggergajian dapat dimanfaatkan.

Kekerasan bunyi sebesar 30-65 dB yang diterima secara terus-menerus akan mengganggu selaput telinga dan menyebabkan gelisah. Pada kisaran 65-90 dB akan merusak lapisan vegetatif manusia (jantung, peredaran darah dan lain-lain). Bila bising mencapai kisaran 90-130 dB akan merusak telinga Bising yang cukup keras di atas 70 dB dapat menyebabkan kegelisahan, kurang enak badan, kejenuhan mendengar, sakit lambung dan masalah peredaran darah. Bising yang sangat keras (di atas 85 dB) bila berlangsung lama dapat menyebabkan kehilangan pendengaran secara sementara ataupun permanen [2].

Teknologi pengembangan peredam kebisingan telah banyak dilakukan dari segi teknis maupun jenis material yang berasal dari alam maupun limbah diantaranya pemanfaatan limbah serbuk gergaji sebagai bahan peredam bunyi [3].

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dengan memanfaatkan limbah serbuk gergaji kayu (SGK) dapat menjadi efisiensi dalam pembuatan alat peredam suara. Serbuk gergaji kayu ini dapat menjadi salah satu cara mengurangi limbah dengan cara dimanfaatkan. Maka dari itu, penulis akan melakukan penelitian dengan judul **“INOVASI MATERIAL KOMPOSIT SEBAGAI PEREDAM SUARA DARI LIMBAH SERBUK GERGAJI KAYU”**.

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, penulis menarik rumusan masalah yang akan diteliti penulis, sebagai berikut:

1. Bagaimana pemanfaatan limbah SGK sebagai bahan untuk pembuatan panel peredam suara ?
2. Bagaimana pengaruh komposisi SGK dan resin poliester terhadap nilai koefisien penyerapan suara ?
3. Bagaimana pengaruh ketebalan komposit terhadap nilai koefisien penyerapan suara ?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang diharapkan oleh penulis pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui apakah limbah SGK dapat dijadikan sebagai bahan dasar dari panel peredam suara.
2. Mengetahui pengaruh komposisi SGK dan resin poliester terhadap nilai koefisien penyerapan suara.
3. Mengetahui pengaruh ketebalan komposit terhadap nilai koefisien penyerapan suara.

1.4. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis membatasi permasalahan yang akan diteliti penulis sebagai berikut :

1. Material komposit yang diuji adalah campuran antara resin poliester dan SGK.
2. Variasi komposisi antara SGK dan resin poliester adalah 20% SGK : 80% resin, 25% serbuk : 75% resin dan 30% serbuk : 70% resin.
3. Variasi frekuensi suara yang dipakai pada pengujian berada pada rentang 0.2 hingga 1.6 kHz.
4. Variasi ketebalan komposit adalah 25 mm, 30 mm dan 40 mm.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang di harapkan penulis pada penelitian ini kurang lebih adalah sebagai berikut:

1. Menjadi dasar pemanfaatan limbah SGK sebagai material peredam suara
2. Mengetahui besar koefisien penurunan bunyi yang di hasilkan dari komposit limbah SGK.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Komposit

Komposit dibentuk dengan memasukkan serat ke dalam matriks polimer yang dikenal sebagai komposit matriks polimer. Serat seperti karbon, nilon, rayon atau kaca adalah serat sintetis yang umum digunakan dalam komposit matriks polimer. Penguatan memberikan kekuatan dan kekakuan yang tinggi pada komposit. Polimer diklasifikasikan sebagai termoplastik dan termoset. Polimer membentuk kembali dengan penerapan panas dan presser yang dikenal sebagai termoplastik. Contohnya adalah polietilen, polistirena, poliamida dan nilon dll. Polimer tidak meleleh tetapi terurai pada pemanasan yang dikenal sebagai termoset. Epoxy dan poliester adalah dua kelas penting dari resin termoset [4].

Komposit merupakan gabungan dua bahan yang salah satu bahannya disebut fasa penguat berupa serat, lembaran, atau partikel, dan tertanam dalam bahan lain yang disebut fase matriks. Bahan penguat dan matriks material dapat berupa logam, keramik, atau polimer. Komposit biasanya memiliki serat atau fase partikel yang lebih kaku dan lebih kuat dari fase matriks kontinu dan berfungsi sebagai elemen pembawa beban utama. Matriks bertindak sebagai media transfer bebanantara serat, dan dalam kasus yang kurang ideal di mana bebannya kompleks, matriks bahkan mungkin harus menanggung beban melintang ke serat sumbu. Matriks juga berfungsi untuk melindungi serat dari kerusakan lingkungan sebelum, selama dan setelah pemrosesan komposit. Ketika dirancang dengan benar, yang barubahan gabungan menunjukkan kekuatan yang lebih baik daripada masing-masing bahan individu.

Minat pada bahan komposit polimer yang diperkuat dengan serat alami berkembang pesat baik dari segi industrinya, aplikasi dan riset fundamental. Karena mereka dapat diperbarui serta murah, dapat didaur ulang seluruhnya atau sebagian dan dapat terurai secara hayati [5].

Komposit yang diperkuat serat menawarkan keunggulan dibandingkan bahan konvensional lainnya ketika sifat spesifiknya dibandingkan. Komposit ini

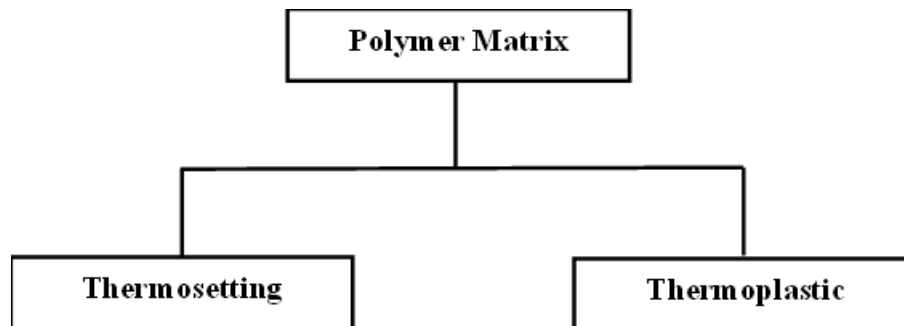
menemukan aplikasi di berbagai bidang mulai dari peralatan hingga pesawat ruang angkasa. Serat alam ini adalah serat berbiaya rendah dengan densitas rendah dan sifat spesifik tinggi.

Sifat-sifat komposit yang diperkuat serat alam bergantung pada sejumlah parameter seperti fraksi volume serat, rasio aspek serat, adhesi matriks serat, transfer tegangan pada antarmuka, dan orientasi. Sebagian besar studi tentang serat komposit alam melibatkan studi sifat mekanik sebagai fungsi dari kandungan serat, efek dari berbagai perlakuan. Sifat matriks dan serat keduanya penting dalam meningkatkan sifat mekanik komposit. Kekuatan tarik lebih sensitif terhadap sifat matriks, sedangkan modulus bergantung pada sifat serat. Untuk meningkatkan kekuatan tarik, antarmuka yang kuat, konsentrasi tegangan rendah, orientasi serat diperlukan sedangkan konsentrasi serat, pembasahan serat dalam fase matriks, dan rasio aspek serat yang tinggi menentukan modulus Tarik. Dalam komposit yang diperkuat serat pendek, terdapat panjang serat kritis yang diperlukan untuk mengembangkan kondisi tegangan penuhnya dalam matriks polimer [6].

Pada dasarnya, komposit didefinisikan sebagai material yang terdiri dari pengikat yang merupakan fase kontinu dan pengisi berserat sebagai penguat yang fase terputus-putus. Komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan matriks dan berdasarkan penguatan. Berdasarkan matriks, ada tiga jenis; komposit matriks logam, matriks keramik dan komposit matriks polimer sedangkan berdasarkan bentuk penguatnya, klasifikasi komposit dapat dibuat sebagai komposit partikulat, komposit berserat dan komposit laminasi. Komposit berserat adalah dibagi menjadi serat pendek (terputus-putus) diperkuat dan serat panjang (kontinu) diperkuat polimer komposit. Berdasarkan serat, komposit berserat dapat diklasifikasikan menjadi komposit serat alam yang diperkuat dan komposit serat sintetis yang diperkuat [7].

Komposit serat menawarkan banyak manfaat seperti kekuatan tinggi, ringan, tahan air, tahan bahan kimia, tingginya tahan, hambatan listrik, tahan api dan korosi. Serat alam dalam pengertian sederhana adalah serat yang tidak sintetis atau buatan. Mereka dapat bersumber dari tanaman atau hewan. Oleh karena itu, serat-serat ini sebenarnya banyak tersedia keliling dunia. Beberapa tanaman dari mana

serat dapat bersumber adalah Sisal (*Agave sisalana*), Rami (*Cannabis sativa*), Bambu, Kelapa (*Cocos nucifera*), Rami (*Linum usitatissimum*), Kenaf (*Hibiscus cannabinus*), Rami (*Corchorus capsularis*) dan Ramie (*Boehmeria nivea*). Serat dari hewan adalah misalnya wol (Domba) dan bulu (Ayam) [8].



Gambar 2.1. Komponen Komposit Polimer [9]

2.1.1. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Penguatnya

1. Komposit Yang Diperkuat Partikel

Bahan komposit dapat didefinisikan sebagai kombinasi makroskopik dari dua atau lebih matriks dan bahan penguat dengan sifat yang ditingkatkan daripada bahan individu yang digunakan sendiri. Bahan komposit biasanya diproduksi oleh tiga bahan terpenting, seperti polimer, logam, dan keramik. Polimer terutama hidrogen, karbon dan non-logam lainnya unsur berbasis unsur organik. Fisik dan mekanik. Sifat polimer pada dasarnya tidak cukup untuk banyak tujuan struktural dan konstruksi. Secara khusus, kekakuan dan kekuatannya jauh lebih rendah dibandingkan dengan logam dan keramik [10].

2. Komposit Yang Diperkuat Serat

Komposit berserat diklasifikasikan menjadi dua jenis serat kontinu (panjang) dan komposit serat diskontinu (pendek). Komposit dengan serat panjang disebut komposit serat kontinyu (panjang). Ini lebih kaku dan lebih keras dibandingkan dengan matriks. Ini dibagi menjadi dua kategori penting: (i) penguatan satu arah dan (ii) penguatan dua arah [1].

Tabel 2.1 Perbandingan karakteristik serat alami dan sintetis [11]

| SI. No | Kondisi | Serat Alami | Serat Sintetis |
|--------|--------------------------|----------------|----------------|
| 1 | Densitas | Rendah | Tinggi |
| 2 | Kekuatan Spesifik | Tinggi | Rendah |
| 3 | Kekuatan dan Modulus | Rendah | Tinggi |
| 4 | Struktur | Tak Mampu Ubah | Mampu Ubah |
| 5 | Sifat Alami | Hidrofilik | Hidrofobik |
| 6 | Biodegradabilitas | Ya | Tidak |
| 7 | Mampu Daur Ulang | Ya | Tidak |
| 8 | Penggunaan dan Ketahanan | Rendah | Tinggi |

2.1.2. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Jenis Matriksnya

1. Komposit Matriks Polimer

Komposit dibentuk dengan memasukkan serat ke dalam polimer matriks yang dikenal sebagai komposit matriks polimer. Serat seperti carbon, nilon, rayon atau kaca adalah serat sintetis umum yang digunakan dalam polimer komposit matriks. Penguatan memberikan kekuatan tinggi dan kekakuan komposit. Polimer diklasifikasikan sebagai termoplastik dan termoseting. Polimer membentuk kembali dengan penerapan panas dan presser yang dikenal sebagai termoplastik. Contohnya adalah polietilen, polystyrene, poliamida dan nilon dll. Polimer tidak meleleh tetapi terurai pada pemanasan yang dikenal sebagai termoseting [1].

2. Komposit Matriks Logam

Pada komposit ini, fasa matriks adalah logam, yang meningkatkan kekuatan, kekakuan, ketahanan abrasi, konduktivitas termal, ketahanan mulur dan juga memberikan stabilitas dimensi pada material komposit. Titanium, magnesium, aluminium, dan tembaga adalah bahan matriks yang paling umum. Beberapa keunggulan

material dibandingkan komposit polimer adalah temperatur operasi yang tinggi, tidak mudah terbakar, dan tahan terhadap degradasi oleh cairan organik, tetapi karena biaya yang tinggi penggunaan komposit matriks logam dibatasi. Komposit digunakan dalam poros penggerak, dirgantara, industri manufaktur mobil [1].

3. Komposit Matriks Keramik

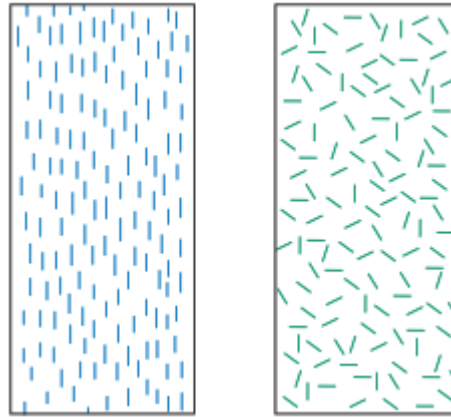
Komposit dibentuk oleh satu atau lebih bahan keramik yang dilekatkan ke dalam matriks keramik lain. Fase penguatan komposit matriks keramik seperti partikel, kumis atau serat. Keunggulan komposit matriks keramik antara lain kekerasan tinggi, bobot ringan, kekuatan, ketahanan aus dan korosi [1].

2.2. Serat Alami

Umumnya, serat alami adalah serat yang diperoleh dari sumber nabati atau hewani dan ini termasuk serat selulosa alami (katun, goni, sisal, sabut, dll.) dan serat berbasis protein seperti wol dan sutra. Serat yang berasal dari nabati/tanaman sebagian besar dapat diklasifikasikan sebagai serat kayu atau non-kayu. Serat kayu terutama terdiri dari kayu lunak dan keras, dan kayu daur ulang. Serat non-kayu berasal dari berbagai sumber seperti daun, jerami, kulit kayu, rumput, dll [12].

Serat alam dapat diklasifikasikan berdasarkan asalnya seperti, serat daun, buah, dan serat biji. Jangkauan luas serat alami telah digunakan untuk memperkuat polimer yang berbeda matriks. Serat tersebut antara lain kayu, bambu, kapas, sabut, jerami padi, jerami gandum, sekam padi, rami, ampas tebu, daun nanas, kelapa sawit, kurma, curaua, rami, jowar, kenaf, buah doum, limbah lobak, sisal, goni dll [13].

Serat alami digunakan sebagai pengisi atau bahan penguat untuk matriks polimer. Pemanfaatan serat alam yang tepat tidak hanya menyelesaikan limbah masalah pembuangan tetapi juga mengurangi pencemaran lingkungan. Selain itu serat alami memiliki beberapa keunggulan dibandingkan kaca seperti: ketersediaan, pengurangan keausan pahat dalam pemesinan, CO₂ penyerapan meningkatkan pemulihan energi, dan mengurangi kulit dan iritasi pernafasan [13].



Gambar 2.2 Gambar skematik orientasi serat pada komposit

Susunan orientasi serat relatif terhadap yang lainnya, konsentrasi serat, dan distribusi serat memiliki pengaruh yang cukup penting terhadap sifat dari komposit penguat serat. Secara umum, terdapat dua kemungkinan orientasi serat yaitu orientasi serat yang searah dan paralel satu sama lain dan orientasi serat yang acak. Komposit disebut memiliki serat kontinu ketika seratnya searah satu sama lain dan ketika seratnya memiliki arah yang acak disebut serat diskontinu. Sifat komposit yang baik dapat diperoleh ketika distribusi serat merata.

Komposit serat alami menawarkan manfaat yang signifikan dibandingkan komposit serat sintetik. Selain bobotnya yang ringan dan ekonomis kelayakan, komposit polimer berbasis serat alami telah semakin populer karena dapat didaur ulang dan bio degradabilitasnya. Serat alami memberikan kontribusi untuk CO₂ konsumsi gas. Kepadatan serat alami yang lebih rendah mencapai tingkat efisiensi yang tinggi. Serat alami memiliki keunggulan yang mirip dengan sintesis serat, seperti ketersediaan, biaya murah, termal dan akustik tinggi sifat insulasi, pemulihan energi, penurunan keausan pahat dalam proses pemesinan [11].

2.3. Resin Poliester

Matriks yang paling sering dipakai dalam komposit polimer adalah resin poliester dikarenakan sifatnya yang unik seperti memiliki daya penyusutan rendah, tingkat racun yang rendah, kemampuan adesif yang baik sehingga penggunaannya dalam dunia industri cukup luas [9].

Tabel 2.2 Sifat mekanik berbagai jenis material polimer [14]

| Jenis | Densitas (gr/cm ³) | Kekuatan Tarik (MPa) | Kekuatan Luluh (MPa) | Modulus Elastisitas (GPa) | Elongasi (%) | Kekuatan Impak Izod (J) |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------|-------------------------|
| Epoksi | 1.2 | 70 | 60 | 2.25 | 5 | 0.3 |
| Fenol | 1.705 | 56 | 52 | 7 | 1.3 | 0.18 |
| Polibutilena Tereftalat (PBT) | 1.355 | 55 | 67 | 12 | 148 | 0.27 |
| Nilon 66 | 1.095 | 62 | 63 | 2.1 | 152 | 7 |
| Poliester | 1.65 | 58 | 70 | 3.5 | 2.4 | 0.22 |
| Polietilena | 0.925 | 16 | 16 | 0.25 | 350 | 1.068 |
| Polipropilena | 1.07 | 50 | 28 | 2.25 | 427 | 0.16 |
| Polivinil Klorida (PVC) | 1.305 | 47 | 38 | 3.1 | 62 | 5.3 |
| Polimetil Metakrilat (PMMA) | 1.17 | 62 | 69 | 2.9 | 15 | 0.16 |

Tetapi dikarenakan poliester memiliki tingkat kerapuhan dan ketangguhan yang rendah, menyebabkan penggunaannya terbatas dalam dunia industri. Sifat mekanik dan kimia yang dimiliki oleh resin poliester sangat baik, selain itu material ini juga memiliki ketahanan terhadap korosi, memiliki keseimbangan dimensi dan termal yang baik sehingga banyak dipakai dalam proses laminasi, perekatan, pelapisan permukaan komposit. Dalam penggunaan material komposit, resin poliester dapat dijadikan pilihan karena memiliki karakteristik kekakuan yang baik, keseimbangan dimensi dan ketahanannya terhadap reaksi kimia. Komposit poliester yang menggunakan serat alami mulai banyak dipakai untuk aplikasi rekayasa modern [9].

2.4. Bahan Penyerap Suara

Bahan penyerap suara adalah contoh dari teknik pengurangan kebisingan. Jenis peredam akustik ini (baik berpori atau berserat) biasanya terdiri dari pori-pori, kanal, retakan atau rongga di mana hilangnya energi akustik karena gesekan udara molekul dengan dinding dan efek kental mengubah energi akustik menjadi panas yang mengarah ke penyerapan akustik pada rentang frekuensi yang luas. fitur penting lainnya seperti biaya yang rendah, sifat mampu bentuk yang baik, dan ringan telah membuat tesis peredam suara dan bahan yang ideal untuk pengendalian kebisingan di industri konstruksi, bangunan, dan transportasi. Meski demikian, sebagian besar peredam akustik saat ini diproduksi secara massal seperti fiberglass, poliester, wol mineral, poliuretan, dll., berasal dari sintetis, dan penggunaan secara luas telah berkontribusi terhadap masalah risiko lingkungan dan kesehatan yang signifikan sebgaiserta masalah keamanan atas manusia. Dalam beberapa tahun terakhir, para peneliti telah menyelidiki berbagai bahan alami yang berkelanjutan sebagai pengganti bahan sintetis di bidang manufaktur peredam akustik terutama karena sifat spesifiknya seperti daya tahan, degradabilitas, keserbagunaan, hambatan listrik yang lebih tinggi, biaya rendah, konsumsi energi yang lebih rendah, dampak lingkungan yang rendah dan tidak beracun [15].

Saat ini dengan pesatnya perkembangan proses industri dalam dunia modern, polusi suara sangat mengganggu dan mempengaruhi kehidupan sehari-hari yang dapat menyebabkan kerusakan yang cukup besar pada kesehatan fisik dan mental bagi manusia [16]. Ini memiliki efek berbahaya seperti gangguan telinga, kurang konsentrasi, tekanan darah tinggi [17]. Beberapa tahun terakhir, pengurangan kebisingan dengan menggunakan bahan penyerap suara telah menjadi salah satu metode yang paling efektif untuk mencegah kebisingan. Bahan penyerap suara berpori dengan kepadatan rendah dan porositas tinggi menjadi bahan penyerap suara yang paling luas penggunaannya [16].

Bahan penyerap suara biasanya digunakan untuk mengontrol kebisingan diberbagai lokasi, seperti kantor, pabrik, pemandangan umum. itu umumnya berisi saluran, rongga atau celah sehingga energi suara dapat untuk memasuki bagian dalam material dan menghilang secara bertahap [18]. Sehingga Sangat penting

untuk menghasilkan bahan yang hemat biaya dan ramah lingkungan yang dapat mengurangi polusi suara [19].

2.4.1. Bahan Penyerap Berpori

Berbagai macam bahan penyerap suara ada menyediakan sifat penyerapan tergantung pada frekuensi, komposisi, ketebalan, permukaan akhir, dan metode pemasangan. Namun, bahan yang memiliki nilai koefisien penyerapan suara yang tinggi biasanya berpori. Bahan penyerap berpori adalah padatan yang mengandung rongga, saluran atau celah sehingga gelombang suara dapat masuk melalui mereka [20].

2.4.2. Bahan Berserat Berpori

Sebagian besar bahan penyerap suara berpori secara komersial tersedia berserat. Bahan berserat terdiri dari satu setfilamen kontinu yang menjebak udara di antara mereka. Bahan penyerap ini diproduksi dalam gulungan atau lembaran dengan suhu, akustik, dan sifat mekanik. Serat dapat diklasifikasikan sebagai serat alami atau sintetis (buatan). Serat alam dapat berupa nabati (kapas, kenaf, rami, rami, kayu, dll.), hewan (wol, bulu terasa) atau mineral (asbes-tos). Serat sintetis dapat berupa selulosa (serat bambu, misalnya), mineral (fiberglass, wol mineral, wol kaca, grafit, keramik, dll.), atau polimer (poliester, polipropilen, Kevlar, dll.). Bahan berserat sintetis yang terbuat dari mineral dan polimer adalah digunakan sebagian besar untuk penyerapan suara dan isolasi termal. Namun, karena terbuat dari ekstrusi suhu tinggi dan industri proses berdasarkan bahan kimia sintetis, seringkali dari petrokimia sumber, jejak karbon mereka cukup signifikan [21].

2.5. Limbah

Pemanfaatan sumber daya limbah padat adalah tugas utama yang perlu ditangani secara rasional lingkungan [22]. Negara-negara yang kaya akan sumber daya mineral (misalnya, Cina, Polandia, AS) cenderung menumpuk limbah padat, terutama fosfogipsum, lumpur merah, abu terbang, dan gangue batubara [23]. Limbah padat dalam jumlah besar tidak hanya menempati lahan yang luas tetapi juga merusak ekosistem [23]. Oleh karena itu, pengolahan yang wajar dan

pemanfaatan sumber daya limbah padat industri sangat dibutuhkan. Karena sifat fisikokimia khusus seperti mengandung unsur logam yang kaya [24].

Tabel 2.3 Rincian limbah padat dan aplikasi potensialnya [25]

| Limbah Padat | Sumber | Aplikasi Potensial |
|--|---|--|
| Limbah Industri | Terak baja, puing konstruksi, sisa pembakaran batu bara, lumpur merah bauksit | Batu bata, semen, balok, cat, ubin, pengganti produk kayu, beton, produk keramik |
| Limbah Pertanian | Tangkai kapas, sekam padi dan sekam jerami gandum, limbah gergaji kayu, goni dan tangkai pisang, kulit kacang, sisal dan sisa sayuran | Kertas cetak, kardus, papan insulasi, papan partikel, panel dinding, lembaran atap, panel bangunan yang berserat, pengikat bahan bakar, semen anti asam, batu-bata, komposit penguat serat alami |
| Limbah Mineral Tambang | Terak dari industri pengolahan besi mentah, tembaga, emas, seng, aluminium, sisa pembakaran batu bara | Agregat bahan bakar ringan, ubin, batu bata |
| Limbah Berbahaya | Limbah galvanis, sisa proses metalurgi, limbah pengolahan kulit hewan | Papan, ubin, semen, batu bata |
| Limbah Tak Berbahaya dan Limbah Proses Lainnya | Limbah gipsum, terak kapur, limbah mebel, sisa pengolahan kaca dan keramik | Plester gipsum, gipsum berserat, papan, batu bata, balok, kerikil, pengikat semen |

Di zaman sekarang, limbah pertanian, limbah industri, dan limbah rumah tangga mencemari masyarakat, menyebarkan penyakit dan merusak keindahan alam [25]. Limbah industri menimbulkan masalah ekonomi dan juga masalah

lingkungan. Diatidak terkendali untuk mendaur ulang dan mengelola limbah industri karena toksisitas tinggi dan metode pembuangan yang buruk [26]. Pembuangan limbah organik menjadi penyebab keprihatinan di Selandia Baru (NZ). Mirip dengan negara industri lainnya, aplikasi lahan tetap ada proses utama yang digunakan untuk pengolahan limbah, yang telah menciptakan masalah yang terkait dengan limpasan residu, bau, dan ketersediaan lahan [27].

Pengelolaan limbah makanan dalam jumlah besar merupakan tantangan utama. Dalam kerangka ekonomi sirkular, tujuannya adalah untuk menghilangkan pemborosan dan menetapkan penggunaan sumber daya secara terus-menerus, seperti menggunakan limbah sebagai sumber daya (terbarukan) untuk membuat produk bernilai tambah. Penggunaan limbah dari sumber daya terbarukan dalam produk lebih disukai daripada penggunaan sumber daya yang terbatas untuk alasan keberlanjutan dan lingkungan [28].

2.6. Serbuk Gergaji

Serbuk gergaji adalah hasil residu dari pemotongan, penggilingan, pengeboran, pengamplasan, atau penghancuran kayu dengan gergaji atau alat lain; itu terdiri dari halus partikel kayu. Serbuk gergaji juga dikenal sebagai serbuk kayu. Ini adalah produk sampingan dari pemotongan, pengeboran kayu dengan gergaji atau alat lainnya; itu terdiri dari partikel halus kayu. Hewan tertentu, burung dan serangga yang hidup di kayu, seperti semut tukang kayu juga bertanggung jawab untuk menghasilkan serbuk gergaji. Serbuk gergaji diproduksi sebagai serpihan kecil yang terputus-putus atau potongan kecil kayu selama penggergajian kayu gelondongan menjadi berbagai ukuran [29].

Serbuk gergaji memiliki berbagai kegunaan praktis lainnya, termasuk sebagai mulsa, sebagai alternatif kotoran kucing dari tanah liat, atau sebagai bahan bakar. Sampai munculnya pendinginan, itu sering digunakan di rumah es untuk menjaga es tetap beku selama musim panas. Telah digunakan dalam tampilan artistik, dan sebagai pencar. Kadang-kadang juga digunakan untuk menyerap tumpahan cairan, sehingga tumpahan dapat dengan mudah dikumpulkan atau disingkirkan [30].

Meskipun serbuk gergaji sebagian besar terdiri dari selulosa, ia juga mengandung gula larut, asam, resin, minyak dan lilin, dan zat organik lainnya yang memiliki efek penghambatan pada pengaturan dan pengerasan semen. Terlepas dari masalah pengerasan dan pengerasan, sebagian besar serbuk gergaji kayu lunak dibuat kompatibel dengan semen jika campuran kapur atau semen digunakan sebagai pengikat. Tergantung pada jenisnya, serbuk gergaji telah diidentifikasi sebagai bahan pengisi yang ideal untuk menghasilkan balok beton berlubang. Kekuatan beton, bagaimanapun, berkurang dengan meningkatnya volume serbuk gergaji [31].

Paramasivam dan Loke menemukan bahwa beton serbuk gergaji dengan rasio semen terhadap serbuk gergaji 1:1 memiliki kekuatan rekat yang baik dan sebanding dengan beton normal [31].

2.7. Karakteristik Serbuk Gergaji

Badejo [32] mengobservasi papan partikel dengan tebal 12 mm yang dibuat dari serbuk gergaji dari empat jenis kayu (*Mitragyna ciliata*, *Triplochiton scleroxylon*, *Terminalia superba* dan *Ceiba pentandra*) memiliki pengaruh kuat terhadap sifat dari papan tersebut. Kekuatan tarik yang diperoleh berada pada rentang antara 4.72 hingga 8.20 MPa, 5.00 hingga 8.00 MPa, 4.35 hingga 6.05 MPa dan 3.75 hingga 6.20 MPa secara berturut-turut dari keempat jenis kayu tersebut. Modulus elastisitasnya berada pada rentang 2750 hingga 4000 MPa, 2500 hingga 3500 MPa, 2500 hingga 3400 MPa dan 2100 hingga 3350 MPa secara berturut-turut dari keempat jenis kayu tersebut. Setelah dicelupkan kedalam air dingin selama 72 jam, persentasi penyusutan dari keempat kayu tersebut berturut-turut 2.8% hingga 4.5%, 2.9% hingga 5.5%, 2.2% hingga 3.55% dan 4.50% hingga 5.70%. Densitas rata-rata dari keempat jenis kayu tersebut berturut-turut adalah 450 hingga 560 kg/m³, 320 hingga 400 kg/m³, 450 hingga 580 kg/m³ dan 230 hingga 260 kg/m³ [33] [34].

Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Atuanya dan Obele [35] membuat papan komposit dari serbuk gergaji kayu Okhuen dan polietilena menunjukkan

bahwa nilai kekuatan tarik rata-rata dari komposit adalah 13.991 MPa, yang dimana nilainya memenuhi spesifikasi untuk penggunaan umum.

Abu-Zarifa [36] meneliti papan partikel yang dibuat dari serbuk gergaji kayu dan limbah pertanian (batang pisang, sekam gandum dan kulit jeruk). Tiap limbah pertanian dicampur dengan serbuk gergaji kayu dengan takaran 25% dan 75% dengan takaran polipropilena diatur konstan pada 40%. Hasil pengujian menunjukkan modulus elastisitas maksimumnya adalah 2160.78 MPa dengan campuran 75% sekam gandum, kekuatan tarik maksimum 11.07 MPa dengan campuran 100% serbuk gergaji kayu, dan tegangan luluh maksimum 7.8 MPa dengan campuran 25% batang pisang. Rentang penyerapan airnya berada diantara 8.19% hingga 19.3%. Hasil ini lebih baik dibandingkan papan partikel komersial lainnya (seperti Medium Dense Fiber dan Papan Kayu Tekan) [36].

Kang et. al [37] meneliti papan komposit sekam padi-serbuk gergaji kayu untuk penyerapan suara dalam konstruksi. Target massa jenis dari papan adalah 400, 500, 600 dan 700 kg/m³. Persentasi takaran campuran sekam padi / serbuk gergaji kayu / resin fenol berturut turut adalah 10/80/10, 20/70/10, 30/60/10 dan 40/50/10. Karakteristik penyerapan suara dari papan ini dibandingkan dengan papan gipsum dan papan serat komersial. Koefisien penyerapan suara dari komposit adalah 0.20 pada 500 Hz, 0.40 pada 1000 Hz dan 0.40 hingga 0.55 pada frekuensi diatas 1000 Hz. Diperoleh bahwa koefisien penyerapan suara dari komposit adalah dua kali lebih tinggi dibandingkan papan gipsum dengan ketebalan 11 mm, terutama pada frekuensi 1000 Hz. Komposit ini menunjukkan nilai koefisien penyerapan suara yang lebih tinggi dibandingkan papan gipsum komersial pada rentang frekuensi 500 hingga 4000 Hz.

Material yang dibuat dari serbuk gergaji kayu dan serbuk karet daur ulang di uji kemampuan akustik nya kemudian dibandingkan dengan produk yang berada di pasar yaitu serat kaca dan foam poliuretana. Koefisien penyerapan suara secara eksperimen dilakukan pada frekuensi antara 100 hingga 3200 Hz. Hasil penelitian menunjukkan bahwa material komposit yang dibuat dari serbuk gergaji kayu dan serbuk karet memiliki sifat akustik yang lebih baik dibandingkan produk pasar tersebut, terutama pada frekuensi dibawah 1600 Hz. Koefisien penyerapan suara

yang diukur pada material dengan serbuk gergaji kayu dan 30% poliuretana memiliki nilai minimum 0.65 pada frekuensi diantara 300 hingga 3150 Hz [38].

Tabel 2.4 Sifat penyerapan suara beberapa material bangunan umum dan dari serbuk gergaji kayu [39]

| Material | Koefisien Penyerapan Suara | Frekuensi (Hz) |
|---|-----------------------------------|-----------------------|
| Beton halus | 0.01, 0.02, 0.05 | 125, 1000 dan 4000 Hz |
| Dinding Bata | 0.02, 0.03, 0.07 | 125, 1000 dan 4000 Hz |
| Dinding Bata dengan Semen | 0.04, 0.35, 0.36 | 125, 1000 dan 4000 Hz |
| Panel Plywood | 0.42, 0.08, 0.06 | 125, 1000 dan 4000 Hz |
| Pintu Kayu Padat | 0.14, 0.08, 0.10 | 125, 1000 dan 4000 Hz |
| Serbuk Gergaji Kayu dan Serbuk Karet Daur Ulang | 0.65 | 300 - 3150 |
| | 0.979 | 2000 |
| Serbuk Gergaji Kayu dengan 30% Poliuretana | 0.1 – 0.89 | 450 - 1600 |
| Komposit dari 50% Poliuretana dan 50% Serbuk Gergaji Kayu | 0.09 – 0.89 | 100 - 800 |
| Komposit Sekam Padi-Serbuk Gergaji Kayu | 0.2 | 500 |
| | 0.4 | 1000 |
| | 0.40 – 0.55 | Diatas 1000 |

Kemudian studi lainnya membandingkan penyerapan suara material yang dibuat dari 100% foam poliuretana (100-FPF) dan material yang dibuat dari 50% serbuk gergaji kayu dan 50% poliuretana (50-FPF). Material 100-FPF menunjukkan karakteristik penyerapan suara yang efektif pada rentang frekuensi antara 100 hingga 1700 Hz. Material 50-FPF menunjukkan karakteristik penyerapan suara yang efektif pada rentang frekuensi antara 100 hingga 700 Hz dimana nilai koefisien penyerapan suara yang diperoleh adalah 0.89 pada frekuensi 700 Hz. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa material berporositas memiliki karakteristik penyerapan suara yang kompleks [40].

2.8. Bahan Peredam Suara Alami Lainnya

2.8.1. Serat Kenaf

Serat kenaf, yang secara ilmiah dikenal sebagai *hibiscus cannabinus*, diperoleh dari batang tanaman. Kenaf tersebar luas di Afrika, Asia, dan India, di mana umumnya digunakan untuk membuat tas. Inggris mengimpor kenaf ke Eropa sebelum menyebar di Amerika Utara. panel kenaf tersedia secara komersial sebagai panel semi-kaku dengan kepadatan dan ketebalan yang berbeda. Selama proses fabrikasi, serat kenaf sering dicampur bersama dengan beberapa serat poliester untuk lipat kekakuan mereka. Sampel kenaf murni dengan ketebalan 4 cm dan 6 cm dan densitas berbeda diuji. Yang diukur nilai koefisien penyerapan suara tinggi pada frekuensi sedang dan tinggi, tetapi koefisien penyerapan diasumsikan nilai rendah pada frekuensi rendah [41].

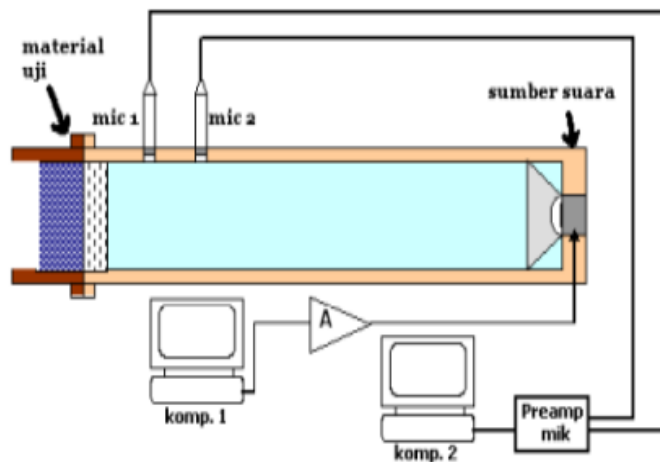
2.8.2. Sabut Kelapa

Sabut kelapa bahan menunjukkan sifat penyerapan suara yang baik untuk frekuensi sekitar 2500-3100Hz. Dengan membandingkan hasil keduanya pendekatan itu terlihat jelas bahwa model Delany-Bazley menunjukkan tren yang sangat cocok dengan hasil eksperimen hingga 2900– 3100Hz. Sampel 7 mm, 14 mm, 21 mm, 28 mm dan 35 mm dengan massa jenis 220 Kg/m³ menunjukkan koefisien penyerapan suara sebesar 0,50, 0,69, 0,74, 0,78 dan 0,84 untuk frekuensi sekitar 2700–3100Hz. Serat sabut kelapa menunjukkan penyerapan suara yang buruk pada frekuensi rendah. STL lebih lanjut untuk sampel setebal 21 mm, 28 mm, 35 mm dengan densitas 220 Kg/m³ diperoleh dengan menggunakan tabung impedansi. Contoh dengan ketebalan yang lebih tinggi menunjukkan hasil STL yang baik. Semua hasil nyata bahwa sabut kelapa dapat digunakan secara efektif untuk aplikasi akustik [42].

2.9. Tabung Impedansi

Tabung impedansi adalah alat yang terdiri dari dua mikrofon yang dimana salah satu mikrofon nya diletakkan di dekat sumber suara dan mikrofon lainnya

diletakkan di ujung tabung. Sampel dikunci di ujung tabung, kemudian sumber suara yang akan melepaskan gelombang suara dengan frekuensi yang ditentukan dipasang pada ujung lainnya [43].



Gambar 2.3 Tabung Impedansi [43]

Node gelombang suara yang dilepaskan dari sumber suara dan yang dipantulkan oleh sampel akan dideteksi oleh mikrofon. Kemudian hasil deteksi yang ditangkap oleh kedua mikrofon dihitung berdasarkan frekuensi fungsi respon diantara dua mikrofon. Diameter tabung impedansi harus lebih kecil dibandingkan panjang gelombang yang dilepaskan sumber suara, sehingga gelombang dapat berpropagasi sempurna di sepanjang sumbu tabung. Nilai dari koefisien penyerapan suara adalah diantara 0 dan 1, dimana tidak ada penyerapan suara pada nilai 0 dan penyerapan suara maksimal pada nilai 1 [43].

2.10. Analisis Taguchi

Metode analisis Taguchi ditemukan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 ketika menjalankan tugas untuk memperbaiki sistem telekomunikasi di Jepang. Metode ini adalah metode yang baru dipakai dalam bidang teknik dengan tujuan untuk memperbaiki kualitas proses dan produk serta untuk menekan biaya dan sumber daya sekecil mungkin. Target dari metode Taguchi ini adalah dengan mengubah produk menjadi *robust* terhadap *noise*, sehingga metode ini sering disebut dengan metode *Robust Design*.

Tahap-tahap metode Taguchi dibedakan menjadi tiga tahap. Adapun tiga tahap itu adalah tahap perencanaan, tahap pelaksanaan dan tahap analisis. Tahap perencanaan adalah tahap yang paling berperan dari eksperimen karena fungsinya untuk memberikan informasi yang diharapkan.

Tahap kedua dari metode ini adalah tahap pelaksanaan, dimana ketika data hasil eksperimen telah diperoleh. Apabila eksperimen direncanakan dan dilakukan dengan baik, maka proses analisis akan menjadi lebih sederhana dan cenderung memberikan informasi positif terkait faktor serta level.

Tahap analisis adalah tahap dimana saat informasi positif atau negatif berikatan dengan faktor dan level yang telah dihasilkan dan dipilih dari dua tahap sebelumnya. Tahap analisis adalah tahap terakhir yang menentukan peneliti mendapatkan hasil positif atau negatif. Adapun langkah-langkah untuk melengkapi desain eksperimen yang efektif adalah sebagai berikut; perumusan masalah, tujuan eksperimen, pemilihan karakteristik kualitas (variabel terikat), pemilihan faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas (variabel bebas), identifikasi faktor terkendali dan tidak terkendali, penentuan jumlah level dan nilai faktor, perhitungan derajat kebebasan (*Degree of Freedom/DOF*), pemilihan *Orthogonal Array (OA)*, penyisipan faktor dan interaksinya pada *Orthogonal Array*, persiapan dan pelaksanaan percobaan, analisa data dan interpretasi hasil.

Rasio perbandingan S/N dipakai untuk menghitung rasio sinyal yang tidak dikehendaki terhadap noise sebarang yang tidak dikehendaki sesuai dengan data karakteristik kualitas yang diamati. Rasio ini umumnya dipakai untuk menentukan nilai optimum pada proses pengendalian kualitas terhadap hasil percobaan, sehingga dapat meminimalkan kerugian dalam menentukan hasil keluaran dalam proses kerja. Ada 3 kategori karakteristik kualitas dalam rasio S/N. Adapun ketiga karakteristik tersebut adalah sebagai berikut.

Karakteristik Nominal Terbaik

$$\frac{S}{N} = 10 \log \frac{y^2}{s_y^2} \quad (1)$$

Karakteristik Kecil Terbaik

$$\frac{S}{N} = -10 \log \frac{1}{n} (\Sigma y^2) \quad (2)$$

Karakteristik Besar Terbaik

$$\frac{S}{N} = -\log \frac{1}{n} \left(\Sigma \frac{1}{y^2} \right) \quad (3)$$

Dimana

y = Mean data yang diteliti

n = Jumlah pengulangan atau jumlah data yang diteliti

s^2 = Variasi dari y