



LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT (LPPM) UNIVERSITAS BOJONEGORO

Sekretariat Panitia : Kantor Pusat UNIGORO, Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp (0353) 881984 – 885444 BOJONEGORO

SURAT PERJANJIAN KONTRAK PENELITIAN NOMOR : 038 / LPPM-LIT / UB / X / 2023

Pada Hari Ini Jum'at Tanggal Lima Belas Bulan Oktober Tahun Dua Ribu Dua Puluh Dua, yang bertanda tangan dibawah ini :

1. **LAILY AGUSTINA RAHMAWATI, S.Si., M.Sc.** selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bojonegoro, selanjutnya disebut PIHAK PERTAMA.
2. **AMALIA MA'RIFATUL MAGHFIROH, S.Si., M.T.** selaku Dosen Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro selaku Peneliti, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak menyatakan bersepakat untuk membuat perjanjian kontrak penelitian sebagai berikut :

Pasal 1 **Judul Penelitian**

PIHAK PERTAMA dalam jabatannya tersebut di atas, memberikan tugas kepada PIHAK KEDUA untuk melaksanakan penelitian yang berjudul:

“ANALISIS VARIAN MATERIAL PENYERAP SUARA DARI BAHAN LIMBAH SABUT KELAPA DAN *STYROFOAM*”

Pasal 2 **Waktu dan Biaya Penelitian**

- (1) Waktu penelitian adalah 5 bulan, dari **9 Oktober 2023 sampai dengan 7 Maret 2024**.
- (2) Biaya pelaksanaan penelitian ini dibebankan pada Anggaran Universitas Bojonegoro Tahun 2023/2024 dengan **nilai kontrak sebesar Rp. 5.000.000,- (Lima Juta Rupiah)**

Pasal 3 **Cara Pembayaran**

Pembayaran biaya penelitian diberikan sesuai dengan aturan dan tata cara yang telah ditetapkan dalam Pedoman Penelitian Universitas Bojonegoro, yaitu:

- (1) Tahap I sebesar 60% dari nilai kontrak yang diterimakan paling cepat dua minggu setelah surat perjanjian kontrak penelitian ini ditandatangani oleh kedua pihak melalui

Bendahara Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Bojonegoro dengan bukti pencairan Tahap I berupa Proposal yang telah disetujui oleh LPPM dan Surat Keputusan Penerima Hibah Internal.

- (2) Tahap II sebesar 40% dari nilai kontrak yang diterimakan setelah PIHAK KEDUA menyelesaikan seluruh kewajiban pekerjaan penelitian yang dibuktikan dengan dokumen laporan penelitian dan bukti submit jurnal minimal **terakreditasi Sinta**.

Pasal 4

Keaslian Penelitian dan bebas dari ikatan dengan Pihak Lain

- (1) PIHAK KEDUA bertanggungjawab atas keaslian judul penelitian sebagaimana disebutkan dalam pasal 1 Surat Perjanjian Kontrak Penelitian ini (bukan duplikat/jiplakan/plagiat) dari penelitian orang lain.
- (2) PIHAK KEDUA menjamin bahwa judul penelitian tersebut bebas dari ikatan dengan pihak lain atau tidak sedang didanai oleh pihak lain.
- (3) Apabila di kemudian hari diketahui ketidakbenaran pernyataan ini, maka kontrak penelitian dinyatakan batal, dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana yang telah diterima.

Pasal 5

Monitoring Penelitian

- (1) PIHAK PERTAMA berhak untuk:
 - a. Melakukan pengawasan administrasi, monitoring, dan evaluasi terhadap pelaksanaan penelitian
 - b. Memberikan sanksi jika dalam pelaksanaan penelitian terjadi pelanggaran terhadap isi perjanjian oleh peneliti
 - c. Bentuk sanksi disesuaikan dengan tingkat pelanggaran yang dilakukan
- (2) Pemantauan kemajuan penelitian dilakukan oleh PIHAK PERTAMA.

Pasal 6

Laporan Kemajuan dan Laporan Akhir Penelitian

- (1) PIHAK KEDUA wajib menyerahkan Laporan Kemajuan kepada PIHAK PERTAMA **paling lambat tanggal 8 Januari 2024 atau tiga bulan setelah tanggal penandatanganan kontrak**.
- (2) Setelah Laporan Kemajuan disetujui oleh LPPM, PIHAK KEDUA wajib menyerahkan **Laporan Akhir dan bukti submit Jurnal minimal terakreditasi sinta paling lambat 7 Maret 2024**.

(3) Berkas-berkas Laporan Akhir meliputi:

- a. Laporan lengkap penelitian sebanyak 3 (tiga) eksemplar dengan cover merah muda.
- b. Salinan tautan jurnal, atau tangkapan gambar layar proses submit jurnal dan diletakkan di halaman paling belakang laporan.

(4) Format laporan hasil penelitian sesuai dengan aturan-aturan yang telah ditetapkan pada surat Nomor: 007/LPPM/UB/III/2023 yang beralamatkan <https://www.unigoro.ac.id/lppm-lit-pkm/>.

Pasal 7 Sanksi

Segala kelalaian baik disengaja maupun tidak, sehingga menyebabkan keterlambatan menyerahkan laporan hasil akhir penelitian dengan batas waktu dalam pasal 2 yang telah ditentukan akan mendapatkan sanksi sebagai berikut.

- (1) Apabila PIHAK KEDUA menyerahkan Laporan Kemajuan tetapi tidak menyerahkan Laporan Akhir dan bukti submit jurnal maka PIHAK KEDUA wajib mengembalikan 60% dana penelitian yang telah diterima.
- (2) Apabila PIHAK KEDUA tidak menyerahkan Laporan Kemajuan dan tidak menyerahkan Laporan Akhir serta bukti submit jurnal maka PIHAK KEDUA akan diberikan sanksi denda sebesar nilai kontrak sebagaimana tercantum pada Pasal 2 Ayat 2.

Pasal 8 Penutup

Perjanjian ini berlaku sejak ditandatangani dan disetujui oleh PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA.

PIHAK PERTAMA
Ketua LPPM Unigoro



LAILY AGUSTINA R. S.Si., M.Sc.
NIDN. 07 210886 01

PIHAK KEDUA
Peneliti

Amalia Ma'rifatul M., S.Si., M.T.
NIDN. 07 161192 01

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Progam Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknik



ANALISIS VARIAN MATERIAL PENYERAP SUARA DARI BAHAN
LIMBAH SABUT KELAPA DAN *STYROFOAM*

Tim Peneliti:

Amalia Ma'rifatul Maghfiroh, S.Si., M.T.
Ardana Putri Farahdiansari, S.T., M.M.
Novia Pramesti Dwi Cahyani
Firstyan Deviena Citra Rahayu

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 1 Tahun Anggaran 2023/2024

Nomor Kontrak :

038/LPPM-LIT/UB/X/2023

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2024

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

1. **Judul Penelitian** : Analisis Varian Material Penyerap Suara dari Bahan Limbah Sabut Kelapa dan *Styrofoam*
2. **Tema** : Ergonomi, K3, dan Human Factors
3. **Ketua Peneliti**
 - a. Nama Peneliti : Amalia Ma'rifatul Maghfiroh, S.Si., M.T.
 - b. NIDN : 0716119201
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : amalia@unigoro.ac.id
 - e. Bidang Keilmuan : Material Engginering
- Anggota Peneliti 1**
 - a. Nama (Dosen/
Mahasiswa) : Ardana Putri Farahdiansari, S.T., M.T
 - b. NIDN/NIM : 0704118805
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : putri.faradian@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Ergonomi
- Anggota Peneliti 2**
 - a. Nama (Dosen/
Mahasiswa) : Novia Pramesti Dwi Cahyani
 - b. NIDN/NIM : 22262011047
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : Noviapramesti2611@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : -
- Anggota Peneliti 3**
 - a. Nama (Dosen/
Mahasiswa) : Firstyan Deviena Citra Rahayu
 - b. NIDN/NIM : 22262011022
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : Leeeeee.rae12@gmail.com

- e Bidang Keilmuan -
4. Jangka Waktu : 6 bulan
Penelitian
6. Lokasi Penelitian : Universitas Bojonegoro
7. Dana Diusulkan : Rp 5.000.000,00

Bojonegoro, 04 Maret 2024

Mengetahui,

Ketua LPPM Universitas Bojonegoro

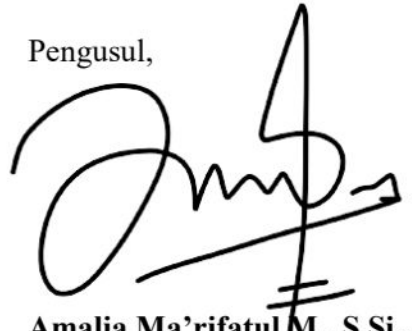


The official stamp of Universitas Bojonegoro LPPM (Lembaga Penelitian & Pengabdian Masyarakat) is circular. It features a central emblem with a crown and wings, surrounded by the text 'UNIVERSITAS BOJONEGORO' and 'LEMBAGA PENELITIAN & PENGABDIAN MASYARAKAT'. The acronym 'LPPM' is prominently displayed at the bottom of the stamp.

Laili Agusjina Rahmawati, S.Si., M.Sc.

NIDN 07 2108 8601

Pengusul,



A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the bottom.

Amalia Ma'rifatul M., S.Si., M.T

NIDN. 07 16119201

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa saya panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan penelitian ini sebaik-baiknya. Laporan penelitian ini berjudul “**Analisis Varian Material Penyerap Suara dari Bahan Limbah Sabut Kelapa dan Styrofoam**” ini disusun untuk memenuhi salah satu tridharma perguruan tinggi yaitu penelitian. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa penelitian sampai pembuatan laporan ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam pembuatan laporan penelitian ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu tentang karakterisasi material ke depannya.

Bojonegoro, 04 Maret 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	1
KATA PENGANTAR	3
DAFTAR ISI	4
DAFTAR TABEL	6
DAFTAR GAMBAR	7
ABSTRAK	8
BAB I	9
PENDAHULUAN	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Tujuan Penelitian	11
1.4 Manfaat Penelitian	11
BAB II	12
TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Landasan Teori	12
2.2 Penelitian Terdahulu	18
2.3 Kerangka Konsep Penelitian	20
BAB III	21
METODE PENELITIAN	21
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	21
3.2 Lokasi Penelitian	21
3.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel	21
3.4 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data	22
3.5 Analisis Data	23
BAB IV	25
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Proses Pembuatan Spesimen	25
4.2 Pengukuran Koefisien Serap Suara	29
BAB V	35

KESIMPULAN	35
DAFTAR PUSTAKA.....	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	18
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kemampuan Redam/Loss (dB)	30
Tabel 4. 2 Nilai Rata-rata kemampuan redam (loss).....	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Fase-fase dalam komposit	13
Gambar 2. 2 Standar kelas koefisien absorpsi suara pada material	18
Gambar 2. 3 Kerangka Konsep Penelitian	20
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian.....	24
Gambar 4. 1 Proses Pemotongan Serat.....	25
Gambar 4. 2 Perendaman sabut kelapa dengan air	26
Gambar 4. 3 Perendaman serat dengan NaOH	26
Gambar 4. 4 Pengeringan serat dengan bantan terik matahari	27
Gambar 4. 5 Pemotongan kertas bekas.....	27
Gambar 4. 6 Pemotongan styrofoam	28
Gambar 4. 7 Proses pengepresan komposit dengan mesin pres hidrolik.....	29
Gambar 4. 8 Alat Uji (Tabung Impedansi).....	30
Gambar 4. 9 Energi Datang berdasarkan Frekuensi Bunyi.....	32
Gambar 4. 10 Energi Serap berdasarkan frekuensi bunyi.....	33
Gambar 4. 11 Koefisien Serap Bunyi berdasarkan Frekuensi	34

ABSTRAK

Meningkatnya permasalahan lingkungan baik berupa masalah kebisingan maupun limbah padat organik dan anorganik memunculkan berbagai upaya untuk menanganinya. Di sisi lain terjadi peningkatan penggunaan komposit di segala bidang merupakan rekayasa bahan yang banyak dilakukan orang untuk mendapatkan bahan alternatif yang baru. Terdapat beberapa bahan berbasis limbah seperti serabut kelapa, kertas, dan styrofoam yang mempunyai sifat dasar kuat dan ringan. Dari hasil penelitian sebelumnya (Dino Rimantho, 2018) diperoleh bahwa bahan komposit yang terbuat dari limbah padat yang berupa serbuk kayu, serabut kelapa muda, kertas, dan styrofoam pada Formulasi A (300 gram bubur kertas, 140 gram serabut kelapa, 140 gram serbuk kayu, dan 75 gram styrofoam) diperoleh tingkat peredaman suara dengan nilai koefisien redam suara 0,59 dan Formulasi B (140 gram bubur kertas, 300 gram serabut kelapa, 140 gram serbuk kayu, dan 75 gram styrofoam) diperoleh nilai koefisien redam suara 0,82. Hasil ini lebih baik dibanding dengan hasil penelitian sebelumnya dari para peneliti pendahulu. Pada penelitian ini Formula B dipilih untuk dianalisis lebih lanjut karena memiliki nilai redam yang lebih besar. Untuk keperluan penelitian lebih lanjut, saat ini komposisi Formula B sedang dalam proses pengajuan Paten. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah kemampuan papan komposit akustik dengan Formula B memiliki kemampuan menyerap suara yang sama baik ditinjau dari parameter ketebalan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bahan komposit untuk menyerap suara (coefficient of sound absorption) dan mengetahui kemampuannya untuk mereduksi suara (sound transmission loss) dengan berbagai variasi komposisi serta mengetahui pada komposisi berapa akan diperoleh nilai kemampuan redam yang paling baik dengan melakukan uji statistik dengan analisis varian. Berdasarkan hasil olah data dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut : hasil pengujian akustik komposit ini diperoleh untuk sampel A, B dan C terlihat bahwa kemampuan meredam suara/energi serap (loss) tertinggi (nilai rata-rata) adalah 49,57 dB di frekuensi 750 Hz pada sampel C. Sedangkan suara/energi serap terendah adalah 1,15 dB pada frekuensi 500 Hz pada sampel A. Nilai koefisien penyerapan bunyi nilai koefisien penyerapan bunyi yang diperoleh pada semua variasi frekuensi dari sampel A, B dan C mempunyai nilai koefisien serap yang baik yaitu $\geq 0,2$. Sedangkan nilai koefisien serap terendah yang diperoleh adalah 2,01 pada frekuensi 750 Hz di sampel C dan nilai koefisien serap tertinggi adalah 46,67 untuk sampel A pada frekuensi 500 Hz.

Kata Kunci : Komposit, Peredam Kebisingan, Serabut Kelapa, Styrofoam

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah lingkungan hidup adalah suatu masalah yang cukup kompleks dan dilematis. Hal ini mendorong kepedulian terhadap lingkungan dan energi menjadi sangat penting, salah satu peningkatan kepedulian ini dapat diwujudkan dengan penggunaan material yang berasal dari limbah. Penggunaan limbah sebagai material didasarkan kepada beberapa hal berikut ini: (1) meningkatnya kepedulian terhadap lingkungan, (2) melindungi sumber daya alam, (3) mengurangi emisi karbondioksida (CO₂), dan (4) daur ulang material.

Keberhasilan pembangunan dan pertumbuhan ekonomi yang dilaksanakan dengan memanfaatkan sumber daya alam banyak menyisakan dampak negatif terhadap lingkungan. Dari sudut pandang lingkungan, keberhasilan pembangunan tidak hanya diukur dari besarnya pertumbuhan ekonomi dan tercapainya pemerataan tetapi juga kelestariannya lingkungan di mana pembangunan itu berlangsung. Jika lingkungan rusak maka sumber-sumber (resources) untuk pembangunan itu sendiri akan semakin menipis dan langka. Dengan demikian maka kerusakan lingkungan akan mengancam tidak saja terhadap keberlanjutan pembangunan itu sendiri tetapi juga akan mengancam eksistensi manusia, misalnya dengan adanya pencemaran udara dan limbah padat.

Pencemaran udara yang menjadi perhatian banyak peneliti adalah kebisingan. Kebisingan merupakan bunyi atau suara yang tidak disenangi atau tidak diinginkan (Gabriel, 2001). Kebisingan sendiri menjadi sebuah permasalahan lingkungan yang sering dihadapi oleh masyarakat di daerah perkotaan, seperti kegiatan pembangunan, konser musik, kemacetan di jalan raya, dan lain-lain. Secara ilmu fisika, taraf kebisingan dapat dinyatakan dalam taraf intensitas bunyi dengan satuan desibel (dB) (Giancoli, 2001). Batas ambang kebisingan berdasarkan Peraturan Menkes RI No.1405 Tahun 2002 adalah 85 dB, namun kebisingan yang dirasakan oleh masyarakat perkotaan ternyata jauh di atas batas ambang yang diijinkan.

Selain masalah kebisingan, permasalahan lingkungan yang sering dihadapi oleh masyarakat adalah berupa sampah organik dan anorganik dari hasil beberapa macam kegiatan industri kecil maupun besar. Sampah merupakan hasil dari kegiatan manusia yang sekiranya sudah tidak dimanfaatkan kembali. Kurangnya kepedulian terhadap lingkungan menyebabkan banyak sampah yang dibuang sembarangan. Hal ini akan menimbulkan polusi akibat pencemaran tersebut, sungai akan banjir, bau busuk, dan pemandangan menjadi tidak indah. Namun itu semua pencemaran tersebut dapat diatasi jika manusia kreatif menggunakan bahan-bahan limbah menjadi sesuatu yang berguna, bahkan dapat menambah penghasilan dan akhirnya bisa tetap menjaga kelestarian lingkungan. Sampah dapat dimanfaatkan untuk didaur ulang kembali, berbagai sampah dapat didaur ulang, dibuat menjadi berbagai kerajinan dan produk baru, serta dapat dijual dan menambah pendapatan (Nurmuhamad, 2013).

Sampah organik yang sering ditemui adalah sabut kelapa muda dapat diperoleh dari kegiatan jual beli kelapa muda di pasar tradisional. Limbah kertas dapat berasal dari kegiatan belajar mengajar atau perkantoran. Sementara itu, limbah anorganik yang juga menjadi permasalahan adalah penggunaan styrofoam. Styrofoam, yang sering dipakai sebagai kemasan barang electronic, adalah suatu bahan yang terbuat dari polistiren yang dikembangkan (expanded polystyrene) dan mempunyai berat satuan sangat ringan yaitu sekitar 13 kg/m^3 sampai 16 kg/m^3 (Satyarno, 2004). Limbah styrofoam termasuk kategori sampah non-organik yang sangat sulit membusuk dan selama ini belum diketahui adanya daur ulang styrofoam sehingga para pemulung pun tidak mengambilnya. Hal ini cukup berdampak buruk bagi lingkungan hidup. Dari latar belakang tersebut sehingga peneliti ingin melakukan penelitian pembuatan komposit dari bahan sabut kelapa dan Styrofoam agar bisa digunakan sebagai barang yang berguna.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana mengetahui bahan komposit untuk menyerap suara (coefficient of sound absorption) dan mengetahui kemampuannya untuk

mereduksi suara (sound transmission loss) dengan berbagai variasi komposisi.

2. Bagaimana mengetahui pada komposisi berapa akan diperoleh nilai kemampuan redam yang paling baik dengan melakukan uji statistic dengan analisis varian.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui bahan komposit untuk menyerap suara (coefficient of sound absorption) dan mengetahui kemampuannya untuk mereduksi suara (sound transmission loss) dengan berbagai variasi komposisi.
2. Mengetahui pada komposisi berapa akan diperoleh nilai kemampuan redam yang paling baik dengan melakukan uji statistic dengan analisis varian.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah diperoleh spesifikasi material komposit yang dapat memberikan kemampuan redam suara yang lebih baik yang dapat digunakan untuk pengembangan produk peredam suara dengan material yang berasal dari limbah padat organik dan anorganik.

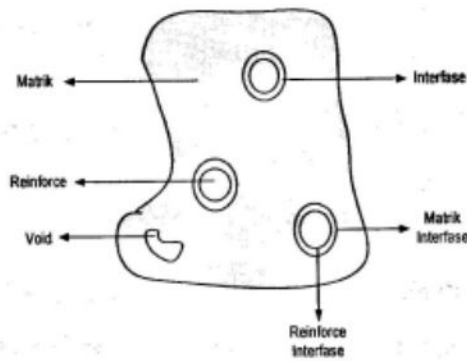
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Bahan Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda dimana satu material sebagai pengisi (Matrik) dan lainnya sebagai fasa penguat (Reinforcement). Komposit biasanya terdiri dari dua bahan dasar yaitu serat dan matrik. Serat biasanya bersifat elastis, mempunyai kekuatan tarik yang baik, namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi sedangkan matrik biasanya bersifat ulet, lunak dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya. Kedua bahan yang mempunyai sifat berbeda ini digabungkan untuk mendapatkan satu bahan baru (komposit) yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya (Gibson, 1994). Suatu material komposit merupakan suatu material yang kompleks dimana terkomposisikan dari dua material atau lebih yang digabungkan/disatukan secara bersamaan pada skala makroskopik membentuk suatu produk yang berguna, yang didesain untuk menghasilkan kualitas maupun sifat terbaik. Penguat biasanya bersifat elastis, dan mempunyai kekuatan tarik yang baik namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi, sedangkan matrik biasanya bersifat ulet, lunak dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya. Kedua bahan yang mempunyai sifat berbeda ini digabungkan untuk mendapatkan satu bahan baru (komposit) yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya (Jacob, 2005). Di dalam komposit dapat terbentuk interphase yaitu fase diantara fase matrik dan penguat yang dapat timbul akibat interaksi kimia antara kimia antara fase matrik dan fase penguat.



Gambar 2. 1 Fase-fase dalam komposit, Jacob (2005)

Semakin berkembangnya teknologi memungkinkan komposit dapat didesain sedemikian rupa sesuai dengan karakteristik material yang diinginkan sehingga dapat dibuat menjadi lebih kuat, ringan dan kaku. Dengan beberapa kelebihan tersebut, menyebabkan komposit banyak diaplikasikan dalam peralatan-peralatan teknologi tinggi di bidang industri, transportasi dan konstruksi bangunan.

Secara umum komposit didefinisikan sebagai sebuah material yang terdiri atas beberapa material dengan sifat yang berbeda yang tersusun dari dua komponen yaitu matrik (resin) dan penguat baik dalam bentuk serat ataupun filler.

Klasifikasi Komposit

Berdasarkan material morfologi penguatnya, komposit dibagi menjadi 3 klasifikasi, yaitu :

1. Komposit partikulat (penguatnya butiran, kerikil, pasir, filler lain dalam matriks kontinu).
2. Komposit serat (berpenguat serat). Dalam hal polimer diperkuat serat, ada zat ketiga yang disebut zat penjodoh, penggabung, atau penyerasi (kopling) untuk meningkatkan rekatan antara serat dengan matriks.
3. Komposit laminat (penguatnya lembaran, kertas, kain, direkatkan dan dikenyangkan).

Matriks dan Filler

Pada pembuatan komposit serat sabut kelapa ini digunakan resin

polyester. Resin polyester tak jenuh atau sering disebut polyester merupakan matrik dari komposit. Resin ini termasuk juga dalam resin termoset. Pada polimer termoset resin cair diubah menjadi padatan yang keras dan getas yang terbentuk oleh ikatan silang kimiawi yang membentuk rantai polimer yang kuat.

Serat sabut kelapa (sebagai Filler) Filler (pengisi), berfungsi sebagai penguat dari matriks. Pada komposit ini filler yang digunakan adalah serat sabut kelapa. Identitas morfologi dari penampang sabut kelapa terhadap serat sabut kelapa menunjukkan bahwa serat sabut kelapa memiliki banyak rongga dengan struktur permukaannya lebih menyerupai busa (sponge).

Tapis Kelapa adalah serat yang terdapat pada pangkal tangkai daun pohon kelapa yang berfungsi menutupi pelepahnya. Tanaman kelapa (*Cocos nucifera* L) banyak terdapat di daerah beriklim tropis. Pohon kelapa diperkirakan dapat ditemukan di lebih dari 80 negara. Indonesia merupakan negara agraris yang menempati posisi ketiga setelah Filipina dan India, sebagai penghasil kelapa terbesar di dunia. Pohon ini merupakan tanaman yang sangat produktif, dimana dari daun hingga akarnya dapat diolah menjadi produk teknologi maupun untuk bangunan atau keperluan sehari-hari sehingga pohon kelapa dijuluki sebagai *The Tree of Life* (pohon kehidupan) dan *A Heavenly Tree* (pohon surga) (Brahmakumar, 2005). Tapis kelapa awalnya digunakan oleh masyarakat tradisional sebagai saringan kawat dan plastik yang memiliki kerapatan yang lebih merata tapis kelapa pun mulai ditinggalkan biasanya hanya digunakan untuk menyaring santan. Namun sekarang hanya menjadi limbah. Serat ini tersusun dari bahan yang menyerupai bahan pembentuk serabut kelapa. Walaupun jumlah yang dapat dihasilkan dalam satu pohon sangat terbatas namun tapis kelapa mempunyai keunggulan yaitu seratnya sudah tersusun dengan baik secara alami. Susunan serat dari tapis kelapa menyilang antara lapisan serat atas dengan lapisan serat bagian bawah. Karena keunggulan tersebut serat tapis kelapa cocok untuk dijadikan serat alternatif untuk pembuatan komposit.

Bunyi

Bunyi mempunyai dua definisi, yaitu secara fisis dan fisiologis. Secara fisis bunyi adalah penyimpanan tekanan, pergeseran partikel dalam medium elastic seperti udara. Secara fisiologis bunyi adalah sensasi pendengaran yang disebabkan secara fisis. Penyimpangan ini biasanya disebabkan oleh beberapa benda yang bergetar, misalnya dawai gitar yang dipetik, atau garpu tala yang dipukul. Dari uraian tersebut maka untuk mendengar bunyi dibutuhkan tiga hal berikut :

1. Sumber atau obyek yang bergetar
2. Medium perambatan
3. Indera pendengaran.

Medium perambatan harus ada antara obyek dan telinga agar perambatan dapat terjadi. Rambatan gelombang bunyi disebabkan oleh lapisan perapatan dan perenggan partikel-partikel udara yang bergerak kearah luar, yaitu karena penyimpangan tekanan. Penyimpangan tekanan ditambahkan pada tekann atmosfer yang kira-kira tunak (steady) dan ditangkap oleh telinga. Partikel-partikel udara yang meneruskan gelombang bunyi tidak berubah posisi normalnya, mereka hanya bergetar sekitar posisi kesetimbangannya, yaitu posisi partikel jika tidak ada gelombang bunyi yang diteruskan.

Pada kenyataannya suara merupakan suatu getaran, sehingga demikian berhubungan dengan getaran-getaran suara, yang ditimbulkan oleh apa yang dinamakan sebuah sumber suara, misalnya suara manusia, alat musik, radio dan sebagainya yang menghasilkan suara. Udara atau zat-zat lain yang berfungsi sebagai media getaran, meneruskan getaran-getaran ini dan semua ini sampai pada selaput gendang pendengaran manusia, dimana mereka menimbulkan sebuah suara. Sewaktu udara atau zat lain melakukan getaran, bagian-bagian kecil tidak berpindah tempat, melainkan mereka bergerak ke sana ke mari mencari keseimbangan. Mereka bersentuhan dengan bagian-bagian yang berada di samping mereka, yang pada gilirannya membuat gerakan-gerakan serupa dan menyentuh pula bagian-bagian kecil

lainnya. Hal inilah yang dinamakan dengan laju pertumbuhan getaran.

Rambatan gelombang bunyi disebabkan oleh lapisan perapatan dan peregangan partikel-partikel udara yang bergerak ke arah luar, yaitu karena penyimpangan tekanan. Hal ini sama saja dengan penyebaran gelombang air pada permukaan kolam dan titik dimana batu dijatuhkan pada kolam tersebut. Partikel-partikel udara yang meneruskan gelombang bunyi tidak berubah posisi normalnya; mereka hanya bergetar sekitar posisi kesetimbangannya, yaitu posisi partikel bila tidak ada gelombang bunyi yang diteruskan. Kecepatan rambat gelombang bunyi pada temperatur ruang 68⁰F (20⁰C) adalah sekitar 1.130 ft/s (344 m/s). Apabila suatu gelombang bunyi yang berupa energy mengalami penumbukkan pada suatu bahan atau material tertentu maka kemungkinan yang terjadi dari gelombang bunyi tersebut antara lain dipantulkan (deflect), diserap (absorp), disebarkan (difuse), dibelokkan (diffraction), dengung, ataupun diteruskan.

Koefisien Penyerapan Bunyi

Penyerapan suara (Sound Absorption) Bahan lembut, berpori dan kain serta berbagai bahan lainnya; termasuk manusia, menyerap sebagian besar gelombang bunyi yang menumbuk kepadanya, dengan kata lain mereka adalah bahan penyerap bunyi. Dari definisi, penyerapan bunyi adalah perubahan energi bunyi menjadi suatu bentuk lain, biasanya panas, ketika melewati suatu bahan atau ketika menumbuk suatu permukaan. Jumlah panas yang dihasilkan pada perubahan energi ini adalah sangat kecil, sedang kecepatan perambatan gelombang bunyi tidak dipengaruhi oleh penyerapan.

Penyerapan energi bunyi oleh material berarti perubahan energi bunyi menjadi energi kinetik dan energi kalor. Material lunak berpori mudah bergetar. Energi bunyi yang diterima berubah menjadi energi kinetik bagi pergerakan getaran tersebut, sehingga absorber memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap bunyi. Energi kalor terbentuk karena adanya gesekan antarmolekul saat bergetar.

Untuk menghitung serapan bising dari material perlu adanya

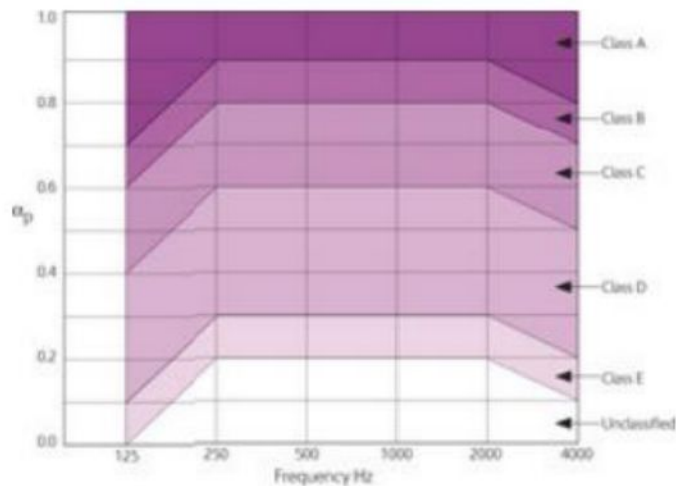
pengujian, alat uji yang digunakan adalah Kundts Tube Impedance. Alat ini berbentuk pipa sebagai pengisolasi suara dengan beberapa perangkat lain yang membantu. Prinsip kerja alat ini adalah bunyi dari speaker dialirkan dalam pipa, dimana diujung pipa terdapat material peredam yang akan menyerap bunyi dari speaker. Bagus tidaknya serapan dari suatu material ditentukan oleh koefisien penyerapan bunyi/NAC (Noise Absorption Coefficient) material tersebut. Meskipun karakteristik tidak berubah, koefisien serap suatu material dapat berubah menyesuaikan dengan frekuensi bunyi yang datang. Jadi besar nilai serapan bising dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{NAC } (\alpha) = \frac{\text{jumlah suara yang diserap}}{\text{total energi suara datang}}$$

Efisiensi penyerapan bunyi suatu bahan pada suatu frekuensi tertentu dinyatakan oleh koefisien penyerapan bunyi (α). Satuan ini dinyatakan dalam huruf Greek α . Nilai α dapat berada antara 0 sampai dengan 1; misalnya pada 500 Hz bila material akustik menyerap 65% dari energi bunyi datang dan memantulkan 35% daripadanya, maka koefisien penyerapan bunyi bahan ini adalah 0,65. Koefisien penyerapan bunyi berubah dengan sudut datang gelombang bunyi pada bahan dan dengan frekuensi. Nilai koefisien penyerapan bunyi pada suatu frekuensi tertentu, diratarata terhadap semua sudut datang pada suatu frekuensi tertentu (datang acak). Koefisien penyerapan bunyi suatu permukaan adalah bagian energi bunyi datang yang diserap atau tidak dipantulkan. Nilai koefisien berada antara 0 dan 1, bila nilai serapan nilai bunyi 0 maka gelombang bunyi dipantulkan semuanya, bila nilainya 1 maka gelombang bunyi diserap semua. Ketika gelombang bunyi datang dan mengenai suatu material maka sebagian dari energi bunyi akan diserap sebagian lagi akan dipantulkan.

Penyerapan bunyi suatu permukaan (penyerapan permukaan) diukur dalam sabins, sebelumnya disebut satuan jendela terbuka (open-window units). Satu sabin menyatakan suatu permukaan seluas 1 ft² (atau 1 m²) yang

mempunyai koefisien penyerapan $\alpha = 1.0$. penyerapan permukaan diperoleh dengan mengalikan luas permukaan dalam ft^2 (atau m^2), dengan koefisien penyerapan bunyinya. Berdasarkan standar ISO 11654:1997 tentang rating koefisien absorpsi suara pada material untuk komponen bangunan, didapatkan suatu acuan kelas koefisien absorpsi suara seperti berikut.



Gambar 2. 2 Standar kelas koefisien absorpsi suara pada material

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian terdahulu yang sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan:

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

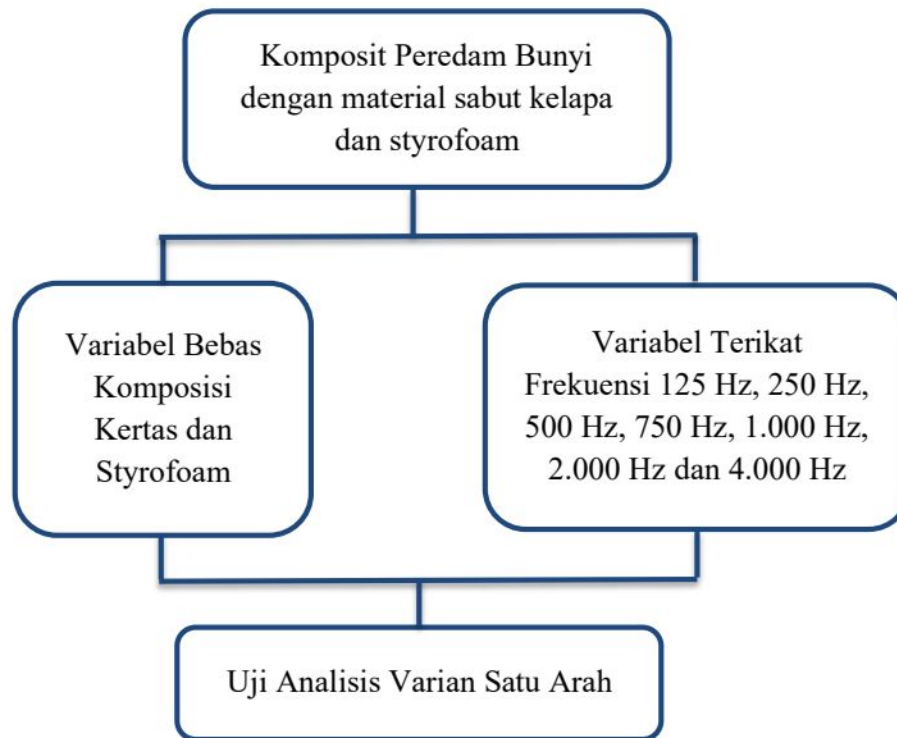
No.	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
1.	Moch Ilham Alamsyah dkk (2023)	Eksperimen	Komposit dari sabut kelapa, serbuk kayu dan epoxy resin	Hasil uji nilai koefisien absorpsi α pada semua sampel memiliki nilai rata-rata serapan suara yang berbeda-beda, dalam pengujian dalam frekuensi yang telah ditentukan (500 Hz , 750 Hz dan 1000 Hz) sampel B memiliki nilai rata-rata koefisien absorpsi suara (α) tertinggi dengan nilai sebesar 0.54 dan memiliki nilai serapan suara (nilai loss) sebesar 50.95 dB daripada sampel lainnya, maka sampel B

				merupakan sampel yang memiliki komposisi terbaik untuk peredam suara.
2.	Nur Yulianti H, ST., M.T dkk (2021)	Eksperimen	Komposit dari sabut kelapa muda,serbuk Kayu dan Styrofoam Variasi ketebalan	Hasil pengukuran kemampuan redam/serap (nilai Loss) papan komposit menunjukkan pada ketebalan 1 cm rata-rata besarnya energi serap adalah 18,17 dB, ketebalan 2 cm memiliki nilai rata-rata energi serap 19,95 dB dan pada ketebalan 2,5 cm memiliki nilai rata-rata energi serap 18,93 dB. Dari hasil analisis One Way Anova menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan redam/serap papan komposit pada ketebalan 1 cm, 2 cm dan 2,5 cm.
3.	Rimantho dkk (2019)	Eksperimen	Komposit dari sabut kelapa muda,serbuk Kayu dan Styrofoam	Limbah serut kayu, serabut kelapa, kertas dan styrofoam dengan komposisi 140 gram bubur kertas, 300 gram serabut kelapa, 140 gram serbuk kayu dan 75 gram styrofoam memberikan hasil nilai koefisien redam suara sebesar 0,82. Material komposit yang diuji memiliki ketebalan 3 cm.
4.	Ismail dkk (2010)	Eksperimen	Komposit penyerap bunyi dari serat pohon aren	Serat aren sangat baik untuk menyerap bunyi pada frekuensi 2.000 – 5.000 Hz dengan koefisien absorpsi antara 0,75 – 0,90, serta ketebalan optimum adalah 40 mm.
5.	Miasa (2004)	Eksperimen	Komposit penghalang kebisingan dari kertas dan plastik	Peredam kebisingan buatan dari kertas dan plastik (termasuk didalamnya kertas dan plastik bekas) mempunyai kemampuan meredam kebisingan lebih baik daripada tanaman dengan kemampuan hambatan aliran dapat diatur.

Sumber: Hasil penelitian sebelumnya diolah (2023)

2.3 Kerangka Konsep Penelitian

Berikut adalah kerangka konsep penelitian:



Gambar 2. 3 Kerangka Konsep Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini metode yang digunakan adalah eksperimen di laboratorium. Material komposit akan dibuat dengan mencampur serabut kelapa, kertas dan Styrofoam dengan lem PVC sebagai pengikat, Selanjutnya dicetak dan dikeringkan.

Spesimen komposit berbentuk silinder, dibuat dengan perbedaan variasi komposisi. Untuk menganalisis perbedaan kemampuan redam suara pada beberapa variasi komposisi akan digunakan analisis varian satu arah (One Way Anova). Nilai kemampuan serap bunyi specimen komposit diukur dilaboratorium dengan menggunakan frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 750 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz dan 4.000 Hz.

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro.

3.3 Populasi, Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Untuk pengambilan data terlebih dahulu dengan membuat specimen komposit. Berikut bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan komposit dari sabut kelapa dan Styrofoam:

1. Alat Press Hidrolik. Alat ini akan digunakan untuk menekan specimen dengan cetakan. Peralatan ini sudah ada di Laboratorium Teknik Industri Universitas Bojonegoro.
2. Cetakan. Cetakan yang digunakan adalah sambungan pipa paralon dengan diameter 4 inchi.
3. Jangka Sorong. Jangka sorong digunakan untuk mengukur specimen komposit.
4. Timbangan. Alat ini digunakan untuk menimbang massa dari sabut kelapa, bubuk kertas, dan Styrofoam.

5. Mixer. Mixer digunakan untuk mencampur material yang akan dicetak sebagai specimen uji.
6. Baskom. Digunakan sebagai tempat pencampuran material yang akan dibentuk menjadi specimen uji.

Setelah persiapan alat dan bahan selesai kemudian dilakukan pembuatan specimen uji yang terdiri dari tahap berikut ini:

1. Persiapan material, yaitu kertas bekas, Styrofoam, dan kulit kelapa.
2. Memotong atau memarut Styrofoam dan sabut kelapa hingga menjadi serpihan kecil.
3. Mencampurkan semua material dan memasukkan ke dalam cetakan yang terbuat dari sambungan pipa paralon dengan diameter 4 inci.
4. Pengeringan specimen dengan menjemur specimen dibawah sinar matahari selama tujuh hari sampai benar-benar kering.

3.4 Jenis Data dan Teknik Pengumpulan Data

Setelah specimen uji dianggap telah kering dan berkurang kadar airnya, maka Langkah selanjutnya adalah melaksanakan pengujian di laboratorium untuk pengumpulan data. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan serap suara. Pengujian kemampuan serap suara dilakukan dengan menggunakan tabung impedance yang terhubung dengan sound level meter.

Alat ini digunakan menggunakan system tabung impedansi. Cok istri dkk (2016), dalam penelitiannya untuk mengetahui koefisien serap bunyi komposit dari berbagai serat alam menggunakan tabung impedansi 2 microphone. Pada penelitian ini, system tabung impedansi menggunakan sensor Arduino yang berfungsi sebagai alat penangkap energi gelombang bunyi yang diterima oleh suatu medium dan sound level meter berfungsi sebagai alat untuk mengetahui besarnya energi gelombang bunyi yang direfleksikan oleh medium tersebut.

Gelombang yang diukur adalah amplitude tekanan maksimum dan amplitude tekanan minimum kedua (d2) dari sampel. Frekuensi yang digunakan adalah frekuensi oktaf-band yaitu 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz, dan 4.000 Hz (Doelle, 1986).

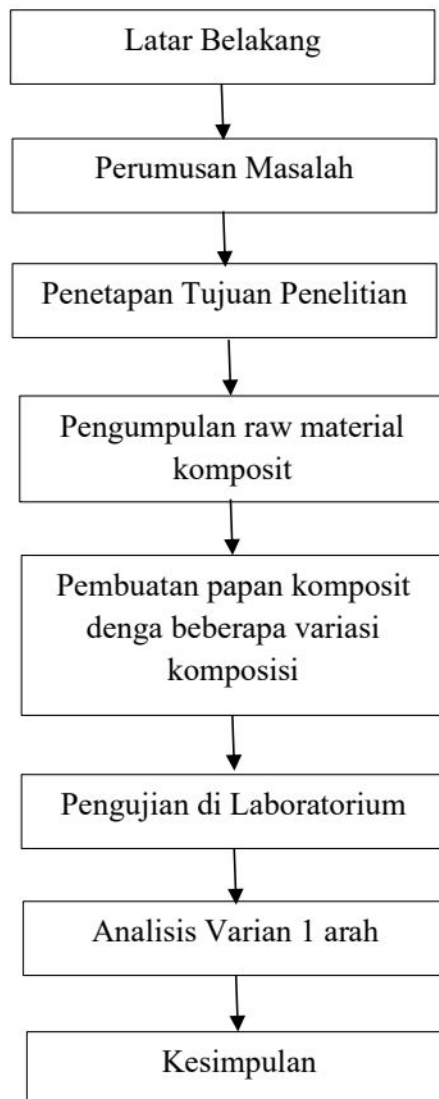
3.5 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium. Setelah itu dilakukan analisis dan interpretasi hasil pengolahan data untuk memberikan gambaran secara menyeluruh sebagai bahan pertimbangan dalam desain komposit. Hasil pengujian yang berupa nilai koefisien redaman dianalisis dengan menggunakan Analisis Varian Satu Arah (One Way Anova) untuk melihat apakah terdapat perbedaan kemampuan redam yang signifikan diantara material komposit dengan komposisi 5%, 10% dan 15% sabut kelapa. Hipotesis yang digunakan sebagai berikut:

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ (tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan redam papan komposit dengan variasi 5%, 10% dan 15% sabut kelapa).

H_a : $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$ (tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemampuan redam papan komposit dengan variasi 5%, 10% dan 15% sabut kelapa).

Berikut ini akan digambarkan diagram alir penelitian mulai dari penentuan masalah hingga dapat menarik suatu kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.



Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Spesimen

Tahapan pembuatan komposit berbahan dasar sabut kelapa sebagai peredam kebisingan adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Perlakuan Pendahuluan terhadap serat

Pada tahapan ini peneliti melakukan pengambilan serat sabut kelapa di lingkungan sekitar, selain mengurangi limbah juga memanfaatkan bahan yang berasal dari alam dan dikembangkan menjadi bahan komposit yang akan digunakan sebagai peredam suara. Dalam tahapan awal dipersiapkan serat yang diberi perlakuan pendahuluan (pretreatment) yaitu dari mulai pengambilan serat dari buah kelapa, pembersihan serat dan pengeringan.

Sabut kelapa yang dipilih adalah sabut kelapa tua dengan alasan kandungan air pada sabut kelapa tersebut sudah sangat rendah. Hal ini di sebabkan karena kelapa muda, mengandung air yang tinggi dan pada saat pengeringan akan terjadi pelapukan. Pengupasan sabut kelapa masih menggunakan sistem manual yaitu dengan menggunakan palu dan memakai tangan. Cara manual ini membuat pekerjaan menjadi lambat. Untuk mengatasi ini perlu di kembangkan atau di buat alat untuk mengupas sabut kelapa.

2. Tahapan pemotongan serat

Setelah proses pemisahan sabut kelapa daribuah kelapa, kemudian dilakukan pemotongan dengan cara manual dengan gunting.



Gambar 4. 1 Proses Pemotongan Serat

Serat kelapa yang sudah dipotong, kemudian serat tersebut dibersihkan dari sabut yang masih tersisa pada permukaan serat kemudian bahan tersebut direndam dengan air selama kurang lebih 10 menit seperti pada gambar 4.2. Setelah itu ditiriskan dan dijemur di bawah terik matahari selama 1 hari. Setelah sabut kelapa benar-benar kering kemudian dicampur dengan NaOH.



Gambar 4. 2 Perendaman sabut kelapa dengan air

3. Tahapan perendaman dengan NaOH

Serabut kelapa yang benar-benar sudah kering kemudian direndam dalam campuran NaOH 5% selama kurang lebih 4 jam setelah itu ditiriskan dan dijemur hingga kering. Perendaman ini bertujuan untuk meminimalisir jumlah zat ekstraktif seperti lapisan lilin pada serat yang berupa lignin dan kotoran yang ada diserat (Alamsyah, 2023).



Gambar 4. 3 Perendaman serat dengan NaOH



Gambar 4. 4 Pengeringan serat dengan bantani terik matahari

Setelah didapatkan serat serabut kelapa kemudian dicampur dengan dibuat bervariasi untuk melihat pengaruh komposisi serat material komposit terhadap kemampuan redam suara.

4. Tahapan Perlakuan Kertas dan Styrofoam

Tahapan ini dimulai dengan memotong kecil-kecil kertas bekas dan ditimbang sesuai kebutuhan.



Gambar 4. 5 Pemotongan kertas bekas

Sedangkan bahan styrofoam diparut hingga ukuran kecil, kemudian ditimbang sesuai kebutuhan.



Gambar 4. 6 Pemotongan styrofoam

5. Tahapan Pencampuran antara Matriks dengan Filler

Matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah lem merk “Rajawali”. Perbandingan campuran antara matriks dengan filler (serat sabut kelapa, kertas bekas dan styrofoam) dibuat bervariasi untuk melihat pengaruh kandungan komposit terhadap sifat mekanik dan besarnya pengaruh terhadap karakteristik peredaman suara dari sampel tersebut. Variasi dari perbandingan matriks dan filler yang digunakan adalah:

1. Sampel A = 15 gram lem : 4 gram serat : 1 gram styrofoam : 10 gram kertas
2. Sampel B = 15 gram lem : 4 gram serat : 2 gram styrofoam : 9 gram kertas
3. Sampel C = 15 gram lem : 4 gram serat : 3 gram styrofoam : 8 gram kertas

Sebelum proses pencampuran, matriks dan filler ditimbang untuk mendapatkan perbandingan yang diinginkan. Kemudian diaduk sampai rata di dalam wadah pencampur dengan perbandingan yang telah ditentukan.

6. Tahapan pengepresan dengan mesin pres hidrolik

Setelah di aduk rata, campuran matrik dan filler dituang ke dalam landasan cetakan dan kemudian diratakan, lalu plastik bagian atas cetakan di rapikan hingga menutup keseluruhan bagian atas dari campuran matrik dengan fillert. Setelah itu cetakan ditutup dan dilakukan pengepresan dengan mesin press hidrolik.



Gambar 4. 7 Proses pengepresan komposit dengan mesin pres hidrolis

Setelah proses pengepresan, komposit dikeringkan terlebih dahulu di bawah panas matahari sampai bagian komposit menjadi keras kemudian cetakan komposit tersebut dipecah dengan menggunakan gergaji atau mesin gerinda sehingga komposit yang telah dibuat bisa diambil lalu dikeringkan lagi di bawah panas matahari sampai komposit tersebut benar-benar kering.

4.2 Pengukuran Koefisien Serap Suara

Pengujian kemampuan redam papan komposit dilakukan menggunakan alat audio frekuensi yang berfungsi memberikan suara pada frekuensi yang diinginkan dan sound level meter yang berfungsi untuk mengukur tingkat kebisingan atau suara dalam satuan decibel (dB). Tabung impedansi ini nantinya akan dapat dihitung besarnya koefisien serap bunyi (sound absorption coefisien) dari suatu medium (Yulianti, 2021).

Koefisiensi absorpsi bunyi merupakan efisiensi absorpsi bunyi suatu bahan pada frekuensi tertentu terhadap bunyi yang datang pada bahan tersebut. Koefisiensi ini dinyatakan dalam α . Nilai α dapat berada antara $-$ dan 1. Semakin kecil nilai koefisien serap suara, maka semakin banyak suara yang dipantulkan dan semakin besar nilai koefisien serap suara, maka semakin baik pula penyerapan suaranya. Koefisien absorpsi bahan akustik akan sangat tergantung pada karakteristiknya antara lain: Kerapatan bahan, modulus elastisitas, kandungan airnya serta kecepatan bunyi yang mengenai bahan tersebut. Jika harga koefisien ini besar (lebih dari 0,2), maka material akan disebut sebagai bahan penyerap suara. Sebaliknya bila koefisien ini kecil (kurang dari 0,2), maka akan disebut bahan pemantul (Istri, 2016).

Sampel komposit yang akan diuji sebanyak 3 buah yaitu **sampel A** (15 gram lem : 4 gram serat : 1 gram styrofoam : 10 gram kertas); **sampel B** (15 gram lem : 4 gram serat : 2 gram styrofoam : 9 gram kertas) dan **sampel C** (15 gram lem : 4 gram serat : 3 gram styrofoam : 8 gram kertas). Frekuensi suara yang diberikan yaitu 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1.000 Hz, 2.000 Hz dan 4.000 Hz. Pengujian dilakukan dengan mengukur tingkat kebisingan suara pada chamber sebelum dan sesudah dipasang material komposit. Nilai Loss diperoleh dengan mengurangi tingkat suara yang masuk ke chamber sebelum media akustik dipasang dan suara yang diterima/dipantulkan setelah dipasang media akstik (sampel komposit) (Firmansyah, 2023). Alat uji dan proses pengujian dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Alat Uji (Tabung Impedansi)

Hasil Pengujian koefisien penyerapan suara berupa data hasil pengujian dari spesimen dengan komposisi pada komposit dengan frekuensi masuk adalah 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, dan 4000 Hz.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Kemampuan Redam/Loss (dB)

Frekuensi	Sampel A			Sampel B			Sampel C		
	Before	After	Loss	Before	After	Loss	Before	After	Loss
125	48	47	1	48	47	1	48	47	1
	47	46.3	0.7	47	42.4	4.6	47	42.8	4.2
	45.5	44	1.5	45.5	44.2	1.3	45.5	44.2	1.3
	47.1	43.5	3.6	47.1	45	2.1	47.1	43.6	3.5
	47.6	46.9	0.7	47.6	45.5	2.1	47.6	43.9	3.7
	47.5	47.4	0.1	47.5	44.4	3.1	47.5	42.7	4.8
Rata-rata	47.12	45.85	1.27	47.12	44.75	2.37	47.12	44.03	3.08
Koefisien	37.20			19.91			15.28		

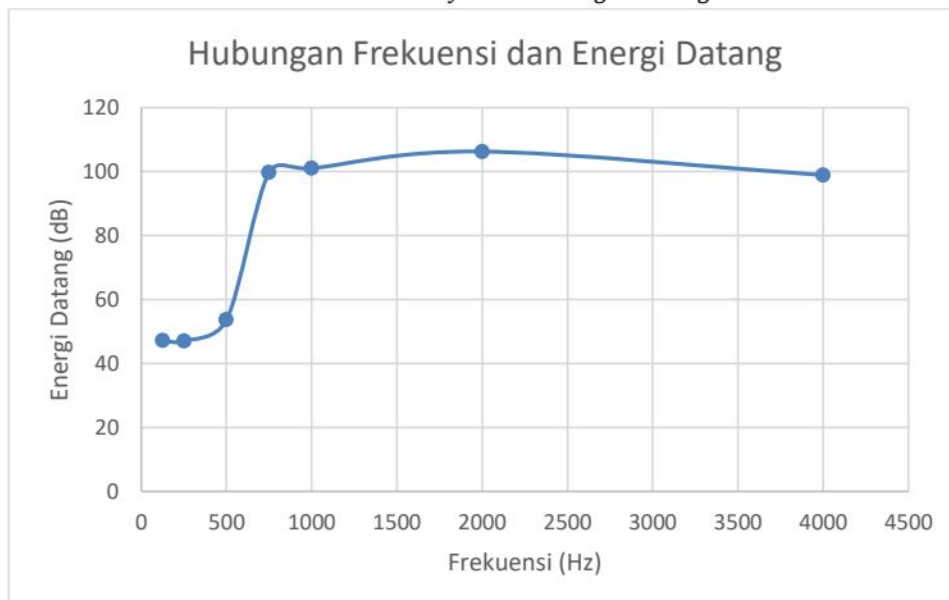
250	49	48	1	49	47	2	49	47	2
	48.9	46.7	2.2	48.9	46.1	2.8	48.9	45.8	3.1
	46.9	43.6	3.3	46.9	44.4	2.5	46.9	45	1.9
	43.8	45.8	-2	43.8	43.6	0.2	43.8	43.2	0.6
	46	44	2	46	40.2	5.8	46	43.9	2.1
	47.9	44.6	3.3	47.9	42.4	5.5	47.9	42.4	5.5
Rata-rata	47.08	45.45	1.63	47.08	43.95	3.13	47.08	44.55	2.53
Koefisien		28.83			15.03			18.59	
500	54	54	0	54	49	5	54	49	5
	54	53.5	0.5	54	47.1	6.9	54	45.9	8.1
	53.7	50.4	3.3	53.7	48.1	5.6	53.7	46.4	7.3
	53.4	53.2	0.2	53.4	46.3	7.1	53.4	46.3	7.1
	53.7	52.9	0.8	53.7	48.3	5.4	53.7	46.4	7.3
	53.2	51.1	2.1	53.2	46.7	6.5	53.2	46	7.2
Rata-rata	53.67	52.52	1.15	53.67	47.58	6.08	53.67	46.67	7.00
Koefisien		46.67			8.82			7.67	
750	119	110	9	119	102	17	119	52	67
	96.3	94	2.3	96.3	89.4	6.9	96.3	49.5	46.8
	95.1	94.1	1	95.1	92.6	2.5	95.1	50.9	44.2
	95.6	93.8	1.8	95.6	89.7	5.9	95.6	50.7	44.9
	96.5	94.1	2.4	96.5	90.2	6.3	96.5	49.4	47.1
	95.8	94	1.8	95.8	91.6	4.2	95.8	48.4	47.4
Rata-rata	99.72	96.67	3.05	99.72	92.58	7.13	99.72	50.15	49.5
Koefisien		32.69			13.98			2.01	7
1000	123	109	14	123	61	62	123	95	28
	96.3	92	4.3	96.3	60.7	35.6	96.3	69.1	27.2
	95.8	91.7	4.1	95.8	60.9	34.9	95.8	68.9	26.9
	97.2	91.4	5.8	97.2	60.6	36.6	97.2	69.2	28
	97.3	92	5.3	97.3	60.1	37.2	97.3	67.8	29.5
	96.6	91.8	4.8	96.6	59.7	36.9	96.6	67.4	29.2
Rata-rata	101.03	94.65	6.38	101.03	60.50	40.5	101.03	72.90	28.1
Koefisien		15.83			2.49	3		3.59	3
2000	124	124	0	124	70	54	124	107	17
	101.3	95.7	5.6	101.3	65.6	35.7	101.3	62.6	38.7
	101.8	93.7	8.1	101.8	64	37.8	101.8	61.9	39.9
	103.4	94.4	9	103.4	65	38.4	103.4	61.1	42.3
	104.3	92.7	11.6	104.3	68.2	36.1	104.3	60.5	43.8
	103	95	8	103	67.4	35.6	103	61.2	41.8
Rata-rata	106.30	99.25	7.05	106.30	66.70	39.6	106.30	69.05	37.2
						0			5

Koefisien		15.08				2.68			2.85	
4000	124	122	2	124	86	38	124	118	6	
	94	89.9	4.1	94	78.3	15.7	94	68.6	25.4	
	94.3	93.6	0.7	94.3	72.4	21.9	94.3	64	30.3	
	93.9	90.9	3	93.9	73	20.9	93.9	66.5	27.4	
	94.2	89	5.2	94.2	70.9	23.3	94.2	67.2	27	
	93.1	89.3	3.8	93.1	72.7	20.4	93.1	66.5	26.6	
Rata-rata	98.92	95.78	3.13	98.92	75.55	23.3	98.92	75.13	23.7	
Koefisien		31.57				4.23			4.16	

Tabel 4.1 Memberikan informasi terkait dengan kemampuan penyerapan suara (nilai loss) untuk masing-masing spesimen dengan ketebalan dan tingkat frekuensi suara yang diberikan pada spesimen uji. Sebagai contoh, pada pemberian frekuensi sebesar 125 Hz, dengan 6 kali pengulangan mendapatkan suara/energi yang datang memiliki tingkat kebisingan sebesar 48; 47; 45.5; 47.1; 47.6; dan 47.5 sehingga mendapatkan rata-rata sebesar 47.12 dB.

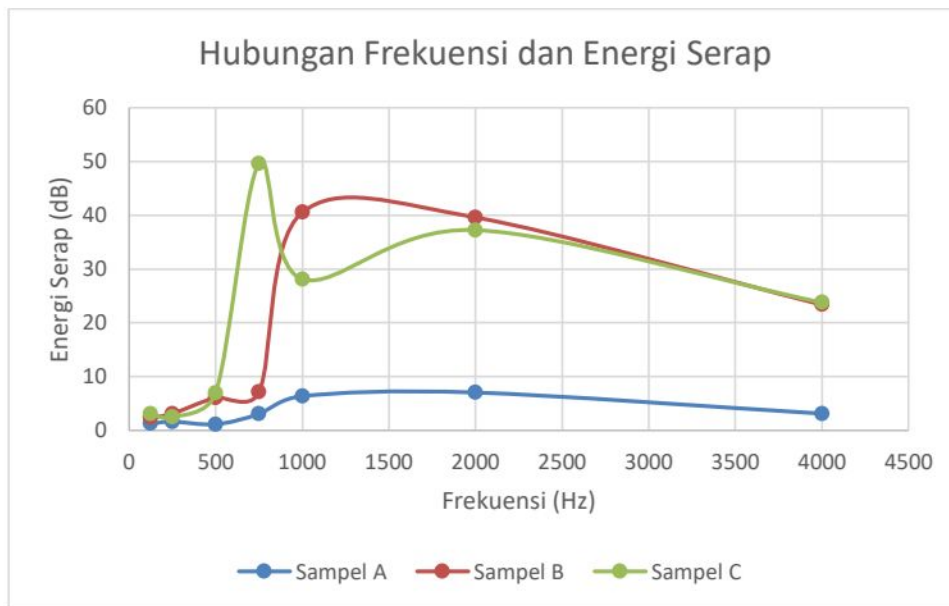
Loss = suara/energi datang (before) – suara/energi diterima/dipantulkan (after).
Sementara koefisien serap bunyi/suara diperoleh dengan cara:

$$\alpha = \frac{W_a}{W_i} = \frac{\text{Bunyi atau energi yang diserap}}{\text{Bunyi atau energi datang}}$$



Gambar 4. 9 Energi Datang berdasarkan Frekuensi Bunyi

Hasil kemampuan redam suara menunjukkan nilai yang bervariasi pada setiap spesimen uji. Suara/energi datang tertinggi setelah dirata-rata adalah 106,3 dB di frekuensi 2000 Hz, sedangkan suara/energi datang terendah setelah dirata-rata adalah 47,08 dB di frekuensi 250 Hz. Sementara pada gambar 4.10 dapat dilihat suara/energi serap (loss) tertinggi (nilai rata-rata) adalah 49,57 dB di frekuensi 750 Hz pada sampel C. Sedangkan suara/energi serap terendah adalah 1,15 dB pada frekuensi 500 Hz pada sampel A.



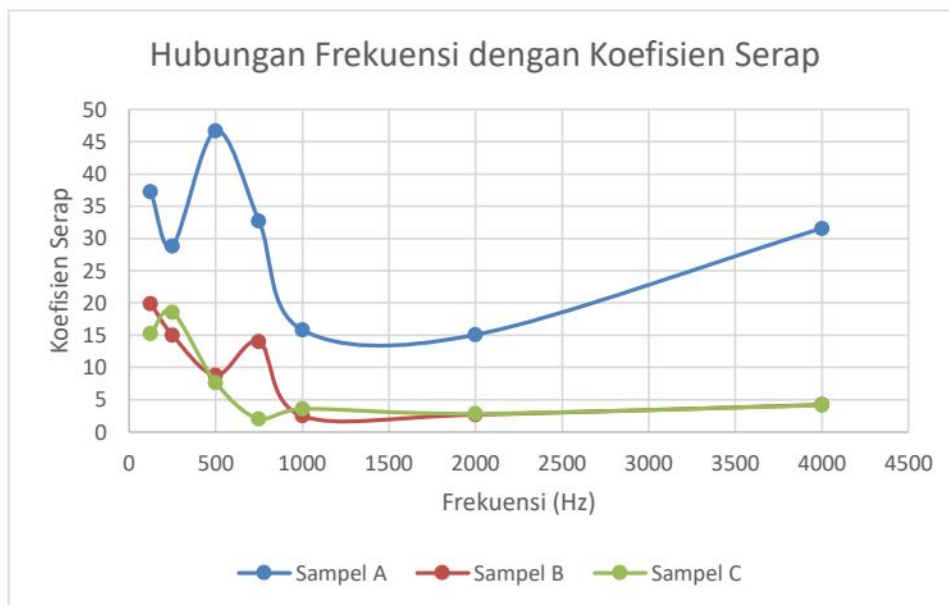
Gambar 4. 10 Energi Serap berdasarkan frekuensi bunyi

Hasil yang lebih jelas dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4. 2 Nilai Rata-rata kemampuan redam (loss)

Frekuensi	Energi Datang	Energi Serap (loss)			Koefisien Serap		
		A	B	C	A	B	C
125	47.12	1.27	2.37	3.08	37.2	19.91	15.28
250	47.08	1.63	3.13	2.53	28.83	15.03	18.59
500	53.67	1.15	6.08	7	46.67	8.82	7.67
750	99.72	3.05	7.13	49.57	32.69	13.98	2.01
1000	101.03	6.38	40.53	28.13	15.83	2.49	3.59
2000	106.3	7.05	39.6	37.25	15.08	2.68	2.85
4000	98.92	3.13	23.37	23.78	31.57	4.23	4.16

Nilai koefisien serap menunjukkan hasil bervariasi, hal ini disebabkan spesimen yang diuji tidak homogen. Adapun yang mempengaruhi ketidak homogen bahan komposit dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu secara teori komposit dibuat dari dua atau lebih penyusun yang tidak saling melarutkan, proses pencampuran tidak homogen menyebabkan hasilnya tidak seragam ke seluruh bagian sehingga cenderung menghasilkan porositas yang besar. Semakin keras bunyi, suatu material dengan kerapatan tinggi cenderung memantulkan (Rimantho, 2019).



Gambar 4. 11 Koefisien Serap Bunyi berdasarkan Frekuensi

Bedasarkan tabel 4.2 dan gambar 4.11 menunjukkan bahwa nilai koefisien penyerapan bunyi yang diperoleh pada semua variasi frekuensi dari ampel A, B dan C mempunyai nilai koefisien serap yang baik ($\geq 0,2$).

Hasil pengujian akustik komposit ini diperoleh untuk sampel A, B dan C terlihat bahwa kemampuan meredam bunyi/coefisien absorption (α) terendah adalah 2,01 pada frekuensi 750 Hz di sampel C dan tertinggi adalah 46,67 untuk sampel A pada frekuensi 500 Hz.

BAB V

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil olah data dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian akustik komposit ini diperoleh untuk sampel A, B dan C terlihat bahwa kemampuan meredam suara/energi serap (loss) tertinggi (nilai rata-rata) adalah 49,57 dB di frekuensi 750 Hz pada sampel C. Sedangkan suara/energi serap terendah adalah 1,15 dB pada frekuensi 500 Hz pada sampel A.
2. Nilai koefisien penyerapan bunyi yang diperoleh pada semua variasi frekuensi dari sampel A, B dan C mempunyai nilai koefisien serap yang baik yaitu $\geq 0,2$. Sedangkan nilai koefisien serap terendah yang diperoleh adalah 2,01 pada frekuensi 750 Hz di sampel C dan nilai koefisien serap tertinggi adalah 46,67 untuk sampel A pada frekuensi 500 Hz.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah I, Maghfiroh A, Ashari F. Pembuatan Komposit berbahan Dasar Sabut Kelapa dan Serbuk Kayu sebagai Peredam Suara. *J Tek Ind.* 2023;26(2):36–48.
- Brahmakumar, M., Pavithran, C., and Pillai, R.M., Coconut fiber reinforced polyethylene composites such as effect of natural waxy surface layer of the fiber on fiber or matrix interfacial bonding and strength of composites, Elsevier, *Composite Science and Technology*, 65 pp. 563-569, 2005.
- Cahyono. E.S.H, 2010. Noice Absroption Coeffisien Komposot Jerami Padi dengan Matriks Alami. Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin. UII. Yogyakarta.
- Gabriel J.F. 2001. Fisika Lingkungan. Jakarta: Hipokrates. hal 53-60.
- Giancoli, DC. 2001. Fisika. Edisi Kelima. Jilid Dua. Terjemahan: Hanum, Yuhilza. Jakarta: Erlangga. hal 411-415.
- Gibson, Ronald F. 1994. Principles Of Composite Material Mechanics. New York : Mc Graw Hill,Inc
- Ismail L., Mahzan S., Zaidi AMA. 2010. Sound Absorption of Arenga Pinnata Natural Fiber. *World Academy of Science, Engineering and Technology.* p 67
- Jacobs James A Thomas F, *Engineering Materials Technology (Structures, Processing, Properties and Selection 5 th)* New Jersey Columbus, Ohio, 2005.
- Latifa. N. L. 2015. Fisika Bangunan 2. Cetakan 1. Jakarta: Griya Kreasi.
- Miasa IM. 2004. Penelitian Sifat-Sifat Akustik dari Bahan Kertas dan Plastik sebagai Penghalang Kebisingan. *Media Teknik.* No 1 Tahun XXVI. hal 68-71.
- Nurmuhamad, Arief. 2013. Merubah Sampah Menjadi Uang. <http://jurnalilmiahtp.blogspot.com/2013/11/merubah-sampah-menjadi- uang.html>. diakses tanggal 15 Juni 2018.
- Rimantho D., Yulianti NH., Pane EA., 2018, Pemanfaatan Limbah Organik dan Anorganik Sebagai Material Akustik, UP2M Press, Jakarta.
- Rimantho D., Yulianti NH., Pane EA., 2019, Utilization Of The Organic And Inorganic Solid Waste as Acoustic Material, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 14 (8), 1502-1506

Satyarno, I., 2004, Seminar Nasional Inovasi Teknologi Bahan Bangunan untuk Meningkatkan PAD dan Beberapa Kemajuan untuk Menyelesaikan Permasalahan Bidang Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Yulianti N, Rimantho D, Herzanita A, Sandi A. Analisis Varian Material Komposit Peredam Suara Dengan Memanfaatkan Limbah Serabut Kelapa Muda , Serbuk Kayu Dan Styrofoam. 2021;(0325077501).