

**ANALISA SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
FILLER DALAM KOMPOSIT RESIN POLYESTER UNTUK
MENINGKATKAN NILAI KOEFISIEN ABSORPSI
SUARA SEBAGAI ALTERNATIF PEREDAM**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh

Firzan Mar'i Akbar 1041942

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2023

**ANALISA SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
FILLER DALAM KOMPOSIT RESIN POLYESTER UNTUK
MENINGKATKAN NILAI KOEFISIEN ABSORPSI
SUARA SEBAGAI ALTERNATIF PEREDAM**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh

Firzan Mar'i Akbar 1041942

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI
FILLER DALAM KOMPOSIT RESIN POLYESTER UNTUK
MENINGKATKAN NILAI KOEFISIEN ABSORPSI
SUARA SEBAGAI ALTERNATIF PEREDAM**

Oleh:

Firzan Mar'i Akbar/1041942

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Robert Napitupulu, S.ST., M.T

Pembimbing 2



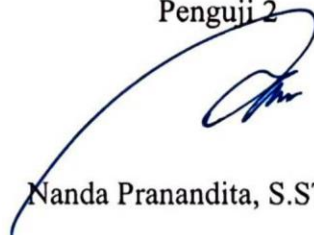
Eko Yudo, S.ST., M.T

Penguji 1



Juanda, S.ST., M.T

Penguji 2



Nanda Pranandita, S.ST., M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Firzan Mar'i Akbar NIRM: 1041942

Dengan Judul : Analisa Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Filler
Dalam Komposit Resin Polyester Untuk Meningkatkan
Nilai Koefisien Absorpsi Suara Sebagai Alternatif Peredam

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, Januari 2023

Nama Mahasiswa:

1. Firzan Mar'i Akbar

Tanda Tangan



ABSTRAK

Perkembangan material komposit saat ini tidak hanya dengan bahan penguat sintetis namun juga dengan bahan penguat serat alam, karena serat alam memiliki karakteristik yang beragam. Pada penelitian ini melihat dari karakteristik serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi, dimana umumnya kandungan tersebut digunakan untuk bahan peredam suara. Maka akan dibuat sebuah penelitian komposit dari bahan utama serat TKKS dengan resin polyester sebagai matriksnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui campuran komposisi komposit terbaik, nilai absorpsi suara dari yang tertinggi dan terendah, dan persen kontribusi faktor yang paling berpengaruh. Adapun metode yang digunakan adalah metode hand lay-up yang dikombinasikan dengan Metode Taguchi pada rancangan matriks orthogonal $L_4(2^3)$ digunakan sebagai acuan dari proses pembuatan komposit absorpsi suara. Rancangan matriks orthogonal $L_4(2^3)$ digunakan karena terdapat tiga parameter proses yang memiliki dua level. Pengulangan dilakukan sebanyak tiga kali. Fraksi volume serat TKKS dan matriks, lama perendaman serat dengan NaOH, dan ketebalan komposit merupakan faktor-faktor yang digunakan. Hasil penelitian didapatkan campuran komposisi terbaik yaitu fraksi volume serat dan matriks 60%:40%, perendaman NaOH 1 jam, dan ketebalan 10 mm. Nilai tertinggi dengan $\alpha = 0,19$ diperoleh pada sampel III dan nilai terendah dengan $\alpha = 0,15$ pada sampel I. Faktor yang paling berpengaruh pada nilai koefisien absorpsi suara adalah ketebalan komposit dengan kontribusi 71,24%.

Kata kunci: Koefisien absorpsi suara, Komposit, Metode Hand Lay-up, Serat TKKS, Taguchi

ABSTRACT

The evolution of composite materials today is based not only using synthetic reinforcements but also natural fiber reinforcements, as natural fibers have a variety of characteristics. In this study, looking at the characteristics of Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) fiber which has a rich cellulose and hemicellulose content, which is generally used for sound absorption. So a composite research will be made from the main material of OPEFB fiber with polyester resin as the matrix. The purpose of this study is to determine the best composite composition mixture, the highest and lowest sound absorption values, and the percent contribution of the most influential factors. The method used is the hand lay-up method combined with the Taguchi Method on the $L_4(2^3)$ orthogonal matrix design used as a reference for the sound absorption composite manufacturing process. The $L_4(2^3)$ orthogonal matrix design is used because there are three process parameters that have two levels. It was repeated three times. The volume fraction of OPEFB fiber and matrix, the length of fiber soaking with NaOH, and the thickness of the composite are the factors used. The results showed that the best composition mixture was 60%:40% fiber and matrix volume fraction, 1 hour NaOH immersion, and 10 mm thickness. The highest value with $\alpha = 0.19$ was obtained in sample III and the lowest value with $\alpha = 0.15$ in sample I. The most influential factor on the sound absorption coefficient value is the thickness of the composite with a contribution of 71.24%.

Keywords: Sound attenuation coefficient, Composite, Hand Lay-up Method, OPEFB fiber, Taguchi

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah proyek akhir ini dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Makalah ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat wajib kelulusan Sarjana Terapan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Dengan adanya makalah ini diharapkan para pembaca dapat mengetahui gambaran proyek akhir yang dibuat oleh penulis. Makalah proyek akhir ini dibuat dengan melakukan pengembangan dari jurnal-jurnal penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Penulis mencoba menerapkan ilmu pengetahuan yang didapat selama 4 tahun menempuh pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dalam pembuatan proyek akhir ini. Selain itu, penulis juga mendapatkan informasi berupa data-data pendukung dari makalah-makalah proyek akhir mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung tahun-tahun sebelumnya.

Selama menyusun makalah proyek akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga proses penulisan makalah ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

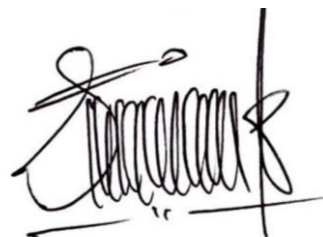
1. Orangtua dan keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun materil sehingga penulis dapat memberikan hasil yang terbaik.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Robert Napitupulu, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing 1 dalam proyek akhir ini.
4. Bapak Eko Yudo, S.ST., M.T. selaku dosen pembimbing 2 dalam proyek akhir ini.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi D IV Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

7. Seluruh tenaga pendidik dan kependidikan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
9. Seluruh pihak yang ikut terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian proyek akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak kekurangan karena terbatasnya pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi perbaikan dan pengembangan penulisan makalah ini di masa yang akan datang. Penulis berharap makalah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan pada khususnya dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada umumnya.

Sungailiat, Januari 2023

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Absorpsi Suara.....	5
2.2 Koefisien Absorpsi Suara	5
2.3 Pengertian Komposit	5
2.4 Tandan Kosong Kelapa Sawit	6
2.5 Resin <i>Polyester</i>	7
2.6 Perendaman NaOH.....	7
2.7 Teknik Pembuatan Komposit dengan <i>Hand Lay Up</i>	7
2.8 Standar Pengujian Absorpsi Suara	8
2.9 Perencanaan Penelitian.....	10
2.10 Tahap Pelaksanaan Penelitian	12
2.11 Cetakan Komposit	12
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Desain Penelitian	15

3.1.1	Variabel Proses.....	15
3.1.2	Variabel Konstan.....	16
3.1.3	Variabel Respon.....	16
3.1.4	Bahan dan Peralatan Penelitian.....	16
3.1.4.1	Bahan Penelitian.....	17
3.1.4.2	Peralatan Penelitian.....	19
3.1.5	Perancangan Penelitian.....	22
3.1.5.1	Pengaturan Variabel.....	22
3.1.5.2	Pemilihan Matriks <i>Orthogonal</i>	23
3.2	Persiapan Penelitian.....	24
3.2.1	Desain Material Pengujian Suara.....	25
3.2.1.1	Bahan Komposit.....	26
3.2.2	Persiapan Alat Uji dan Cetakan.....	26
3.3	Metode Pengujian.....	27
3.4	Jadwal Penelitian.....	28
BAB IV PEMBAHASAN.....		29
4.1	Pelaksanaan Penelitian.....	29
4.1.1	Pengambilan Serat.....	29
4.1.2	Perendaman Serat TKKS.....	29
4.1.3	Pembilasan Serat.....	31
4.1.4	Penjemuran Serat.....	32
4.1.5	Perhitungan Massa Jenis Serat, Resin, dan Volume Cetakan.....	32
4.1.6	Penentuan Komposisi Komposit.....	34
4.1.7	Data Komposisi Pencetakan Komposit.....	38
4.1.8	Pembuatan Komposit.....	38
4.2	Pengambilan Data.....	41
4.2.1	Pengujian Komposit Uji Absorpsi Suara.....	41
4.2.2	Hasil Uji Absorpsi Suara.....	42
4.3	Analisa Data.....	47
4.3.1	Pengaruh Level Faktor terhadap Rata-Rata Koefisien Absorpsi Suara..	47
4.3.1.1	Analisis Varians Rata-rata Koefisien Absorpsi Suara.....	49

4.3.1.2	Interval Kepercayaan Rata-rata Koefisien Komposit Absorpsi Suara ...	52
4.3.2	Pengaruh Faktor terhadap Variabilitas Koefisien Absorpsi Suara	54
4.3.2.1	Rasio S/N.....	54
4.3.2.2	Pengaruh Level Dari Faktor Terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara pada Rasio S/N.....	55
4.3.2.3	Analisis Varians Rasio S/N	57
4.3.2.4	Interval Kepercayaan Rasio S/N Koefisien Komposit Absorpsi Suara..	60
4.3.2.5	Kenormalan Data.....	62
4.3.3	Pembahasan	64
BAB V PENUTUP.....		65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Matriks orthogonal L_a (b^c).....	11
3.1 Variabel Proses.....	23
3.2 Variabel Konstan.....	23
3.3 Derajat Kebebasan	23
3.4 Rancang Penelitian Matriks <i>Orthogonal</i> L_4 (2^3).....	24
3.5 Jadwal Penelitian.....	28
4. 1 Data Komposisi Komposit	38
4. 2 Nilai Hasil Pengujian Tanpa Sekat Komposit.....	42
4. 3 Nilai Hasil Pengujian dengan Sekat Komposit ke-1	43
4. 4 Nilai Hasil Pengujian dengan Sekat Komposit ke-2.....	43
4. 5 Nilai Hasil Pengujian dengan Sekat Komposit ke-3.....	44
4. 6 Nilai Hasil Pengujian dengan Sekat Komposit ke-4.....	44
4. 7 Koefisien Absorpsi Suara.....	45
4. 8 Nilai Rata-Rata Seluruh Frekuensi pada Nilai Koefisien Absorpsi Suara	46
4. 9 Data Koefisien Absorpsi Suara	47
4. 10 Pengaruh dari Faktor Fraksi Volume Serat dan Matriks, Lama Perendaman Serat dengan NaOH, dan Ketebalan Komposit.....	48
4. 11 Analisis Varians Rata-rata Koefisien Komposit Absorpsi Suara.....	51
4. 12 Persen Kontribusi Rata-rata	52
4. 13 Formula Awal Interval Kepercayaan	52
4. 14 Rasio S/N	55
4. 15 Rasio S/N Koefisien Absorpsi Suara	56
4. 16 Analisis Varians Rata-rata Koefisien Komposit Absorpsi Suara.....	59
4. 17 Persen Kontribusi Rasio Rasio S/N.....	60
4. 18 Formula Awal Interval Kepercayaan Rasio S/N	60
4. 19 Hasil Interval Kepercayaan 90% Nilai Koefisien Absorpsi Suara.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 <i>Hand Lay-Up</i>	8
2.2 <i>Rating of ISO 11654</i>	9
2.3 Cetakan Komposit.....	13
3.1 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian.....	14
3.2 <i>Flowchart</i> Metode Penelitian (lanjutan)	15
3.3 Serat Tandan Kelapa Sawit	17
3.4 <i>Unsaturated Polyester</i>	18
3.5 Katalis	18
3.6 <i>Wax</i>	18
3. 7 Kotak Uji.....	19
3. 8 Cetakan Komposit.....	20
3. 9 Kaca.....	20
3. 10 <i>Sound level meter</i>	20
3. 11 <i>Speaker Bluetooth</i>	21
3. 12 Timbangan digital	21
3. 13 Gelas ukur	22
3. 14 Langkah persiapan penelitian.....	25
3. 15 Dimensi Material Komposit.....	26
3. 16 Desain kotak uji absorpsi suara.....	26
4. 1 Jumlah NaOH 450 gr	30
4. 2 Perendaman NaOH (a) perendaman 1 jam, (b) perendaman 2 jam	30
4. 3 Penirisan Serat.....	31
4. 4 Pembilasan Serat	31
4. 5 Proses Penjemuran Serat (a) hasil perendaman 1 jam, (b) hasil perendaman 2 jam.....	32
4. 6 Hasil Penimbangan Berat Serat TKKS (a) komposit 1, (b) komposit 2, (c) komposit 3, (d) komposit 4	39
4. 7 Susunan Serat Pada Cetakan	39

4. 8 Hasil Penimbangan Berat Resin (a) komposit 1, (b) komposit 2, (c) komposit 3, (d) komposit 4	40
4. 9 Komposit Uji Absorpsi Suara	40
4. 10 Proses Pengujian Absorpsi Suara.....	41
4. 11 Grafik Koefisien Absorpsi Suara (α)	45
4. 12 Grafik Rata-Rata dari Seluruh Frekuensi Koefisien Absorpsi Suara (α)	46
4. 13 Hasil Uji <i>Software</i> Respon Tabel Untuk Rata-rata	48
4. 14 Grafik Hasil Uji <i>Software</i> Respon Tabel Untuk Rata-rata.....	48
4. 15 ANOVA <i>Software</i> Minitab	52
4. 16 Hasil Uji <i>Software</i> Minitab Interval Kepercayaan	54
4. 17 Hasil Uji <i>Software</i> Minitab Respon Rasio S/N	56
4. 18 Grafik Hasil Uji <i>Software</i> Minitab Respon Rasio S/N.....	57
4. 19 ANOVA <i>Software</i> Minitab Rasio S/N	60
4. 20 Hasil Uji <i>Software</i> Minitab Interval Kepercayaan Rasio S/N.....	62
4. 21 Grafik Pengujian Kenormalan Data (a) sampel I, (b) sampel II, (c) sampel III, (d) sampel IV.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Data Hasil Uji Absorpsi Suara
- Lampiran 3 : Tabel t Uji
- Lampiran 4 : LoA Jurnal
- Lampiran 5 : Cek Plagiasi
- Lampiran 6 : Poster



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang mempunyai tingkat kebisingan yang cukup tinggi yang disebabkan dari sektor transportasi maupun produksi. Menurut Menteri Negara Lingkungan Hidup KEP-48/MENLH/11/1996, kebisingan adalah suara yang berasal dari suatu kegiatan pada tingkat dan pada waktu tertentu. Kebisingan ini menyebabkan gangguan kesehatan (Ramita dan Laksmono, 2011). Untuk mencegah kebisingan tersebut dibutuhkan peredam dari serat alam yang dapat mengurangi resiko dari gangguan kesehatan dari suara dan bahan serat tersebut. Energi bunyi mampu diserap oleh material yang bersifat berpori, berserat dan lebih mudah didapatkan. Pada umumnya terdapat beberapa bahan peredam suara ruangan yaitu *glasswool*, *green wool*, pet, keramik *fiber*, busa telur, dan *softboard*. Bahan-bahan tersebut masih terbilang mahal dan memiliki dampak yang merugikan jasmani dan rohani seperti membuat suatu ruangan terasa panas, ruangan terlihat kotor dan kumuh, dan lain sebagainya. Dalam hal ini diperlukan serat alam sebagai *filler* dalam komposit untuk mengurangi resiko dari bahan peredam suara pada umumnya (Sumarno, 2021).

Komposit merupakan campuran dari dua bahan atau lebih yang bertujuan untuk membuat suatu properti dan keperluan lainnya yang memiliki sifat mekanis dan kualitas dari bahan penyusunannya (Sumarno, 2021).

Bangka Belitung adalah daerah penghasil kelapa sawit Indonesia, menurut BKPM *Indonesian Investment Coordinating Board* di tahun 2010 total perkebunan kelapa sawit di bangka Belitung kurang lebih 141.897 Ha (Harris dkk., 2013). Kelapa sawit adalah tanaman industri yang menjadi bahan baku penghasil minyak masak, minyak industri, dan bahan bakar (Lisdayani dan Ameliyani, 2021). Pohon kelapa sawit memiliki beberapa bagian yaitu terdapat batang, akar, daun, buah, dan bunga. Pada bagian buah, yang telah diproses akan terdapat limbah tandan kosong kelapa sawit sekitar 22% – 24% pada tiap berat buah dari hasil pengolahan (Gaol dkk., 2013). Pada fisik TKKS terdiri dari beberapa serat dengan komposisi yaitu

selulosa sebanyak $\pm 45.95\%$; *hemiselulosa* sebanyak $\pm 16.49\%$ dan lignin sebanyak $\pm 22.84\%$ (Utami dkk., 2017). Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) pada umumnya digunakan untuk pupuk organik, bahan pembuatan kertas, arang, dan pengisi rongga jok mobil dan kasur. Maka dari itu diperlukannya penelitian untuk mengkaji tentang potensi TKKS untuk material serat alam yang dapat dimanfaatkan sebagai produk yang bukan sekedar menjadi produk hasil cacahan atau sekedar menjadi pengisi volume (Wardani dan Widiawati, 2014). Karena sifat-sifat TKKS yang kaya serat, maka tidak menutup kemungkinan bahwa serat TKKS dapat digunakan sebagai bahan serat alam sebagai alternatif bahan komposit untuk penguat pengganti peredam suara, dimana juga membantu mengolah limbah dari kelapa sawit agar tidak banyak disia-siakan dan mengurangi pencemaran. TKKS memiliki kandungan *selulosa* dan *hemiselulosa* yang tinggi, dimana pada umumnya bahan absorpsi suara memiliki sifat-sifat tersebut (Eriningsih dkk, 2014). Bahan-bahan pembuatan serat komposit ini terbilang mudah didapatkan dan memiliki harga yang terjangkau seperti resin *polyester*, katalis, NaOH, dan serat TKKS. Siahaan dan Darianto (2020) telah melakukan penelitian tentang “karakteristik koefisien serap suara dengan mencampur material *concrete foam* dan serat TKKS dengan menggunakan metode tabung impedansi”. *Concrete foam* terbuat dari semen, pasir, serat TKKS, air, dan *foam agent* yang dicampur pada alat *horizontal shaft mixer* kemudian dituang ke dalam cetakan. Pengujian serap suara dilakukan menggunakan metode tabung impedansi. Proses membuat spesimen yaitu dengan pengecoran ke dalam cetakan plat besi dengan proses perendaman yang berlangsung 7 hari lalu dilanjutkan dengan mengeringkan spesimen selama 21 hari. Spesimen material *concrete foam* dan *mortar* dilakukan pengujian serap suara dengan metode tabung impedansi. Berdasarkan uji impedansi ISO 10534-2:1998 terdapat 3 ukuran silinder yaitu $\text{Ø}112 \times 10$ mm, $\text{Ø}112 \times 30$ mm, dan $\text{Ø}112 \times 50$ mm. pada pengujian nilai koefisien serap suara, material *concrete foam* yang tambahkan serat TKKS sebanyak 4% yang dicetak dalam bentuk silinder ukuran $\text{Ø}112 \times 10$ mm memperoleh hasil terbaik di area frekuensi 500Hz-2000Hz yaitu 0,985 pada frekuensi 1000Hz, dari hasil pengujian ini menunjukkan mampu melakukan penyerapan terhadap bunyi suara yang menghampiri permukaan material

dibandingkan material *mortar* memiliki nilai koefisien absorpsi suara terbaik pada daerah frekuensi rendah 0Hz–500Hz yaitu 0,818 di frekuensi 125Hz dengan bentuk silinder ukuran $\varnothing 112 \times 30$ mm.

Sejalan dari Siahaan dan Darianto, Sumarno (2021) juga telah melakukan penelitian serat komposit untuk absorpsi suara tentang pengaruh kombinasi serat kelapa dan lidah mertua terhadap nilai koefisien absorpsi bunyi sebagai alternatif peredam. Penelitian ini menggunakan komposit dengan orientasi susunan serat acak dengan memvariasikan *filler* supaya mendapatkan material peredam bunyi yang performa menyerap bunyi dengan baik. Adapun variasi *filler* yang dimaksud adalah Resin *epoxy* 50% Serat Kelapa 25% Lidah Mertua 25%, Resin *Epoxy* 50% Serat Kelapa 35% Lidah Mertua 15%, dan Resin *Epoxy* 50% Serat Kelapa 15% Lidah Mertua 35%. Cara pengambilan data dengan melakukan pengujian redaman suara pada setiap spesimen komposit dan data yang didapatkan dari penelitian ini mampu menghasilkan performa menyerap bunyi dengan baik. Dari hasil uji nilai koefisien penyerapan bunyi α semua sampel komposit sudah memenuhi syarat ISO 11654 dengan nilai α 0,15 pada rentang frekuensi 100 -5000 Hz. Hasil nilai koefisien serap suara tertinggi pada sampel ke I dengan nilai α sebesar 0,4353 dan untuk nilai terendah pada sampel ke III dengan nilai α sebesar 0,1426.

Pramono (2016) juga melakukan penelitian untuk bahan peredam suara yang berjudul “Studi Material Biokomposit untuk Aplikasi Bahan Akustik dengan Matriks Polyester Berpenguat Serat Alam”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana struktur morfologi komposit, kekuatan lentur, densitas, ikatan kimia yang terbentuk, dan koefisien serap bunyi (α) dipengaruhi oleh komposisi serat ampas tebu, rami, dan bambu dalam matriks resin *polyester*. Pemakaian bahan menggunakan 30% serat : 70% matriks. Penelitian bertujuan untuk mengetahui bagaimana nilai koefisien penyerapan suara, kekuatan lentur, massa jenis, ikatan kimia dan struktur yang dibentuk dengan komposisi yang diberikan dan bagaimana mereka digunakan dalam bahan penyerap suara yang sesuai dengan ISO 11654 berhubungan satu sama lain. Metode yang digunakan adalah *hand lay-up*. Standar ASTM E1050, ASTM D790, ASTM C271-99, ASTM E1252 dan ASTM E2809 digunakan dalam metode pengujian. Dengan nilai

koefisien rata-rata lebih besar dari 0,3 pada frekuensi 250-4000 Hz, ketiga parameter tersebut memenuhi standar ISO 11654. Dengan hasil 261,66 kg/cm², serat tebu mendominasi komposisi pada uji lentur sehingga menghasilkan hasil yang terbaik. Uji FTIR menunjukkan bahwa tidak ada ikatan kimia antara penguat dan matriks.

Berdasarkan latar diatas, maka akan dilakukan penelitian komposit menggunakan bahan serat TKKS dengan menggunakan matriks resin *polyester* untuk mendapatkan material absorpsi suara yang menyerap suara dengan baik dan sesuai dengan ISO 11654. Dalam hal ini fraksi volume serat TKKS dan resin, lama perendaman NaOH, dan ketebalan komposit dijadikan sebagai variabel proses untuk mencari nilai koefisien absorpsi suaranya.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini akan terdapat beberapa rumusan masalah yang akan diteliti. Rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pencampuran fraksi volume material komposit yang paling baik yang digunakan sebagai peredam suara ?
2. Berapakah nilai koefisien absorpsi suara yang didapat dari nilai tertinggi dan terendah ?
3. Berapa persentase kontribusi dari masing- masing faktor tersebut ?

1.3 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tujuan yang akan dibahas, yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui pencampuran fraksi volume yang paling baik dari penelitian yang dilakukan untuk digunakan sebagai peredam suara.
2. Mengetahui nilai koefisien absorpsi suara dari yang tertinggi dan terendah.
3. Mengetahui besar persen kontribusi dari masing-masing faktor.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Absorpsi Suara

Suara adalah gelombang yang dapat dipantulkan, diserap, atau diteruskan ketika bersentuhan dengan suatu permukaan. Karena adanya pori-pori yang memungkinkan gelombang suara masuk ke dalam material, material berpori umumnya memiliki kapasitas yang lebih besar untuk menyerap energi suara daripada jenis permukaan lainnya. Bahan tersebut akan mengubah energi bunyi yang telah diserapnya menjadi bentuk energi lain, seperti energi panas. Koefisien penyerapan adalah perbedaan antara energi suara yang diserap oleh suatu bahan dan energi suara yang datang pada permukaannya (Perlikowski, 2005).

Telinga atau pendengaran manusia biasanya merespon suara dalam rentang frekuensi audio 20-20.000 Hz. Dalam akustik lingkungan, frekuensi standar 125, 250, 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz atau 128, 256, 512, 1024, 2048, dan 4096 Hz dapat dipilih secara bebas sebagai perwakilan penting. Koefisien serap (α) adalah rasio energi bunyi yang diserap oleh suatu bahan terhadap energi bunyi yang datang pada permukaannya. Salah satu faktor terpenting dalam menentukan kemampuan suatu bahan untuk menyerap atau mereduksi suara adalah koefisien penyerapannya. Nilai dari α menunjukkan kualitas bahan penyerap bunyi (Perlikowski, 2005).

2.2 Koefisien Absorpsi Suara

Koefisien penyerapan suara (koefisien absorpsi) suatu bahan adalah ukuran seberapa banyak energi suara yang mengenainya diserap. Semakin tinggi koefisien absorpsi, semakin baik digunakan untuk bahan penyerap suara (Mutiadan Dwi Fahyuan, 2019).

2.3 Pengertian Komposit

Bahan komposit terbuat dari 2 atau lebih fase berbeda yang secara fisik atau kimia berbeda dan memiliki sifat yang lebih baik daripada salah satu komponen.

Komposit terdiri dari dua komponen, satu disebut matriks, yang terdiri dari lapisan kontinyu di sekitar yang lain, yang disebut penguat. Sifat komposit ditentukan oleh komposisi dan geometri fasa penguat, serta fasa komposit itu sendiri. Di sini, bentuk, ukuran, distribusi, dan orientasi partikel membentuk geometri fasa penguat. Komposit dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan jenis tulangnya: komposit dengan partikel, serat, dan *structural*.

Pada penyusunan matriks, komposit dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Komposit berpenguat logam (*Metal Matrix Composite/MMC*)
2. Komposit berpenguat polimer (*Polymer Matrix Composite/PMC*)
3. Komposit berpenguat keramik (*Ceramic Matrix Composite/CMC*)

2.4 Tandan Kosong Kelapa Sawit

Indonesia merupakan negara yang terkenal dengan produksi minyak kelapa sawitnya. Perkebunan kelapa sawit Indonesia tersebar di berbagai wilayah yakni Sumatera, Jawa Barat, Kalimantan, Sulawesi, Bangka Belitung, dan Papua. Menurut Kep. Menteri Pertanian No 833 tahun 2019 luas tutupan perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 16.381.959 HA (Webinar; NGOPINI SAWIT#2, 2020). Produk utama kelapa sawit adalah tandan buahnya yang menghasilkan minyak. Kelapa sawit merupakan tumbuhan industri sebagai bahan baku penghasil minyak goreng, minyak industri, dan juga bahan bakar. Pohon kelapa sawit memiliki beberapa bagian antara lain batang, akar, daun, buah, dan bunga (Wardani dan Widiawati, 2014). Setelah pengolahan kelapa sawit selesai, hanya sekitar 20 hingga 23 persen dari total tandan buah sawit (TBS) panen yang dipasok ke pengolah (Citra Murdani, 2017).

TKKS tetap sebagai produk sampingan setelah diproses. TKKS mengandung serat secara fisik. Saat ini, TKKS serat hanya digunakan sebagai bahan pengisi media, seperti mengisi rongga di jok mobil dan kasur, dan juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas dan briket.

Salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh industri perkebunan kelapa sawit adalah TKKS. TKKS dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan kimia khususnya lignin karena komposisi kimianya. Lignin merupakan sumber kimia

yang dapat digunakan secara komersial sebagai pengikat, perekat, pengisi, surfaktan, produk polimer, dispersant, dan lain-lain. TKKS mengandung selulosa pada tingkat 54-60% dan lignin pada 22-27%. Ikatan glikosidik membentuk polimer glukosa linier yang dikenal sebagai selulosa. Ada sekitar 3000 molekul glukosa di setiap serat selulosa, yang masing-masing memiliki berat molekul diperkirakan hingga 500.000 (Simatupang dkk., 2012).

2.5 Resin Polyester

Unsaturated Polyester Resin atau disebut juga resin adalah senyawa kimia berupa resin cair dengan viskositas yang relatif rendah. Karena itu, dapat diatasi dengan katalis pada suhu kamar tanpa menimbulkan efek samping. Polimer termoset yang dikenal sebagai *Unsaturated Polyester Resin* (UPR) adalah salah satu jenisnya. Reaksi polimerisasi menghasilkan pembentukan UPR ketika molekul glikol dan asam dikarboksilat digabungkan. Cairan dengan viskositas rendah dibuat ketika polimer dilarutkan dalam monomer reaktif. Ketika monomer dikeringkan, ia akan bereaksi dengan ikatan tak jenuh polimer untuk membentuk struktur termoset yang padat. *Unsaturated Polyester Resin* (UPR) menyumbang 75% dari total resin yang digunakan dalam industri komposit (Putra dkk., 2015).

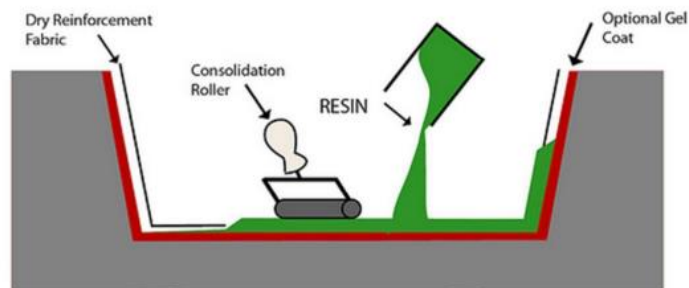
2.6 Perendaman NaOH

Secara umum perendaman NaOH adalah metode pembersihan dan pengrusakan permukaan dari serat alam guna sebagai pengikat yang lebih baik antara serat alam dan matriksnya. Perendaman serat alam dengan NaOH merupakan perlakuan kimia yang berguna untuk menghilangkan kandungan hemiselulosa dan lignin supaya kandungan selulosa meningkat (Witono dkk., 2013). Sifat normal dari serat alam biasanya adalah menyukai air atau hidrofilik. Dengan penghilangan hemiselulosa dan lignin, maka kadar air akan hilang dan akan membuat suatu ikatan antar permukaan serat alam dan matriks kuat (Bismarck dkk., 2002)

2.7 Teknik Pembuatan Komposit dengan *Hand Lay Up*

Teknik *hand lay-up* adalah metode pembuatan komposit yang sederhana.

Persyaratan untuk melakukan metode ini tidak banyak dan langkah-langkah pembuatannya terbilang mudah. Adapun langkah-langkah yang digunakan adalah sebagai berikut:



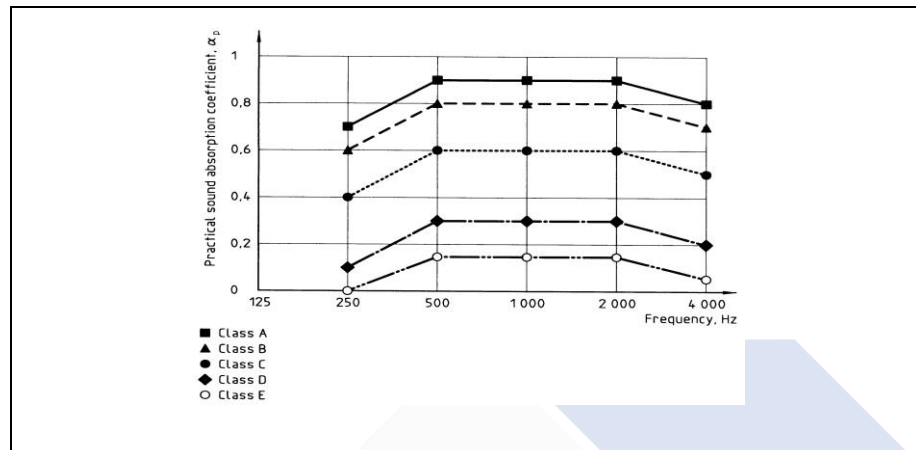
Gambar 2.1 *Hand Lay-Up* (Vadivelvivek, 2013)

1. Gel pelepas dioleskan pada permukaan cetakan untuk memudahkan pelepasan komposit yang telah memadat.
2. Tulangan berupa serat diletakkan pada permukaan cetakan sesuai komposisi yang diinginkan dan pastikan ukuran serat tidak melebihi dari ukuran cetakan.
3. Kemudian matriks berupa resin dan katalis yang sudah sesuai takaran yang diinginkan dicampur secara menyeluruh dan di tuang ke cetakan yang telah terdapat serat hingga memenuhi 100% volume cetakan.
4. Kuas digunakan untuk mendistribusikan polimer secara merata. Setelah itu, lapisan kedua diterapkan pada permukaan polimer, dan *roller* digerakkan di atas lapisan serat dan matriks dengan tekanan ringan untuk melepaskan udara yang terperangkap dan kelebihan polimer.
5. Proses ini diulang untuk setiap lapisannya, sampai lapisan yang memenuhi volume cetakan.
6. Bagian komposit yang dikembangkan dikeluarkan dari cetakan dan diproses lebih lanjut setelah pengerasan baik pada suhu kamar atau pada suhu tertentu.

2.8 Standar Pengujian Absorpsi Suara

Menurut ISO 11654 (ISO 11654 1997), bahan penyerap suara dinilai berdasarkan nilai koefisien penyerapan suara (α_w). Bahan yang memiliki nilai

koefisien penyerapan minimal dari $\alpha = 0,15$ dianggap sebagai penyerap yang baik (Setyanto dkk., 2011).



Gambar 2.2 Rating of ISO 11654 (Sumber: *British Standards Institution.*, 1997)

Dalam pengukuran akustik untuk penyerapan suara suatu bahan bangunan, sering digunakan metode ruang dengung atau ISO 354 (Vercammen, 2010). Meskipun koefisien absorpsi dari bahan apapun dapat diperoleh dari pengujian kejadian gelombang normal, tetapi dalam banyak aplikasi praktis pengujian kejadian acak diinginkan. Metode uji insiden acak membutuhkan bahan yang akan diuji di ruang gema untuk menentukan kinerja penyerapan suara. Metode ruang dengung menggunakan rumus NAC seperti yang ditunjukkan oleh persamaan 2.1 untuk menentukan nilai koefisien penyerapan suara (α) suatu bahan pada pita frekuensi sepertiga oktaf tertentu. Rentang frekuensi untuk pengujian ruang dengung adalah antara 100 Hz sampai 5000 Hz seperti yang ditentukan dalam ISO 266 : 1997.

$$\alpha = \frac{I_0(dB) - I(dB)}{I_0(dB)}$$

$$\alpha = \frac{\text{nilai tanpa sekat} - \text{nilai dengan sekat komposit}}{\text{nilai tanpa sekat}} \quad (2.1)$$

Peringkat penyerapan suara untuk bahan bangunan dilakukan dengan mengacu pada nilai di *mid – band* frekuensi 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz dan 4000 Hz (Samsudin dkk., 2018).

2.9 Perencanaan Penelitian

Perencanaan merupakan tahap utama dalam penelitian. Percobaan-percobaan yang akan dilakukan sebelumnya harus dikuasai sepenuhnya oleh peneliti. Keakuratan dalam perencanaan ini akan memberikan hasil data yang akan menyampaikan informasi utama dari penelitian (Harita, 2021). Perencanaan ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

1. Perumusan Masalah
Rencana masalah harus benar-benar jelas dengan tujuan agar dapat memenuhi pemeriksaan yang akan dilakukan.
2. Penentuan Tujuan Percobaan
Tujuan percobaan untuk mendapatkan solusi dari masalah penelitian yang telah terbentuk.
3. Penentuan Respon
Respon mempunyai hasil yang bergantung dengan beberapa faktor yang disebut faktor proses.
4. Pengidentifikasian Variabel Bebas
Variabel bebas merupakan perubahan yang bukan bergantung dari faktor yang berbeda. Dalam perkembangan ini, faktor-faktor yang akan dieksplorasi akan diperiksa dampaknya terhadap reaksi yang dimaksud.
5. Penentuan Jumlah dan Nilai Level Variabel
Perubahan yang tidak bergantung pada faktor yang berbeda. Dalam perkembangan ini, faktor-faktor yang akan dieksplorasi akan diperiksa dampaknya terhadap reaksi yang dimaksud.
6. Perhitungan Derajat Kebebasan
Derajat kebebasan adalah gagasan untuk menggambarkan tingkat percobaan yang seharusnya dan berapa banyak data yang akan diberikan dalam uji percobaan tersebut. Perhitungan derajat kebebasan diterapkan untuk mendapatkan total pengujian yang akan diterapkan untuk meneliti faktor-faktor ketika akan diteliti.
Derajat kebebasan dari variabel dan level (vfl) dapat dipilih dengan menggunakan persamaan sebagai 2.2.

$$vfl = \text{jumlah level variabel} - 1 \quad (2.2)$$

7. Pemilihan Matriks *Orthogonal*

Persamaan matriks *orthogonal* yang mewakili jumlah faktor, level, dan pengamatan yang akan dibuat untuk memilih matriks *orthogonal* yang sesuai (Soejanto, 2009). Umumnya matriks *orthogonal* seperti persamaan dibawah ini:

$$L_a(b^c) \quad (2.3)$$

Dengan:

L_a = Banyaknya sampel percobaan yang akan dibuat

b = Jumlah level yang dikenakan

c = Jumlah kolom dari faktor

Matriks *orthogonal* $L_a(b^c)$ adalah salah satu matriks *orthogonal* standar dengan beberapa level gabungan (Pardede dkk., 2021). Salah satu contoh tabel matriks *orthogonal* $L_a(b^c)$ seperti pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Matriks *orthogonal* $L_a(b^c)$

Eksperimen	$L_a(b^c)$		
	A	B	C
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

8. Analisis Varians

Analisis varians adalah data dari parameter dan level digunakan sebagai teknik perhitungan yang kuantitatif. Rumus untuk perhitungan kuantitas data dua arah yang akan ditunjukkan oleh persamaan 2.4, persamaan 2.5, persamaan 2.6, persamaan 2.7, persamaan 2.8, dan persamaan 2.9 (Soejanto, 2009).

Keterangan :

SS_T = Jumlah kuadrat total

Sm = Jumlah kuadrat karena *mean*

SS_A = Jumlah kuadrat faktor A

SS_B = Jumlah kuadrat faktor B

SS_C = Jumlah kuadrat faktor C

SS_e = Jumlah kuadrat *error*

SS_{faktor} = Jumlah kuadrat faktor A, B, dan C

- $SS_T = \sum y^2$ (2.4)

- $Sm = n \bar{y}^2$ (2.5)

- $SS_A = \left[\sum_{i=1}^{KA} \left(\frac{A_i^2}{n_{Ai}} \right) \right] - \frac{T^2}{N}$ (2.6)

- $SS_B = \left[\sum_{i=1}^{KB} \left(\frac{B_i^2}{n_{Bi}} \right) \right] - \frac{T^2}{N}$ (2.7)

- $SS_C = \left[\sum_{i=1}^{KC} \left(\frac{C_i^2}{n_{Ci}} \right) \right] - \frac{T^2}{N}$ (2.8)

- $SS_{faktor} = SS_A + SS_B + SS_C$

$SS_e = SS_T - Sm - SS_{faktor}$ (2.9)

2.10 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini akan mencakup dua hal yang akan dilakukan, yaitu penetapan replikasi dan pengacakan pengujian (Harita, 2021), yaitu:

- Jumlah Replikasi

Replikasi adalah pengulangan perlakuan yang sama pada setiap eksperimen yang dilakukan agar memberikan nilai ketelitian yang tinggi dan menanggulangi *error* dari hasil eksperimen dan nilai kesalahannya.

2.11 Cetakan Komposit

Cetakan komposit berguna untuk membentuk dimensi volume dari campuran serat dan matriksnya. Dalam pembuatan cetakan untuk komposit pengujian suara, maka komposit harus berbentuk sesuai dengan yang diperlukan dalam pengujian kotak suara. Dalam hal ini bentuk komposit yang diperlukan

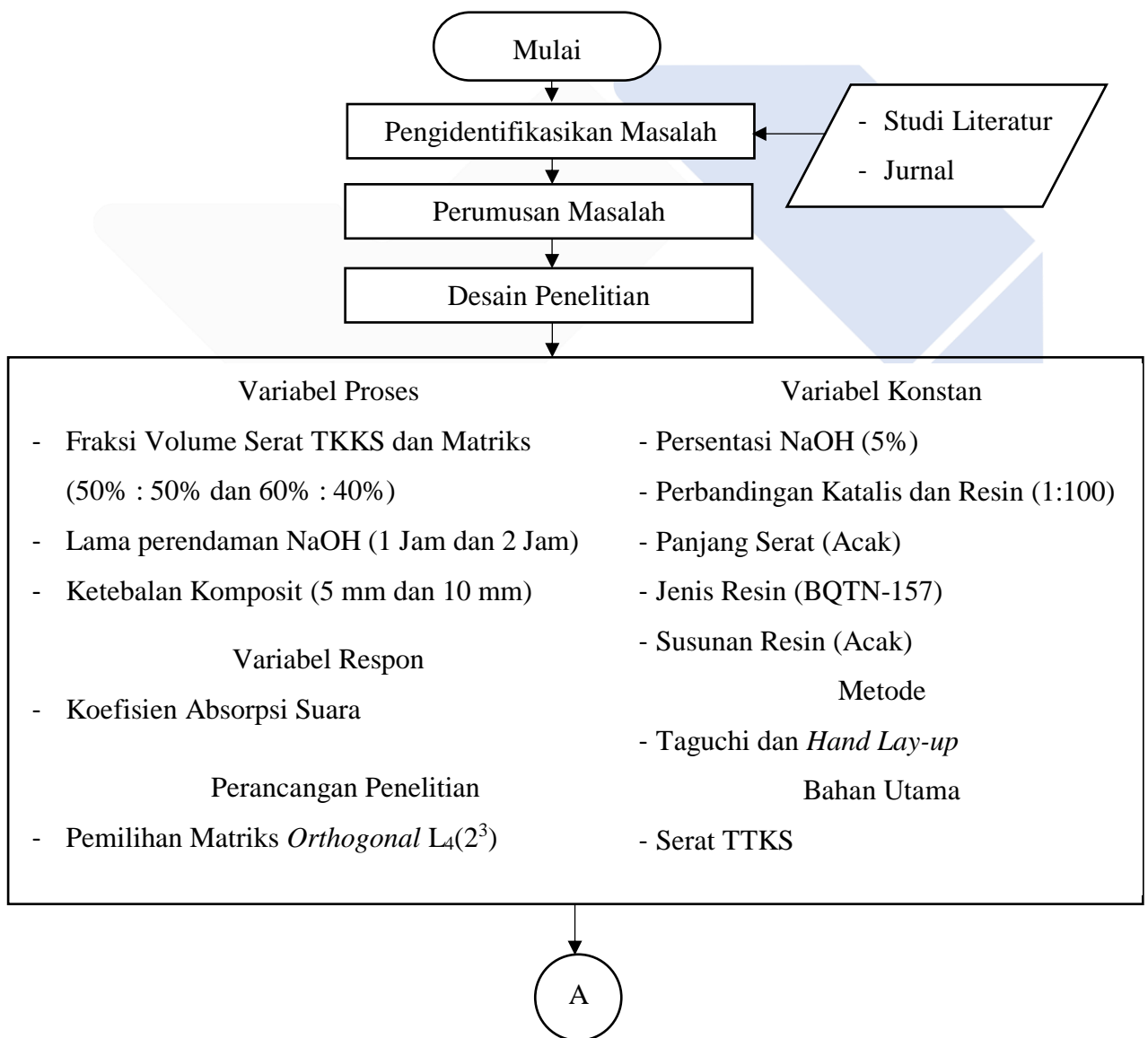
berupa persegi yang memiliki ketebalan. Cetakan terbuat dari kaca yang dibuat seperti kotak sesuai dengan ukuran yang diperlukan komposit dan terdapat penutup yang bisa memadatkan komposit agar permukaan rata dan juga gelembung udara dalam komposit yang sedang dicetak mengurang (Sumarno., 2021).



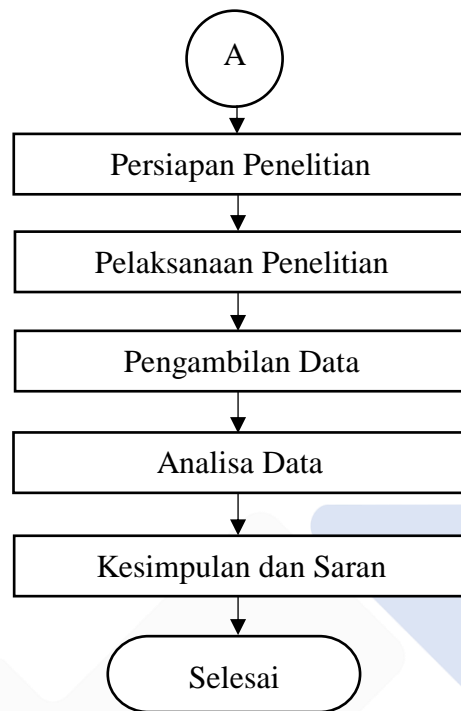
Gambar 2.3 Cetakan Komposit (Sumber: Aritonang., 2017)

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam proses penelitian yang berjudul “Analisa Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai *Filler* dalam Komposit Resin *Polyester* untuk Meningkatkan Nilai Koefisien Absorpsi Suara sebagai Alternatif Peredam ” terdiri dari beberapa tahapan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.



Gambar 3. 1 *Flowchart* Metode Penelitian



Gambar 3. 2 *Flowchart* Metode Penelitian (lanjutan)

3.1 Desain Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat variabel-variabel yang menjadi acuan penting dalam menjalankan penelitian. Beberapa variabel yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan dalam proses seperti dibawah.

3.1.1 Variabel Proses

Berdasarkan hasil yang diinginkan dari temuan penelitian, variabel independen, yang juga disebut sebagai faktor kontrol, dapat diubah atau dikontrol dalam penelitian ini. Faktor-faktor berikut digunakan dalam penelitian ini:

1. Fraksi Volume Serat TKKS dan Matriks

Pada penelitian ini volume serat TKKS dan resin merupakan variabel proses dengan fraksi volume 50% serat TKKS, 50% Matriks, dan 60% serat TKKS, 40% Matriks.

2. Lama Perendaman NaOH

Pada penelitian ini untuk lama perendaman serat ke cairan NaOH yaitu 1 jam dan 2 jam.

3. Ketebalan Komposit

Untuk ukuran ketebalan dari komposit yang akan diteliti yaitu, 5 mm dan 10 mm. Alasan dari penggunaan dua ukuran ketebalan yang berbeda karena ketebalan memiliki pengaruh besar terhadap daya penyerapan suara.

3.1.2 Variabel Konstan

Variabel konstan adalah faktor yang sifatnya tidak berubah dan tidak dilakukan pengujian pada faktor tersebut. Nilai faktor ini diatur selalu tetap agar tidak berganti selama penelitian, maka tidak dapat memberikan efek hasil penelitian secara signifikan. Faktor tetap pada penelitian ini yaitu:

1. Persentase NaOH (5%)
2. Perbandingan katalis dan resin (1:100)
3. Panjang serat (acak)
4. Susunan serat (acak)
5. Jenis resin (BQTN-157)

3.1.3 Variabel Respon

Variabel respon adalah variabel yang nilainya dipengaruhi oleh perlakuan yang akan diberikan dan tidak dapat ditentukan sampai setelah dilakukannya tes. Tes penyerapan suara digunakan sebagai variabel respon penelitian. Alat pengujian menggunakan kotak yang dibuat untuk mensimulasikan sebuah ruangan yang akan dipasang dengan sekat komposit sebagai peredamnya. Nilai koefisien absorpsi suara yang diketahui saat pengujian adalah untuk mengetahui seberapa banyak energi suara yang diserap sesuai dengan frekuensi yang digunakan. Semakin tinggi nilai koefisien absorpsi suara, semakin baik digunakan untuk bahan penyerap suara.

3.1.4 Bahan dan Peralatan Penelitian

Sebelum melakukan percobaan yang harus dipersiapkan adalah bahan-bahan penelitian, peralatan penelitian dan peralatan bantu yang dibutuhkan.

3.1.4.1 Bahan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini diperlukan bahan dan peralatan. Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Serat yang digunakan berguna untuk penguat pada komposit. Gambar 3.3 menunjukkan gambar dari serat tandan kosong kelapa sawit yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. 3 Serat Tandan Kelapa Sawit

2. Resin *Polyester*

Resin yang digunakan yaitu jenis BQTN-157 karena lebih cepat kering dan cocok untuk diaplikasikan sebagai penguat serat dengan proses *hand lay-up*. Resin ini berfungsi sebagai matriks pada sampel komposit yang akan dibuat pada penelitian ini. Gambar 3.4 merupakan resin yang digunakan.



Gambar 3. 4 *Unsaturated Polyester*

3. Katalis

Katalis yang dipakai pada penelitian ini berguna sebagai campuran pada resin agar resin dapat mengeras. Perbandingan pada katalis dan resin yaitu 1 : 100. Gambar 3.5 ini merupakan katalis yang digunakan.



Gambar 3. 5 Katalis

4. Wax

Wax berfungsi untuk melapisi antara cetakan dan komposit agar cetakan dan komposit mudah untuk dilepas. Gambar 3.6 dibawah ini merupakan wax yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. 6 Wax

3.1.4.2 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan untuk membuat sampel penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kotak Uji Absorpsi Suara

Kotak simulasi ruangan berguna sebagai alat uji komposit untuk mengetahui kemampuan penyerapan suara dari komposit tersebut. Kotak ini terbuat dari tripleks tebal 10 mm yang berbentuk balok bervolume $300 \times 300 \times 400$ mm seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3. 7 Kotak Uji

2. Cetakan Komposit

Cetakan ini terbuat dari kaca dengan dimensi volume panjang \times lebar \times tinggi adalah $300 \times 300 \times 5$ mm dan $300 \times 300 \times 10$ mm. Gambar 3.8 merupakan cetakan komposit.



Gambar 3. 8 Cetakan Komposit

3. Kaca

Pada penelitian ini kaca berguna sebagai salah satu bahan pembuatan cetakan komposit. Kaca yang digunakan mempunyai ketebalan 5 mm digunakan sebagai material utama dalam pembuatan cetakan komposit yang akan digunakan. Kaca akan dibentuk sesuai dengan bentuk cetakan yang diinginkan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Kaca

4. *Sound Level Meter*

Sound level meter berguna untuk mengetahui nilai frekuensi suara yang ditangkap dalam pengujian suara pada penelitian ini. *Sound level meter* ini memiliki satuan dB. Gambar 3.10 merupakan *Sound Level Meter* yang digunakan.



Gambar 3. 10 *Sound level meter*

5. *Speaker Bluetooth*

Speaker Bluetooth berguna sebagai sumber bunyi yang akan diatur besar frekuensinya sesuai nilai frekuensi yang akan diuji pada penelitian ini. Gambar 3.11 merupakan *Speaker Bluetooth* yang digunakan.



Gambar 3. 11 *Speaker Bluetooth*

6. Timbangan Digital

Pada penelitian ini timbangan digital berguna untuk menimbang berat dari resin, katalis, serat TKKS, NaOH, dan air. Timbangan digital yang digunakan memiliki ketelitian 0.01 gr. Gambar 3.12 merupakan timbangan digital yang digunakan.



Gambar 3. 12 Timbangan digital

7. Gelas Ukur

Dalam penelitian ini gelas ukur berguna untuk mengukur jumlah resin, katalis, atau air yang digunakan. Gelas ukur yang digunakan memiliki nilai ukur hingga 1000 ml. Gambar 3.13 merupakan gelas ukur yang digunakan.



Gambar 3. 13 Gelas ukur

3.1.5 Perancangan Penelitian

Dalam perancangan penelitian untuk mendapatkan sampel uji komposit langkah-langkah metode Taguchi digunakan mulai dari pengaturan variabel proses, variabel konstan, dan pemilihan matriks *orthogonal*

3.1.5.1 Pengaturan Variabel

Untuk penelitian ini digunakan dua macam pengaturan variabel, yaitu variabel proses sesuai nilai yang diberikan untuk perlakuannya dan variabel konstan yang mempunyai nilai tetap atau tidak bisa dirubah.

1. Variabel proses

Variabel proses merupakan nilai-nilai yang akan bisa dirubah untuk pembuatan sampel penelitian sesuai kebutuhan yang kita inginkan. Selanjutnya adalah tabel variabel proses yang akan digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Proses

No.	Variabel Proses	level 1	level 2
1.	Fraksi volume serat TKKS dan resin	50% : 50%	60% : 40%
2.	Lama perendaman NaOH	1 jam	2 jam
3.	Ketebalan komposit	5 mm	10 mm

2. Variabel Konstan

Variabel konstan merupakan nilai-nilai tetap untuk pembuatan sampel penelitian sesuai kebutuhan penelitian seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Variabel Konstan

No.	Variabel Konstan	Jenis/Nilai
1.	Persentase NaOH	5%
2.	Perbandingan katalis dan resin	1:100
3.	Panjang serat TKKS	Acak
4.	Arah serat TKKS	Acak
5.	Jenis resin	BQTN-157

3.1.5.2 Pemilihan Matriks *Orthogonal*

Untuk pemilihan matriks *orthogonal* maka sebuah penelitian harus memiliki jumlah faktor dan level memiliki nilai yang sesuai. Pada penelitian ini jumlah derajat kebebasan akan ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Derajat Kebebasan

Faktor	Jumlah Level (k)	vfl (k-1)
1. Fraksi volume serat TKKS dan resin	2	1
2. Lama perendaman NaOH	2	1
3. Ketebalan komposit	2	1
Total derajat kebebasan		3

Dari total derajat kebebasan maka bentuk model matriks *orthogonal* yang sesuai adalah $L_4(2^3)$ karena memiliki tiga faktor yaitu fraksi volume serat dan matriks, lama perendaman NaOH, dan ketebalan komposit dengan dua level pada masing-masing faktor. Untuk rancangan model matriks *orthogonal* $L_4(2^3)$, L memiliki arti rancangan bujursangkar, 4 merupakan banyak baris, 2 merupakan jumlah level yang digunakan pada penelitian, dan 3 adalah banyaknya kolom. Hal tersebut akan ditunjukkan pada Tabel 3.4.

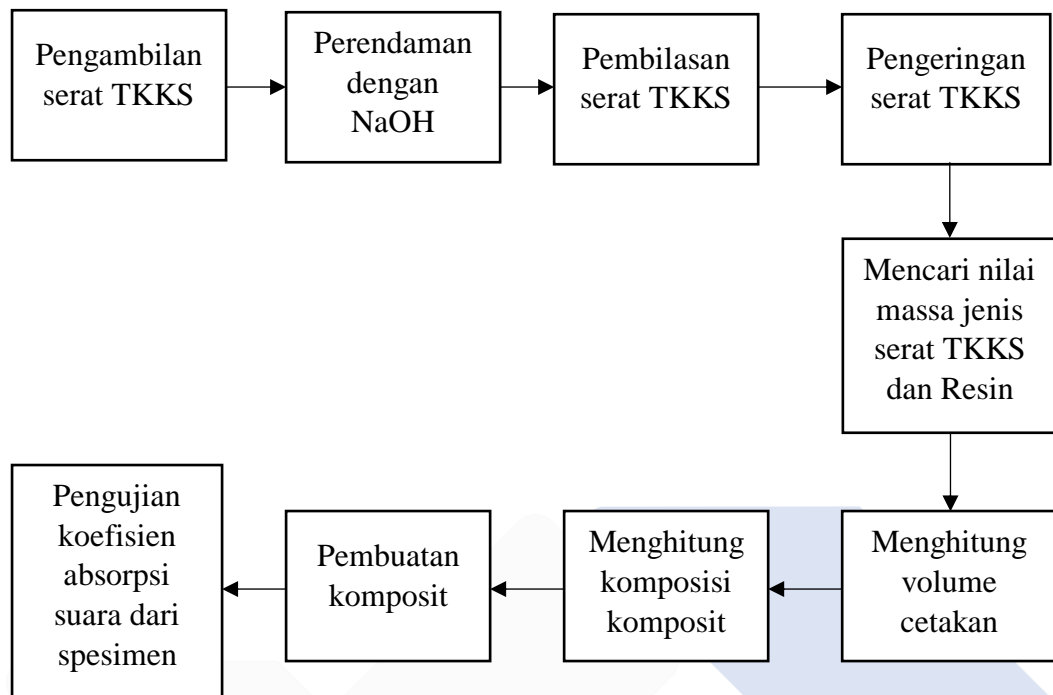
Tabel 3.4 Rancangan Penelitian Matriks *Orthogonal* $L_4(2^3)$

$L_4(2^3)$			
Eksperimen	Fraksi Volume serat TKKS : Volume Resin	Lama perendaman NaOH	Ketebalan komposit
1	50% : 50%	1 jam	5 mm
2	50% : 50%	2 jam	10 mm
3	60% : 40%	1 jam	10 mm
4	60% : 40%	2 jam	5 mm

Pada penelitian ini didapatkan penentuan untuk rancangan matriks *orthogonal* dengan tabel $L_4(2^3)$. Dari rancangan tersebut maka akan dilakukan replikasi sebanyak tiga kali. Untuk tabel replikasi akan digunakan beberapa frekuensi dalam pengujian. Frekuensi yang digunakan adalah 125, 250, 500, 1000, 2000, dan 4000 Hz.

3.2 Persiapan Penelitian

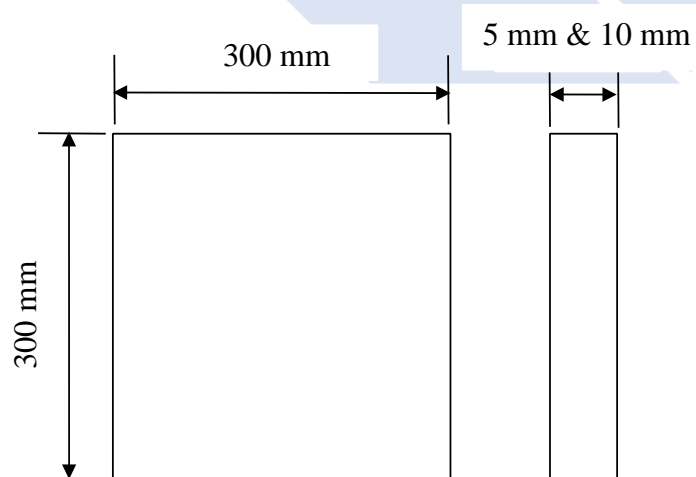
Dalam pembuatan spesimen komposit, dibutuhkan beberapa persiapan guna kelancaran proses pelaksanaan pembuatan komposit. Metode *hand lay-up* digunakan pada penelitian ini. Persiapan-persiapan yang akan dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Langkah persiapan penelitian

3.2.1 Desain Material Pengujian Suara

Pada penelitian ini material komposit berbentuk persegi untuk dijadikan sekat pada alat uji simulasi ruangan yang akan diuji dengan pengujian suara, dimensi material komposit seperti ditunjukkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3. 15 Dimensi Material Komposit

Keterangan :

Panjang = 300 mm

Lebar = 300 mm

Tebal = 5 mm dan 10 mm

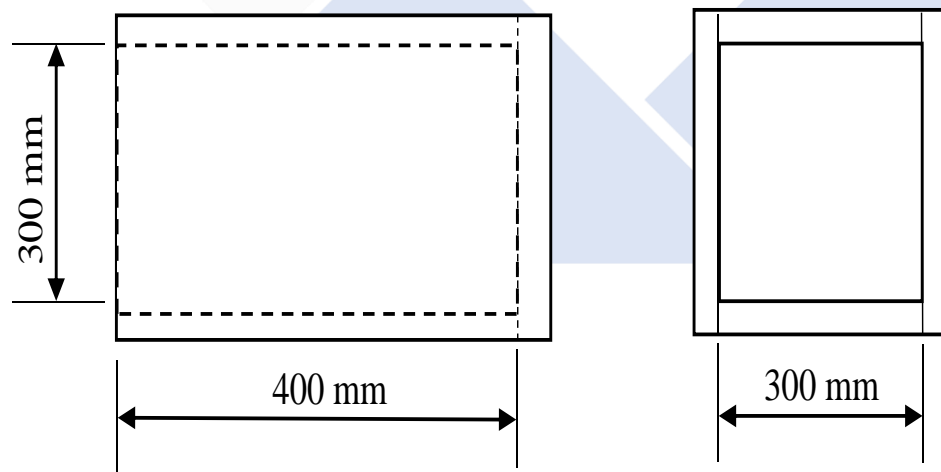
3.2.1.1 Bahan Komposit

Adapun bahan komposit yang akan digunakan yaitu sebagai berikut:

- Serat TKKS
- Resin *Polyester* BQTN-157
- Pengeras jenis katalis

3.2.2 Persiapan Alat Uji dan Cetakan

Kotak uji absorpsi suara digunakan sebagai alat uji untuk penelitian ini. Kotak ini bertujuan sebagai simulasi sebuah ruangan yang dipasang sekat komposit yang telah dibuat dari penelitian. Gambar 3.16 merupakan desain kotak uji absorpsi suara.



Gambar 3. 16 Desain kotak uji absorpsi suara

Adapun langkah-langkah pembuatan kotak uji absorpsi suara sebagai berikut:

1. Potong sebuah tripleks beberapa bagian dengan ukuran yang sesuai diinginkan.

2. Rekatkan semua bagian yang telah dipotong sesuai ukuran menjadi sebuah kotak seperti Gambar 3.16.
3. Lapsi dinding dalam kotak dengan karpet *glasswool* agar mengoptimalkan pengujian absorpsi suara.
4. Pemasangan komposit terletak pada satu bagian kotak yang belum tertutup. Untuk cetakan pembuatan spesimen komposit berbentuk persegi sesuai dengan ukuran terbuat dari kaca. Berikut ini akan di jelaskan langkah-langkah pembuatannya:
 1. Potong kaca sesuai ukuran yang diinginkan.
 2. Rekatkan kaca menggunakan lem kaca
 3. Tunggu lem kering hingga cetakan tidak mudah dibuka sambungannya.
 4. Komposit dibuat pada volume kaca yang kosong.

3.3 Metode Pengujian

Dengan perpaduan dari fraksi volume serat TKKS dan resin, lama perendaman NaOH, dan ketebalan yang akan digunakan maka terbuatlah beberapa sampel spesimen yang akan diuji koefisien absorpsi suaranya. Serat TKKS memiliki struktur yang bagus untuk dijadikan sebagai bahan absorpsi suara. Maka penelitian ini dilakukan untuk pembuktiannya.

Ada beberapa frekuensi yang akan dipakai dalam pengujian absorpsi suara, frekuensi tersebut dimulai dari 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, dan 4000 Hz. Metode pengujian absorpsi suara pada penelitian ini akan dijelaskan dalam proses-proses berikut:

1. Audio dinyalakan dan diatur frekuensinya sesuai angka yang telah ditentukan.
2. Audio atau sumber suara yang telah diatur dimasukkan kedalam kotak pengujian.
3. Dalam pengujian pertama kotak uji dibiarkan tanpa penutup spesimen komposit.
4. Kemudian *sound level meter* dinyalakan dan dekatkan dengan jarak 400 mm pada kotak pengujian.

5. Lihat angka yang muncul pada *sound level meter* dan catat angka tersebut sesuai frekuensi yang ditentukan.
6. Saat pengujian menggunakan spesimen komposit yang telah dicetak, maka ulangi langkah 1 – 2.
7. Kemudian salah satu spesimen komposit yang telah dicetak diletakkan sebagai penutup kotak uji. Selanjutnya ulangi langkah 4-5.
8. Lakukan langkah-langkah tersebut secara berulang sampai semua spesimen komposit dan frekuensi telah teruji.

3.4 Jadwal Penelitian

Jadwal penelitian ditentukan guna kelancaran dalam melakukan penelitian secara teratur dan optimal. Waktu penelitian perlu dibuat seperti yang terlihat pada Tabel 3.10 dibawah:

Tabel 3.10 Jadwal Penelitian

No.	Jadwal Kegiatan	Bulan ke:-					
		Agust	Sept	Okt	Nov	Des	Jan
1.	Studi Literatur	■					
2.	Persiapan Penelitian	■	■				
3.	Pelaksanaan Penelitian		■	■			
4.	Pengujian Penelitian			■	■		
5.	Pengambilan Data			■	■		
6.	Analisa Hasil Data					■	
7.	Kesimpulan dan Saran					■	■

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan untuk membuat sampel komposit yang akan di uji dalam penelitian. Tahapan-tahapan dalam pembuatan sampel uji adalah sebagai berikut.

4.1.1 Pengambilan Serat

Tandan buah segar kelapa sawit yang telah diproses akan menghasilkan TKKS yang akan diambil seratnya pada penelitian. Bagian yang diambil seratnya adalah bagian tengah dari TKKS yang hampir busuk. Tahap pengambilan serat yang pertama adalah pemukulan pada TKKS agar mudah untuk dibuka, setelah terbuka bagian tengah dari TKKS akan terlihat struktur serat. Kemudian bagian tengah tersebut dipotong menggunakan benda tajam, bagian yang dipotong hanya yang memiliki struktur serat. Tahap selanjutnya yaitu serat tersebut dicuci untuk mengurangi kotoran seperti pasir dan lumpur, kemudian serat dijemur hingga kering.

4.1.2 Perendaman Serat TKKS

Pada tahapan perendaman serat TKKS membutuhkan perhitungan yang sesuai dengan persentase NaOH yang digunakan pada penelitian. Perendaman serat TKKS ini menggunakan persentase NaOH sebesar 5% dengan media air sebanyak 9000 ml. Durasi perendaman dijadikan sebagai variabel proses dalam penelitian yaitu selama 1 jam dan 2 jam. Perhitungan penggunaan NaOH dan air untuk proses perendaman serat TKKS sebagai berikut:

- Diketahui:

Persentase NaOH = 5%

Volume air = 9000 ml = 9000 gr

- Perhitungan:

Keperluan perendaman = volume air × persentase NaOH

$$\begin{aligned}
 &= 9000 \text{ gr} \times 5\% \\
 &= 9000 \text{ gr} \times \frac{5}{100} \\
 &= \frac{45.000}{100} \\
 &= 450 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Karena terdapat dua durasi perendaman yang berbeda, maka wadah perendaman menggunakan dua tempat. Untuk keperluan perendaman serat dengan persentase NaOH 5% membutuhkan 450 gr NaOH dari volume air 9000 gr dari setiap wadah. Gambar 4.1 menunjukkan timbangan berat dari NaOH yang digunakan.



Gambar 4.1 Jumlah NaOH 450 gr

Waktu perendaman dilakukan selama 1 jam dan 2 jam. Proses perendaman yang akan ditunjukkan pada gambar 4.2.



(a)



(b)

Gambar 4.2 Perendaman NaOH (a) perendaman 1 jam, (b) perendaman 2 jam

4.1.3 Pembilasan Serat

Setelah serat direndam selama 1 dan 2 jam, maka selanjutnya serat diangkat dari rendaman dan ditiriskan menggunakan saringan hingga airnya berkurang kemudian serat dibilas dengan air bersih. Setelah dibilas, serat ditiris kembali sampai kering. Gambar 4.3 menunjukkan proses penirisan.



Gambar 4. 3 Penirisan Serat

Pembilasan dilakukan untuk menghilangkan kotoran dan liknin yang menempel saat perendaman NaOH yang telah ditentukan waktunya dengan cara mencuci kembali serat menggunakan air. Gambar 4.4 merupakan proses pembilasan serat.



Gambar 4. 4 Pembilasan Serat

4.1.4 Penjemuran Serat

Selanjutnya penjemuran dilakukan dibawah terik matahari untuk mengeringkan serat dari sisa-sisa air yang telah ditiriskan dari proses pembilasan. Lama penjemuran dilakukan sampai serat benar-benar terasa kering dan sudah bisa dicetak untuk dijadikan sampel komposit. Gambar 4.5 merupakan proses penjemuran serat.



(a)

(b)

Gambar 4. 5 Proses Penjemuran Serat (a) Serat hasil perendaman 1 jam, (b) Serat hasil perendaman 2 jam

4.1.5 Perhitungan Massa Jenis Serat, Resin, dan Volume Cetakan

Massa jenis serat, massa jenis resin, dan volume cetakan dibutuhkan perhitungannya agar sebuah sampel komposit untuk penelitian bisa berhasil dibuat. Pada penelitian ini terdapat dua massa jenis serat TKKS yang berbeda tergantung dari lama perendamannya. Serat TKKS dengan perendaman 1 jam ditentukan dengan cara sebagai berikut:

1. Serat TKKS dimasukkan ke dalam sebuah cetakan sampai memenuhi volume.
2. Cetakan tersebut memiliki volume $9,8 \text{ cm}^3$.
3. Kemudian serat TKKS pada cetakan tersebut diambil kembali dan ditimbang.
4. Berat yang didapatkan dari penimbangan sebesar $1,17 \text{ gr}$.
5. Selanjutnya masa jenis serat dihitung dengan rumus $\rho = \frac{m}{v}$

Keterangan : ρ = massa jenis serat

v = volume cetakan

m = berat timbangan serat

$$\rho = \frac{1,17 \text{ gr}}{9,8 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 0,12 \text{ gr/cm}^3$$

Maka didapatkan nilai massa jenis serat TKKS untuk lama perendaman 1 jam adalah $0,12 \text{ gr/cm}^3$.

Serat TKKS dengan perendaman 2 jam ditentukan dengan cara sebagai berikut:

1. Serat TKKS dimasukkan ke dalam sebuah cetakan sampai memenuhi volume.
2. Cetakan tersebut memiliki volume $9,8 \text{ cm}^3$.
3. Kemudian serat TKKS pada cetakan tersebut diambil kembali dan ditimbang.
4. Berat yang didapatkan dari penimbangan sebesar $0,90 \text{ gr}$.
5. Selanjutnya massa jenis serat dihitung dengan rumus $\rho = \frac{m}{v}$

Keterangan : ρ = massa jenis serat

v = volume cetakan

m = berat timbangan serat

$$\rho = \frac{0,90 \text{ gr}}{9,8 \text{ cm}^3}$$

$$\rho = 0,09 \text{ gr/cm}^3$$

Maka didapatkan nilai massa jenis serat TKKS untuk lama perendaman 2 jam adalah $0,09 \text{ gr/cm}^3$. Untuk perhitungan massa jenis resin yang dipakai adalah $1,215 \text{ gr/cm}^3$ (Savetlana dan Andriyanto, 2012).

Dalam penelitian ini, cetakan komposit menggunakan dua jenis ukuran yang berbeda yaitu $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ dan $300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$. Perbedaan ukuran cetakan dipengaruhi karena ketebalan komposit dijadikan sebagai variabel proses. Variabel proses dari ketebalan komposit yang digunakan pada penelitian adalah 10 mm dan 5 mm . Untuk menghitung volume cetakan, maka rumus yang digunakan adalah:

$$V = p \times l \times t \tag{4.1}$$

Dimana :

V = Volume (mm^3)

p = Panjang (mm)

l = lebar (mm)

t = Tebal (mm)

Jadi :

Volume cetakan satu

$$\begin{aligned}V_1 &= p \times l \times t \\ &= 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} \\ &= 900.000 \text{ mm}^3 = 900 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

Volume cetakan dua

$$\begin{aligned}V_1 &= p \times l \times t \\ &= 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \\ &= 450.000 \text{ mm}^3 = 450 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

4.1.6 Penentuan Komposisi Komposit

Dalam menentukan komposisi sampel komposit, volume cetakan menjadi dasar perhitungannya. Dari hasil perhitungan sebelumnya, sudah di dapat hasil dari volume cetakan 1 dan volume cetakan 2. Volume cetakan 1 untuk mencetak sampel komposit dengan ketebalan 10 mm dengan nilai volume 900 cm^3 , kemudian volume cetakan 2 untuk mencetak sampel komposit dengan ketebalan 5 mm dengan nilai volume 450 cm^3 .

Volume cetakan = Volume komposit

1. Volume cetakan untuk komposit ketebalan 10 mm.

$$\begin{aligned}V_{\text{cetakan 1}} &= V_{\text{komposit 1}} \\ V_{\text{cetakan 1}} &= 900 \text{ cm}^3 \\ &= 900 \text{ ml}\end{aligned}$$

Volume cetakan untuk komposit ketebalan 5 mm.

$$\begin{aligned}V_{\text{cetakan 2}} &= V_{\text{komposit 2}} \\ V_{\text{cetakan 2}} &= 450 \text{ cm}^3 \\ &= 450 \text{ ml}\end{aligned}$$

Dalam penelitian ini fraksi volume serat TKKS dan resin adalah sebagai berikut:

1. Serat TKKS 50% dan resin 50%
2. Serat TKKS 60% dan resin 40%

Perbandingan resin dan katalis adalah 100 : 1.

Berikut perhitungan komposisi pembuatan sampel komposit :

1. Serat TKKS 50%, Resin 50%, Ketebalan 10 mm, dan Lama Perendaman 1 Jam

$$\text{Volume serat TKKS} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis serat} \times \% \text{ Serat}$$

$$\begin{aligned} V_s &= 900 \text{ cm}^3 \times 0,12 \text{ gr/cm}^3 \times 50\% \\ &= 108 \text{ gr} \times 50\% \\ &= 54 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Volume resin} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis resin} \times \% \text{ Resin}$$

$$\begin{aligned} V_r &= 900 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \times 50\% \\ &= 1.093,5 \text{ gr} \times 50\% \\ &= 546,75 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Volume katalis} = V_r \times 1\% \text{ Katalis}$$

$$\begin{aligned} V_k &= 546,75 \text{ gr} \times 1\% \\ &= 5,4675 \text{ gr} \end{aligned}$$

2. Serat TKKS 50%, Resin 50%, Ketebalan 10 mm, dan Lama Perendaman 2 Jam

$$\text{Volume serat TKKS} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis serat} \times \% \text{ Serat}$$

$$\begin{aligned} V_s &= 900 \text{ cm}^3 \times 0,09 \text{ gr/cm}^3 \times 50\% \\ &= 81 \text{ gr} \times 50\% \\ &= 40,5 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Volume resin} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis resin} \times \% \text{ Resin}$$

$$\begin{aligned} V_r &= 900 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \times 50\% \\ &= 1.093,5 \text{ gr} \times 50\% \\ &= 546,75 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Volume katalis} = V_r \times 1\% \text{ Katalis}$$

$$\begin{aligned} V_k &= 546,75 \text{ gr} \times 1\% \\ &= 5,4675 \text{ gr} \end{aligned}$$

3. Serat TKKS 50%, Resin 50%, Ketebalan 5 mm, dan Lama Perendaman 1 Jam

$$\text{Volume serat TKKS} = V_{\text{cetakan2}} \times \text{Massa jenis serat} \times \% \text{ Serat}$$

$$V_s = 450 \text{ cm}^3 \times 0,12 \text{ gr/cm}^3 \times 50\%$$

$$= 54 \text{ gr} \times 50\%$$

$$= 27 \text{ gr}$$

$$\text{Volume resin} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis resin} \times \% \text{ Resin}$$

$$V_r = 450 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \times 50\%$$

$$= 546,75 \text{ gr} \times 50\%$$

$$= 273,375 \text{ gr}$$

$$\text{Volume katalis} = V_r \times 1\% \text{ Katalis}$$

$$V_k = 273,375 \text{ gr} \times 1\%$$

$$= 2,733 \text{ gr}$$

4. Serat TKKS 50%, Resin 50%, Ketebalan 5 mm, dan Lama Perendaman 2 Jam

$$\text{Volume serat TKKS} = V_{\text{cetakan2}} \times \text{Massa jenis serat} \times \% \text{ Serat}$$

$$V_s = 450 \text{ cm}^3 \times 0,09 \text{ gr/cm}^3 \times 50\%$$

$$= 40,5 \text{ gr} \times 50\%$$

$$= 20,25 \text{ gr}$$

$$\text{Volume resin} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis resin} \times \% \text{ Resin}$$

$$V_r = 450 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \times 50\%$$

$$= 546,75 \text{ gr} \times 50\%$$

$$= 273,375 \text{ gr}$$

$$\text{Volume katalis} = V_r \times 1\% \text{ Katalis}$$

$$V_k = 273,375 \text{ gr} \times 1\%$$

$$= 2,733 \text{ gr}$$

5. Serat TKKS 60%, Resin 40%, Ketebalan 10 mm, dan Lama Perendaman 1 Jam

$$\text{Volume serat TKKS} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis serat} \times \% \text{ Serat}$$

$$V_s = 900 \text{ cm}^3 \times 0,12 \text{ gr/cm}^3 \times 60\%$$

$$= 108 \text{ gr} \times 60\%$$

$$= 64,8 \text{ gr}$$

$$\text{Volume resin} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis resin} \times \% \text{ Resin}$$

$$V_r = 900 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \times 40\%$$

$$= 1.093,5 \text{ gr} \times 40\%$$

$$= 437,2 \text{ gr}$$

$$\text{Volume katalis} = V_r \times 1\% \text{ Katalis}$$

$$V_k = 437,2 \text{ gr} \times 1\%$$

$$= 4,372 \text{ gr}$$

6. Serat TKKS 60%, Resin 40%, Ketebalan 10 mm, dan Lama Perendaman 2 Jam

$$\text{Volume serat TKKS} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis serat} \times \% \text{ Serat}$$

$$V_s = 900 \text{ cm}^3 \times 0,09 \text{ gr/cm}^3 \times 60\%$$

$$= 81 \text{ gr} \times 60\%$$

$$= 48,6 \text{ gr}$$

$$\text{Volume resin} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis resin} \times \% \text{ Resin}$$

$$V_r = 900 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \times 40\%$$

$$= 1.093,5 \text{ gr} \times 40\%$$

$$= 437,2 \text{ gr}$$

$$\text{Volume katalis} = V_r \times 1\% \text{ Katalis}$$

$$V_k = 437,2 \text{ gr} \times 1\%$$

$$= 4,372 \text{ gr}$$

7. Serat TKKS 60%, Resin 40%, Ketebalan 5 Mm, dan Lama Perendaman 1 Jam

$$\text{Volume serat TKKS} = V_{\text{cetakan2}} \times \text{Massa jenis serat} \times \% \text{ Serat}$$

$$V_s = 450 \text{ cm}^3 \times 0,12 \text{ gr/cm}^3 \times 60\%$$

$$= 54 \text{ gr} \times 60\%$$

$$= 32,2 \text{ gr}$$

$$\text{Volume resin} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis resin} \times \% \text{ Resin}$$

$$V_r = 450 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \times 40\%$$

$$= 546,75 \text{ gr} \times 40\%$$

$$= 218,7 \text{ gr}$$

$$\text{Volume katalis} = V_r \times 1\% \text{ Katalis}$$

$$V_k = 218,7 \text{ gr} \times 1\%$$

$$= 2,187 \text{ gr}$$

8. Serat TKKS 60%, Resin 40%, Ketebalan 5 Mm, dan Lama Perendaman 2 Jam

$$\text{Volume serat TKKS} = V_{\text{cetakan2}} \times \text{Massa jenis serat} \times \% \text{ Serat}$$

$$\begin{aligned} V_s &= 450 \text{ cm}^3 \times 0,09 \text{ gr/cm}^3 \times 60\% \\ &= 40,5 \text{ gr} \times 60\% \\ &= 24,3 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Volume resin} = V_{\text{cetakan1}} \times \text{Massa jenis resin} \times \% \text{ Resin}$$

$$\begin{aligned} V_r &= 450 \text{ cm}^3 \times 1,215 \text{ gr/cm}^3 \times 40\% \\ &= 546,75 \text{ gr} \times 40\% \\ &= 218,7 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\text{Volume katalis} = V_r \times 1\% \text{ Katalis}$$

$$\begin{aligned} V_k &= 218,7 \text{ gr} \times 1\% \\ &= 2,187 \text{ gr} \end{aligned}$$

4.1.7 Data Komposisi Pencetakan Komposit

Setelah perhitungan komposisi komposit didapatkan, maka akan diambil empat data perhitungan untuk dijadikan sebagai bahan uji komposit absorpsi suara sesuai dengan matriks *orthogonal* $L_4(2^3)$. Tabel 4.1 menunjukkan data perhitungan yang akan digunakan pada penelitian ini.

Tabel 4. 1 Data Komposisi Komposit

No	Fraksi volume serat dan matriks	Lama Perendaman	Tebal	Berat TKKS	Berat Resin	Berat Katalis
1.	50% : 50%	1 jam	5 mm	27 gr	273,37 gr	2,73 gr
2.	50% : 50%	2 jam	10 mm	40,5 gr	546,75 gr	5,46 gr
3.	60% : 40%	1 jam	10 mm	64,8 gr	437,2 gr	4,37 gr
4.	60% : 40%	2 jam	5 mm	24,3 gr	218,7 gr	2,18 gr

4.1.8 Pembuatan Komposit

Selanjutnya komposit akan dicetak sesuai dengan data komposisi komposit

yang telah didapatkan. Proses pencetakan dilakukan dengan metode *Hand lay-up* dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Ruang volume dalam cetakan dilapisi dengan wax guna memudahkan pengambilan setelah komposit kering.
2. Timbang serat TKKS sesuai dengan berat pada tabel komposisi komposit.

Gambar 4.6 menunjukkan foto hasil dari penimbangan serat.



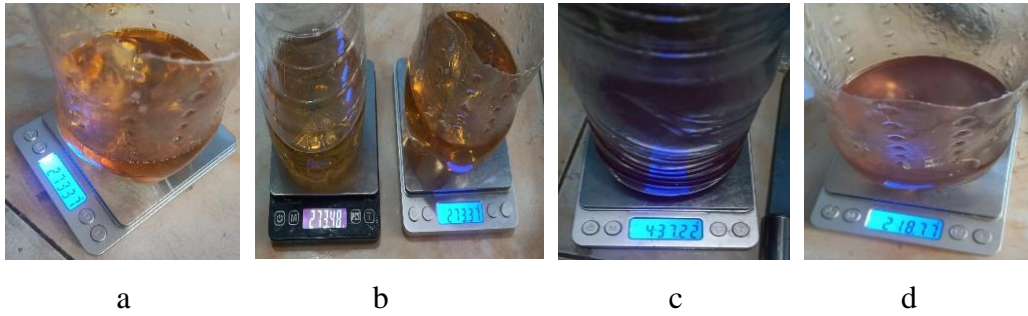
Gambar 4. 6 Hasil Penimbangan Berat Serat TKKS (a) komposit 1, (b) komposit 2, (c) komposit 3, (d) komposit 4

3. Susun serat yang telah ditimbang secara acak pada cetakan yang sesuai dengan ketebalan yang ingin digunakan. Gambar 4.7 menunjukkan foto hasil dari penyusunan serat pada cetakan.



Gambar 4. 7 Susunan Serat Pada Cetakan

4. Timbang resin sesuai dengan berat pada tabel komposisi komposit. Gambar 4.8 menunjukkan foto hasil penimbangan resin.



Gambar 4. 8 Hasil Penimbangan Berat Resin a) komposit 1, (b) komposit 2, (c) komposit 3, (d) komposit 4

5. Timbang katalis sesuai dengan berat pada tabel komposisi komposit. Perbandingan katalis dan resin adalah 1 : 100. Kemudian campurkan katalis dengan resin yang telah ditimbang sebelumnya dan aduk sampai merata.
6. Tuangkan resin yang telah dicampur dengan katalis ke cetakan yang telah diisi dengan susunan serat.
7. Tunggu resin hingga mengeras sempurna kurang lebih 4 jam. Kemudian lepaskan komposit dari cetakan. Gambar 4.9 menunjukkan hasil dari pencetakan komposit.



Gambar 4. 9 Komposit Uji Absorpsi Suara

4.2 Pengambilan Data

Pada penelitian ini bahan komposit yang dibuat diharapkan dapat memenuhi harapan yaitu sebagai bahan dari absorpsi suara, maka dalam hal ini pengujian absorpsi suara berupa simulasi ruangan dengan kotak uji akan dilakukan untuk mengetahui nilai keefektifannya sebagai absorpsi suara.

4.2.1 Pengujian Komposit Uji Absorpsi Suara

Pengujian dilakukan menggunakan alat uji berupa kotak yang berperan sebagai simulasi sebuah ruangan. Gambar 4.10 menunjukkan foto dari proses pengujian menggunakan kotak uji absorpsi suara.



Gambar 4. 10 Proses Pengujian Absorpsi Suara

Adapun tahapan-tahapan pengujian komposit absorpsi suara adalah sebagai berikut:

1. Pertama siapkan kotak uji, *sound level meter*, *speaker Bluetooth*, pengatur frekuensi berupa aplikasi pada *handphone*, dan komposit yang akan diuji.
2. Kemudian koneksikan *handphone* dengan *speaker Bluetooth*.

3. Letakan kotak uji dan *sound level meter* berjauhan dengan jarak 400 mm.
4. Setel frekuensi sesuai besar Hz mulai dari frekuensi 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz yang diinginkan dari aplikasi pada *Handphone*.
5. Selanjutnya letakan *speaker Bluetooth* yang telah terkoneksi dengan *Handphone* di dalam kotak uji.
6. Kemudian hidupkan *sound level meter* lalu lihat berapa angka yang muncul pada *sound level meter* pada pengujian tanpa sekat yang berfungsi untuk mengetahui nilai desibel (dB) dari frekuensi ruangan.
7. Kemudian tutup bagian yang terbuka pada kotak uji menggunakan komposit uji.
8. Selanjutnya hidupkan *sound level meter* lalu lihat berapa angka yang muncul pada *sound level meter*.
9. Catat nilai pada *sound level meter* dan lakukan secara berulang dengan komposit uji yang lain.

4.2.2 Hasil Uji Absorpsi Suara

Hasil dari pengujian absorpsi suara setelah didapatkan dari pengujian menggunakan kotak uji simulasi ruangan dimasukkan nilainya pada tabel.

1. Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengujian absorpsi suara tanpa sekat komposit dengan tiga kali replikasi.

Tabel 4. 2 Nilai Hasil Pengujian Tanpa Sekat Komposit

No.	Frekuensi (Hz)	Replikasi			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	38,7	38,7	37,2	38,2
2.	250	60,7	60,6	60,8	60,7
3.	500	85,4	85,5	85,5	85,47
4.	1000	78,6	78,5	78,6	78,57
5.	2000	82,8	82,7	82,6	82,75
6.	4000	93,9	93,7	93,8	93,8

2. Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian absorpsi suara komposit uji 1 dengan fraksi volume serat dan resin 50% : 50%, lama perendaman NaOH 1 jam, dan ketebalan 5 mm dengan tiga kali replikasi.

Tabel 4. 3 Nilai Hasil Pengujian dengan Sekat Komposit ke-1

No.	Frekuensi (Hz)	Replikasi			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	33,2	33,1	33,4	33,23
2.	250	51,3	51,1	51,6	51,33
3.	500	74,5	75	74,9	74,8
4.	1000	60,5	59,7	59,9	60,03
5.	2000	78	77,7	78,1	77,93
6.	4000	76,1	76,5	75,9	76,17

3. Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian absorpsi suara komposit uji 2 dengan fraksi volume serat dan resin 50% : 50%, lama perendaman NaOH 2 jam, dan ketebalan 10 mm dengan tiga kali replikasi.

Tabel 4. 4 Nilai Hasil Pengujian dengan Sekat Komposit ke-2

No.	Frekuensi (Hz)	Replikasi			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	33,1	33,4	33,1	33,2
2.	250	49,3	48,6	48	48,63
3.	500	74,1	74,6	73,5	74,07
4.	1000	55,2	56	55,6	55,6
5.	2000	75,2	74,8	75	75
6.	4000	75,3	74,9	75	75,07

4. Tabel 4.5 menunjukkan hasil pengujian absorpsi suara komposit uji 3 dengan fraksi volume serat dan resin 60% : 40%, lama perendaman NaOH 1 jam, dan ketebalan 10 mm dengan tiga kali replikasi.

Tabel 4. 5 Nilai Hasil Pengujian dengan Sekat Komposit ke-3

No.	Frekuensi (Hz)	Replikasi			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	32,8	33,1	33	32,97
2.	250	48,7	47,4	47,7	47,93
3.	500	72,8	71,5	72,4	72,23
4.	1000	53	52,9	53,2	53,03
5.	2000	74,3	73,7	73,8	73,93
6.	4000	72,9	72,3	72,6	72,6

5. Tabel 4.6 menunjukkan hasil pengujian absorpsi suara komposit uji 4 dengan fraksi volume serat dan resin 60% : 40%, lama perendaman NaOH 2 jam, dan ketebalan 5 mm dengan tiga kali replikasi.

Tabel 4. 6 Nilai Hasil Pengujian dengan Sekat Komposit ke-4

No.	Frekuensi (Hz)	Replikasi			Mean (dB)
		I	II	III	
1.	125	33,4	33,4	33,6	33,47
2.	250	49,3	49	48,8	49,03
3.	500	74,2	74,9	74,8	74,63
4.	1000	61,1	61,3	61,1	61,17
5.	2000	76,8	75,4	75,7	75,97
6.	4000	76	75,9	75,9	75,93

Untuk menentukan nilai koefisien absorpsi suara didapatkan dengan rumus dibawah:

$$\alpha = \frac{I_0(dB) - I(dB)}{I_0(dB)}$$

$$\alpha = \frac{\text{nilai mean tanpa sekat} - \text{nilai mean dengan sekat komposit}}{\text{nilai mean tanpa sekat}}$$

Contoh untuk nilai koefisien absorpsi suara komposit uji 1 pada frekuensi 125 Hz:

Diketahui:

Nilai mean tanpa sekat pada frekuensi 125 Hz = 38,2 dB

Nilai mean dengan sekat komposit uji 1 pada frekuensi 125 Hz = 33,23 dB

$$\alpha = \frac{38,2 \text{ dB} - 33,23 \text{ dB}}{38,2 \text{ dB}}$$

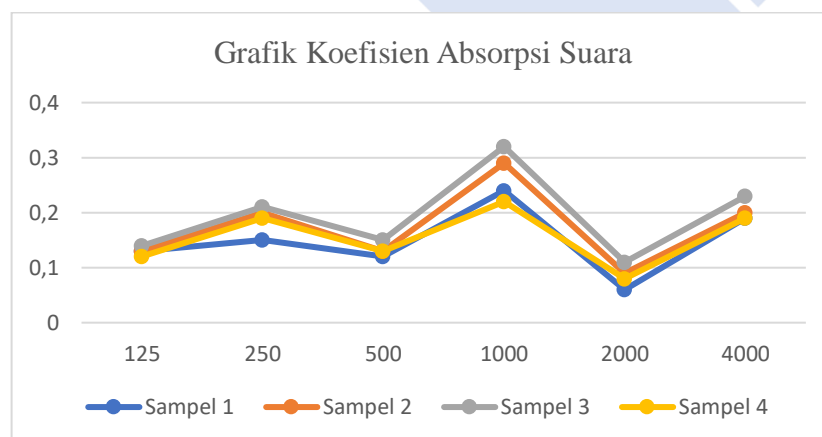
$$\alpha = 0,13 \text{ dB}$$

Tabel 4.7 menunjukkan data perhitungan koefisien absorpsi suara dari hasil pengujian.

Tabel 4. 7 Koefisien Absorpsi Suara

No.	Frekuensi (Hz)	Koefisien Absorpsi Suara (α)			
		I	II	III	IV
1.	125	0,13	0,13	0,14	0,12
2.	250	0,15	0,20	0,21	0,19
3.	500	0,12	0,13	0,15	0,13
4.	1000	0,24	0,29	0,32	0,22
5.	2000	0,06	0,09	0,11	0,08
6.	4000	0,19	0,20	0,23	0,19

Data koefisien yang telah didapatkan akan dibuatkan dalam bentuk grafik. Gambar 4.11 menunjukkan grafik koefisien absorpsi suara.



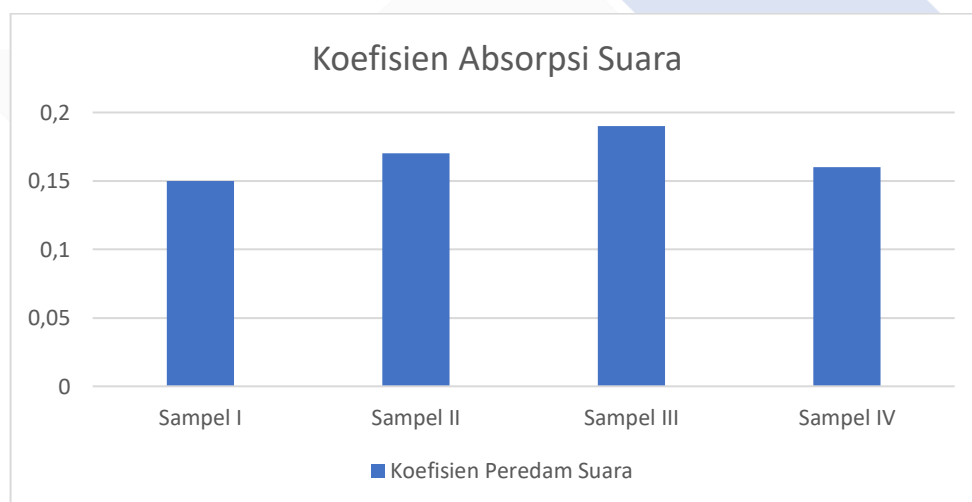
Gambar 4. 11 Grafik Koefisien Absorpsi Suara (α)

Tabel 4.8 menunjukkan nilai rata-rata keseluruhan frekuensi dari nilai koefisien absorpsi suara

Tabel 4. 8 Nilai Rata-Rata Seluruh Frekuensi pada Nilai Koefisien Absorpsi Suara

No.	Rata-Rata dari Seluruh Frekuensi Koefisien Absorpsi Suara (α)			
	I	II	III	IV
1.	0,15	0,17	0,19	0,16

Gambar 4.12 menunjukkan grafik nilai rata-rata dari keseluruhan frekuensi pada nilai koefisien absorpsi suara (α)



Gambar 4. 12 Grafik Rata-Rata dari Seluruh Frekuensi Koefisien Absorpsi Suara (α)

Pada Tabel 4.7 dapat diketahui nilai koefisien absorpsi suara tertinggi terdapat pada sampel III dengan nilai $\alpha = 0,32$ pada frekuensi 1000 Hz. Sedangkan nilai koefisien absorpsi suara terendah terdapat pada sampel I dengan nilai $\alpha = 0,06$ pada frekuensi 2000 Hz. Untuk data nilai rata-rata koefisien absorpsi suara dari seluruh frekuensi pada Tabel 4.8 dapat ditentukan nilai tertinggi koefisien absorpsi suara terdapat pada sampel III dengan nilai $\alpha = 0,19$ dan nilai terendah terdapat pada sampel I dengan nilai $\alpha = 0,15$. Dengan demikian komposit uji memenuhi

syarat dari ISO 11654 dengan batas minimum $\alpha = 0,15$ dan sampel III menjadi komposit uji terbaik dikarenakan mempunyai nilai rata-rata keseluruhan frekuensi koefisien absorpsi suara dengan nilai $\alpha = 0,19$.

4.3 Analisa Data

Hasil percobaan uji absorpsi suara dengan replikasi sebanyak tiga kali akan ditampilkan pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Data Koefisien Absorpsi Suara

Matriks <i>orthogonal</i> $L_4(2^3)$											
No.	Parameter			Frekuensi						Jumlah	Mean
	A	B	C	125	250	500	1000	2000	4000		
1.	1	1	1	0,13	0,15	0,12	0,24	0,06	0,19	0,89	0,148
2.	1	2	2	0,13	0,20	0,13	0,29	0,09	0,20	1,04	0,173
3.	2	1	2	0,14	0,21	0,15	0,32	0,11	0,23	1,16	0,193
4.	2	2	1	0,12	0,19	0,13	0,22	0,08	0,19	0,93	0,155
Rata-rata											0,167

4.3.1 Pengaruh Level Faktor terhadap Rata-Rata Koefisien Absorpsi Suara

Selanjutnya adalah perhitungan pengaruh level dari faktor terhadap nilai rata-rata koefisien absorpsi suara, dimana faktor-faktor dan level yaitu faktor fraksi volume serat dan matriks 50% : 50% dan 60% : 40%, lama perendaman serat dengan NaOH 1 jam dan 2 jam, dan ketebalan komposit 5 mm dan 10 mm. Perhitungan pengaruh level dari faktor terhadap nilai rata-rata koefisien absorpsi suara akan dilakukan dengan contoh rumus dibawah:

$$A = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2}{2}$$

Perhitungan rata-rata faktor A

$$A_1 = \frac{0,148 + 0,173}{2} = 0,16$$

$$A_2 = \frac{0,193 + 0,155}{2} = 0,174$$

Perhitungan rata-rata faktor B

$$B1 = \frac{0,148 + 0,193}{2} = 0,17$$

$$B2 = \frac{0,173 + 0,155}{2} = 0,164$$

Perhitungan rata-rata faktor C

$$C1 = \frac{0,148 + 0,155}{2} = 0,151$$

$$C2 = \frac{0,173 + 0,193}{2} = 0,183$$

Tabel 4.10 menunjukkan pengaruh dari faktor fraksi volume serat dan matriks, lama perendaman serat dengan NaOH, dan ketebalan komposit.

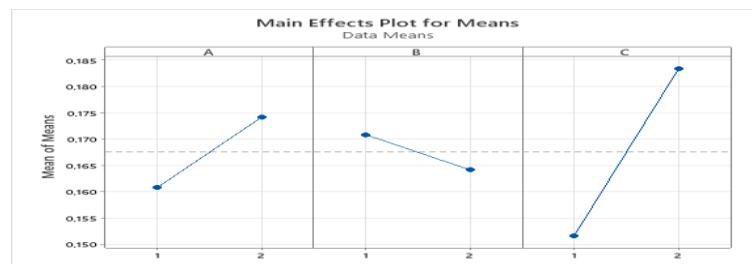
Tabel 4. 10 Pengaruh dari Faktor Fraksi Volume Serat dan Matriks, Lama Perendaman Serat dengan NaOH, dan Ketebalan Komposit

	A	B	C
Level 1	0,160	0,170	0,151
Level 2	0,174	0,164	0,183
Selisih	0,013	0,006	0,031
Rangking	2	3	1

Response Table for Means

Level	A	B	C
1	0,1608	0,1708	0,1517
2	0,1742	0,1642	0,1833
Delta	0,0133	0,0067	0,0317
Rank	2	3	1

Gambar 4. 13 Hasil Uji *Software* Respon Tabel Untuk Rata-rata



Gambar 4. 14 Grafik Hasil Uji *Software* Respon Tabel Untuk Rata-rata

4.3.1.1 Analisis Varians Rata-rata Koefisien Absorpsi Suara

Pada perhitungan ini analisis varians memungkinkan untuk memperkirakan kontribusi dari faktor pada keseluruhan pengukuran. Dimana analisis ini melihat dari varian karena rata-rata dan *error*. Dalam penelitian ini pengaruh nilai koefisien absorpsi suara dengan frekuensi akan dibandingkan dengan perhitungan dibawah.

$$SS_A = \left[\sum_{i=1}^{K_A} \left(\frac{A_i^2}{n_{A_i}} \right) \right] - \frac{T^2}{N}$$

Keterangan :

K_A = Jumlah level faktor A

A_i = Level ke i faktor A

n_{A_i} = Jumlah percobaan level ke i faktor A

T = Jumlah seluruh nilai

N = Banyak data keseluruhan

Perhitungan faktor A

1. Jumlah kuadrat (*sum of square*):

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} - \frac{T^2}{N}$$
$$SS_A = \frac{(0,321)^2}{2} + \frac{(0,348)^2}{2} - \frac{(0,669)^2}{4}$$
$$= 0,000182$$

2. Derajat kebebasan:

$$V_A = 2 - 1 = 1$$

3. Rata-rata kuadrat (*Mean Square*):

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} = \frac{0,000182}{1} = 0,000182$$

Perhitungan faktor B

1. Jumlah kuadrat (*sum of square*):

$$SS_B = \frac{B_1^2}{n_{B1}} + \frac{B_2^2}{n_{B2}} - \frac{T^2}{N}$$
$$SS_B = \frac{(0,341)^2}{2} + \frac{(0,328)^2}{2} - \frac{(0,669)^2}{4}$$
$$= 0,000042$$

2. Derajat kebebasan:

$$V_B = 2 - 1 = 1$$

3. Rata-rata kuadrat (*Mean Square*):

$$MS_B = \frac{SS_B}{V_B} = \frac{0,000042}{1} = 0,000042$$

Perhitungan faktor C

1. Jumlah kuadrat (*sum of square*):

$$SS_C = \frac{c_1^2}{n_{c1}} + \frac{c_2^2}{n_{c2}} - \frac{T^2}{N}$$
$$SS_C = \frac{(0,303)^2}{2} + \frac{(0,366)^2}{2} - \frac{(0,669)^2}{4}$$
$$= 0,000992$$

2. Derajat kebebasan:

$$V_C = 2 - 1 = 1$$

3. Rata-rata kuadrat (*Mean Square*):

$$MS_C = \frac{SS_C}{V_C} = \frac{0,000992}{1} = 0,000992$$

Perhitungan kuadrat

1. Jumlah kuadrat total:

$$SS_T = \sum y^2$$
$$= 0,148^2 + 0,173^2 + 0,193^2 + 0,155^2$$
$$= 0,113107$$

2. Jumlah kuadrat rata-rata (*mean*):

$$Sm = n \cdot \bar{y}^2$$
$$= 4 \times (0,167)^2$$
$$= 0,111556$$

3. Jumlah kuadrat *error*:

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B + SS_C$$
$$= 0,000182 + 0,000042 + 0,000992$$
$$= 0,001217$$

Residual *Error*:

$$SS_e = SS_T - Sm - SS_{faktor}$$
$$= 0,113107 - 0,111556 - 0,001217$$
$$= 0,000334$$

$$F - rasio = \frac{MS_A}{MS_E}$$

Tabel 4. 11 Analisis Varians Rata-rata Koefisien Komposit Absorpsi Suara

Sumber	v	SS	MS	F-rasio
A	1	0,000182	0,000182	0
B	1	0,000042	0,000042	0
C	1	0,000992	0,000992	0
Error	0	-	-	-
Total	3	0,001217	-	-

Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang diberikan oleh masing-masing faktor, maka SS' dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$SS'_A = SS_A - MS_e \times V_A = 0,000182 - 0 \times 1 = 0,000182$$

$$SS'_B = SS_B - MS_e \times V_B = 0,000042 - 0 \times 1 = 0,000042$$

$$SS'_C = SS_C - MS_e \times V_C = 0,000992 - 0 \times 1 = 0,000992$$

Untuk persen kontribusi faktor akan dilakukan perhitungan dari setiap SS' faktor masing-masing dibagikan dengan SS total pada Tabel 4.11.

$$\rho = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho_A = \frac{0,000182}{0,001217} \times 100\% = 14,978\%$$

$$\rho_B = \frac{0,000042}{0,001217} \times 100\% = 3,472\%$$

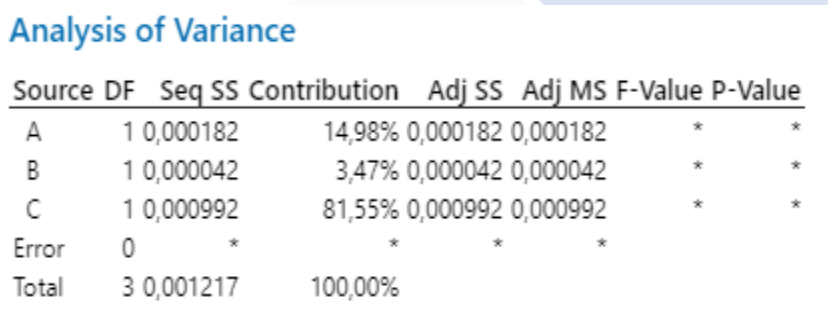
$$\rho_C = \frac{0,000992}{0,001217} \times 100\% = 81,549\%$$

Dari perhitungan kontribusi faktor tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa faktor C yaitu ketebalan komposit yang bisa memberikan kontribusi paling berpengaruh terhadap nilai koefisien absorpsi suara sebanyak 81,549%.

Tabel 4. 12 Persen Kontribusi Rata-rata

Sumber	v	SS	MS	SS'	$\rho\%$
A	1	0,000182	0,000182	0,000182	14,987
B	1	0,000042	0,000042	0,000042	3,472
C	1	0,000992	0,000992	0,000992	81,549
<i>Error</i>	0	-	-	-	-
Total	3	0,001217	-	-	100

Gambar 4.15 merupakan hasil pengujian analisis varians menggunakan *software* minitab.



Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
A	1	0,000182	14,98%	0,000182	0,000182	*	*
B	1	0,000042	3,47%	0,000042	0,000042	*	*
C	1	0,000992	81,55%	0,000992	0,000992	*	*
Error	0	*	*	*	*	*	*
Total	3	0,001217	100,00%				

Gambar 4. 15 ANOVA *Software* Minitab

4.3.1.2 Interval Kepercayaan Rata-rata Koefisien Komposit Absorpsi Suara

Pada interval kepercayaan 90% untuk nilai rata-rata koefisien absorpsi suara dapat dilakukan perhitungan dengan formula awal seperti pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Formula Awal Interval Kepercayaan

No.	x	\bar{x}	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1.	0,148	0,1673	0,01925	0,000371
2.	0,173	0,1673	-0,00575	0,000033
3.	0,193	0,1673	-0,02575	0,000663
4.	0,155	0,1673	0,01225	0,000150
Jumlah				0,001217

1. Rata-rata

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{\sum x_i}{n} \\ &= \frac{0,669}{4} \\ &= 0,1673\end{aligned}$$

2. Standar deviasi

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,001217}{4-1}} \\ &= \sqrt{0,000406} = 0,0201\end{aligned}$$

3. Mencari nilai t kritis Interval tingkat kepercayaan 90%

Untuk mencari t_{n-1} , karena selang kepercayaan 90% = 0,90, kemudian dimasukkan dalam rumus $1 - \alpha = 1 - 0,90 = 0,10$, karena selang kepercayaan dari dua sisi, maka α dibagi 2 = $\frac{0,10}{2} = 0,05$

Diketahui:

$$t = 0,05$$

$$\begin{aligned}df &= n - 1 \\ &= 4 - 1 = 3\end{aligned}$$

(t 0,05, 3). Jadi nilai t_{n-1} kritis *one-tailed test* pada t tabel adalah 2,353363

4. Interval kepercayaan 90%

$$\mu \pm t_{n-1} \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right)$$

$$0,1673 \pm 2,353363 \left(\frac{0,0201}{\sqrt{4}} \right)$$

$$0,1673 \pm 0,0237$$

$$\mu - t_{n-1} \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right) \leq \mu \leq \mu + t_{n-1} \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right)$$

$$0,1673 - 0,0237 \leq \mu \leq 0,1673 + 0,0237$$

$$0,1436 \leq \mu \leq 0,1909$$

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI for μ
4	0,1673	0,0201	0,0101	(0,1436; 0,1909)

μ : population mean of MEAN

Gambar 4. 16 Hasil Uji *Software* Minitab Interval Kepercayaan

4.3.2 Pengaruh Faktor terhadap Variabilitas Koefisien Absorpsi Suara

4.3.2.1 Rasio S/N

Pada penelitian ini rasio S/N semakin besar semakin baik digunakan, karena nilai koefisien sebuah material absorpsi suara lebih besar maka absorpsi suara akan lebih baik. Berikut perhitungan rasio S/N untuk penelitian ini.

1. Rasio S/N sampel I

$$\eta = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{6} \times 495,9 \right)$$

$$= -19,17$$

2. Rasio S/N sampel II

$$\eta = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{6} \times 303,69 \right)$$

$$= -17,04$$

3. Rasio S/N sampel III

$$\eta = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{6} \times 299,54 \right)$$

$$= -15,82$$

4. Rasio S/N sampel IV

$$\eta = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right)$$

$$\eta = -10 \log \left(\frac{1}{6} \times 360,92 \right)$$

$$= -17,79$$

Tabel 4. 14 Rasio S/N

Matriks <i>orthogonal</i> L ₄ (2 ³)										
No.	Parameter			Frekuensi						η
	A	B	C	125	250	500	1000	2000	4000	
1.	1	1	1	0,13	0,15	0,12	0,24	0,06	0,19	-19,17
2.	1	2	2	0,13	0,20	0,13	0,29	0,09	0,20	-17,04
3.	2	1	2	0,14	0,21	0,15	0,32	0,11	0,23	-15,82
4.	2	2	1	0,12	0,19	0,13	0,22	0,08	0,19	-17,79
Rata-rata										-17,455

4.3.2.2 Pengaruh Level Dari Faktor Terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara pada Rasio S/N

Selanjutnya adalah perhitungan pengaruh level dari faktor terhadap nilai rasio S/N koefisien absorpsi suara, dimana faktor-faktor dan level tersebut adalah faktor fraksi volume serat dan matriks 50% : 50% dan 60% : 40%, lama perendaman serat dengan NaOH 1 jam dan 2 jam, dan ketebalan komposit 5 mm dan 10 mm. Perhitungan pengaruh level dari faktor terhadap nilai rasio S/N koefisien absorpsi suara akan dilakukan dengan contoh rumus berikut:

$$A = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2}{2}$$

Perhitungan rata-rata faktor A

$$A_1 = \frac{-19,17 + (-17,04)}{2} = -18,105$$

$$A_2 = \frac{-15,82 + (-17,79)}{2} = -16,805$$

Perhitungan rata-rata faktor B

$$B1 = \frac{-19,17 + (-15,82)}{2} = -17,495$$

$$B2 = \frac{-17,04 + (-17,79)}{2} = -17,415$$

Perhitungan rata-rata faktor C

$$C1 = \frac{-19,17 + (-17,79)}{2} = -18,480$$

$$C2 = \frac{-17,04 + (-15,82)}{2} = -16,430$$

Tabel 4.15 menunjukkan pengaruh dari faktor fraksi volume serat dan matriks, lama perendaman serat dengan NaOH, dan ketebalan komposit terhadap rasio S/N.

Tabel 4. 15 Rasio S/N Koefisien Absorpsi Suara

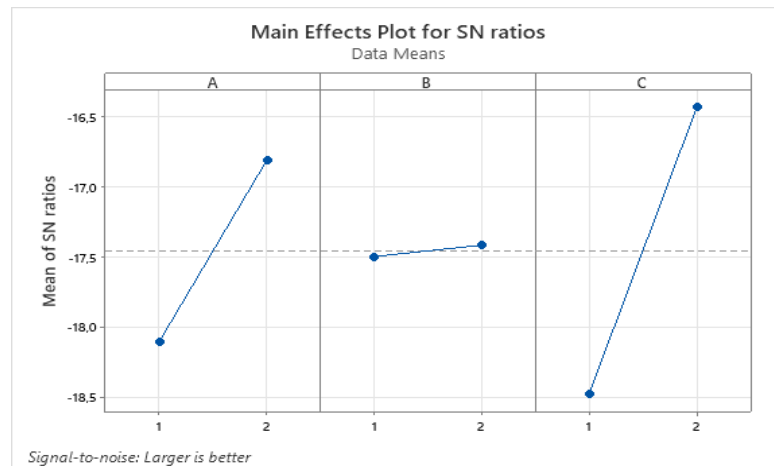
	A	B	C
Level 1	-18,105	-17,495	-18,480
Level 2	-16,805	-17,415	-16,430
Selisih	1,30	0,08	2,05
Rangking	2	3	1

Response Table for Signal to Noise Ratios

Larger is better

<u>Level</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
1	-18,11	-17,50	-18,48
2	-16,81	-17,42	-16,43
Delta	1,30	0,08	2,05
Rank	2	3	1

Gambar 4. 17 Hasil Uji *Software* Minitab Respon Rasio S/N



Gambar 4. 18 Grafik Hasil Uji *Software Minitab* Respon Rasio S/N

4.3.2.3 Analisis Varians Rasio S/N

Analisis varians dua arah merupakan model analisis yang cocok untuk diterapkan pada perhitungan yang bertujuan untuk mengetahui faktor dengan pengaruh yang signifikan terhadap rasio S/N seperti perhitungan berikut:

Perhitungan faktor A

1. Jumlah kuadrat (*sum of square*):

$$SS_A = \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} - \frac{T^2}{N}$$

$$SS_A = \frac{(-36,21)^2}{2} + \frac{(-33,61)^2}{2} - \frac{(-69,82)^2}{4}$$

$$= 1,690000$$

2. Derajat kebebasan:

$$V_A = 2 - 1 = 1$$

3. Rata-rata kuadrat (*Mean Square*):

$$MS_A = \frac{SS_A}{V_A} = \frac{1,690000}{1} = 1,690000$$

Perhitungan faktor B

1. Jumlah kuadrat (*sum of square*):

$$SS_B = \frac{B_1^2}{n_{B1}} + \frac{B_2^2}{n_{B2}} - \frac{T^2}{N}$$

$$SS_B = \frac{(-34,99)^2}{2} + \frac{(-34,83)^2}{2} - \frac{(-69,82)^2}{4}$$

$$= 0,006400$$

2. Derajat kebebasan:

$$V_B = 2 - 1 = 1$$

3. Rata-rata kuadrat (*Mean Square*):

$$MS_B = \frac{SS_B}{V_B} = \frac{0,006400}{1} = 0,006400$$

Perhitungan faktor C

1. Jumlah kuadrat (*sum of square*):

$$SS_C = \frac{C_1^2}{n_{C1}} + \frac{C_2^2}{n_{C2}} - \frac{T^2}{N}$$

$$SS_C = \frac{(-36,96)^2}{2} + \frac{(-32,86)^2}{2} - \frac{(-69,82)^2}{4}$$

$$= 4,202500$$

2. Derajat kebebasan:

$$V_C = 2 - 1 = 1$$

3. Rata-rata kuadrat (*Mean Square*):

$$MS_C = \frac{SS_C}{V_C} = \frac{4,202500}{1} = 4,202500$$

Perhitungan kuadrat

1. Jumlah kuadrat total:

$$SS_T = \sum y^2$$

$$= -19,17^2 + (-17,04^2) + (-15,82^2) + (-17,79^2)$$

$$= 1.224,607000$$

2. Jumlah kuadrat rata-rata (*mean*):

$$Sm = n \cdot \bar{y}^2$$

$$= 4 \times (-17,455)^2$$

$$= 1.218,708100$$

3. Jumlah kuadrat *error*:

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B + SS_C$$

$$= 1,690000 + 0,006400 + 4,202500$$

$$= 5,898900$$

Residual *Error*:

$$\begin{aligned} SS_e &= SS_T - S_m - SS_{faktor} \\ &= 1.224,607000 - 1.218,708100 - 5,898900 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$F - rasio = \frac{MS_A}{MS_E}$$

Tabel 4. 16 Analisis Varians Rasio S/N Koefisien Komposit Absorpsi Suara

Sumber	v	SS	MS	F-rasio
A	1	1,690000	1,690000	0
B	1	0,006400	0,006400	0
C	1	4,202500	4,202500	0
Error	0	-	-	-
Total	3	5,898900	-	-

Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang diberikan oleh masing-masing faktor, maka SS' dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$SS'_A = SS_A - MS_e \times V_A = 1,690000 - 0 \times 1 = 1,690000$$

$$SS'_B = SS_B - MS_e \times V_B = 0,006400 - 0 \times 1 = 0,006400$$

$$SS'_C = SS_C - MS_e \times V_C = 4,202500 - 0 \times 1 = 4,202500$$

Untuk persen kontribusi faktor akan dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\rho = \frac{SS'_{faktor}}{SS_T} \times 100\%$$

$$\rho_A = \frac{1,690000}{5,898900} \times 100\% = 28,649409\%$$

$$\rho_B = \frac{0,006400}{5,898900} \times 100\% = 0,108495\%$$

$$\rho_C = \frac{4,202500}{5,898900} \times 100\% = 71,242096\%$$

Dari perhitungan kontribusi faktor tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa faktor C yaitu ketebalan komposit yang bisa memberikan kontribusi paling berpengaruh

terhadap nilai koefisien absorpsi suara sebanyak 71,242096%.

Tabel 4. 17 Persen Kontribusi Rasio S/N

Sumber	v	SS	MS	SS'	$\rho\%$
A	1	1,690000	1,690000	1,690000	28,649409
B	1	0,006400	0,006400	0,006400	0,108495
C	1	4,202500	4,202500	4,202500	71,242096
Error	0	-	-	-	-
Total	3	5,898900	-	-	100

Gambar 4.19 merupakan hasil pengujian analisis varians menggunakan *software* minitab.

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
A	1	1,69000	28,65%	1,69000	1,69000	*	*
B	1	0,00640	0,11%	0,00640	0,00640	*	*
AxB	1	4,20250	71,24%	4,20250	4,20250	*	*
Error	0	*	*	*	*	*	*
Total	3	5,89890	100,00%				

Gambar 4. 19 ANOVA *Software* Minitab Rasio S/N

4.3.2.4 Interval Kepercayaan Rasio S/N Koefisien Komposit Absorpsi Suara

Pada interval kepercayaan 90% untuk nilai rata-rata koefisien absorpsi suara dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4. 18 Formula Awal Interval Kepercayaan Rasio S/N

No.	x	\bar{x}	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1.	-19,17	-17,455	-1,715	2,941225
2.	-17,04	-17,455	0,415	0,172225
3.	-15,82	-17,455	1,635	2,673225
4.	-17,79	-17,455	-0,335	0,112225
Jumlah				5,898900

1. Rata-rata

$$\begin{aligned}\mu &= \frac{\sum x_i}{n} \\ &= \frac{-69,82}{4} \\ &= -17,455\end{aligned}$$

2. Standar deviasi

$$\begin{aligned}s &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{5,898900}{4 - 1}} \\ &= \sqrt{1,966300} = 1,402248\end{aligned}$$

3. Mencari nilai t kritis Interval tingkat kepercayaan 90%

Untuk mencari t_{n-1} , karena selang kepercayaan 90% = 0,90, kemudian dimasukkan dalam rumus $1 - \alpha = 1 - 0,90 = 0,10$, karena selang kepercayaan dari dua sisi, maka α dibagi 2 = $\frac{0,10}{2} = 0,05$

Diketahui:

$$t = 0,05$$

$$df = n - 1$$

$$= 4 - 1 = 3$$

(t 0,05, 3). Jadi nilai t_{n-1} kritis *one-tailed test* pada T tabel adalah 2,353363

4. Interval kepercayaan 90%

$$\mu \pm t_{n-1} \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right)$$

$$-17,455 \pm 2,353363 \left(\frac{1,402248}{\sqrt{4}} \right)$$

$$-17,455 \pm 1,650000$$

$$\mu - t_{n-1} \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right) \leq \mu \leq \mu + t_{n-1} \left(\frac{S}{\sqrt{n}} \right)$$

$$-17,455 - 1,650000 \leq \mu \leq -17,455 + 1,650000$$

$$-19,105000 \leq \mu \leq -15,805000$$

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	90% CI for μ
4	-17,455	1,402	0,701	(-19,105; -15,805)

μ : population mean of S/N

Gambar 4. 20 Hasil Uji *Software* Minitab Interval Kepercayaan Rasio S/N

4.3.2.5 Kenormalan Data

Uji kenormalan data dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Hipotesa

H_0 : Data tidak ada distribusi pada penelitian

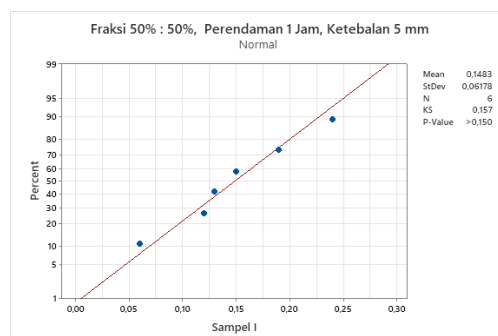
H_1 : Data ada distribusi pada penelitian

2. Kriteria penolakan:

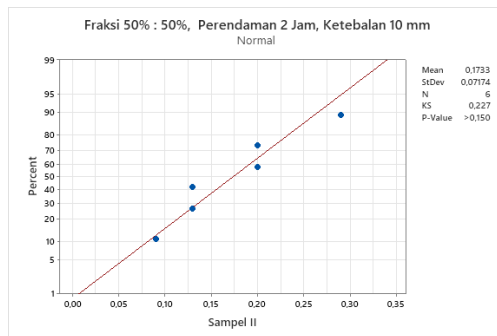
H_0 gagal ditolak jika $p_{\text{value}} < \alpha = 10\% = 0,10$

3. Hasil

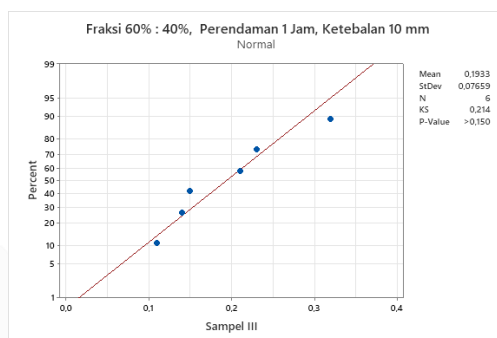
Hasil ditunjukkan pada Gambar 4.21 dengan pengujian *Kolmogorov-Smirnov*.



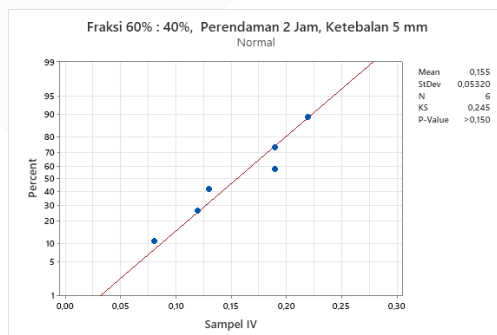
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 4. 21 Grafik Pengujian Kenormalan Data (a) sampel I, (b) sampel II, (c) sampel III, (d) sampel IV

4. Kesimpulan

Dapat diketahui dari pengujian kenormalan data bahwa nilai $p\text{-value} = 0,150$, maka bisa disimpulkan H_0 ditolak karena $p\text{-value} = 0,150 > \alpha = 0,10$, artinya data ada distribusi pada penelitian.

4.3.3 Pembahasan

Setelah melakukan analisa dengan metode Taguchi pada penelitian ini dapat diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai koefisien komposit absorpsi suara pada nilai rata-rata adalah A₂ yaitu faktor fraksi volume serat dan matriks pada level 60% : 40%, B₁ yaitu faktor lama perendaman serat dengan NaOH pada level 1 jam, dan C₂ yaitu faktor ketebalan komposit pada level 10 mm.

Kemudian untuk rasio S/N atau dalam artian semakin baik pengaruh yang didapatkan dan semakin kecil biaya yang dikeluarkan adalah A₂ yaitu faktor fraksi volume serat dan matriks pada level 60% : 40%, B₂ yaitu faktor lama perendaman serat dengan NaOH pada level 2 jam, dan C₂ yaitu faktor ketebalan komposit pada level 10 mm.

Menurut Pradana (2017) pengaruh faktor terbaik terdapat pada variasi berat *Silicone Rubber* berpenguat Barium Heksaferrit 10% dan serat mikro TKKS 4%. Dalam penelitian Sumarno (2021) pada fraksi volume resin 50%, serat kelapa 25%, dan serat lidah mertua 25% merupakan faktor-faktor terbaik yang digunakan karena memiliki nilai koefisien absorpsi suara tertinggi.

Untuk perhitungan hasil dari interval kepercayaan 90% pada model penelitian Taguchi dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4. 19 Hasil Interval Kepercayaan 90% Nilai Koefisien Absorpsi Suara

Respon (Nilai Koefisien Absorpsi Suara)		μ	CI for μ 90%
Perhitungan	Rata-rata (μ)	0,1673	0,1436 ; 0,1909
Taguchi	Variabilitas (S/N)	-17,455	-19,1050;-15,8050

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dapat diambil kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat dijabarkan hasilnya sebagai berikut :

1. Komposisi campuran paling baik adalah fraksi volume serat 60% dan matriks 40%, lama perendaman serat menggunakan NaOH dalam waktu 1 jam, dan ketebalan komposit uji 10 mm.
2. Nilai koefisien absorpsi tertinggi terdapat pada sampel komposit III dengan nilai $\alpha = 0,19$ pada fraksi volume serat 60% dan matriks 40%, lama perendaman serat menggunakan NaOH dalam waktu 1 jam, dan ketebalan komposit uji 10 mm dan nilai koefisien absorpsi terendah terdapat pada sampel komposit I dengan nilai $\alpha = 0,15$ pada fraksi volume serat 50% dan matriks 50%, lama perendaman serat menggunakan NaOH dalam waktu 1 jam, dan ketebalan komposit uji 5 mm.
3. Pada rata-rata nilai koefisien absorpsi suara faktor fraksi volume memiliki nilai kontribusi 14,98%, perendaman NaOH 3,47%, dan ketebalan komposit 81,55% dan pada nilai rasio S/N koefisien absorpsi suara faktor fraksi volume memiliki nilai kontribusi 28,65%, perendaman NaOH 0,11%, dan ketebalan komposit 71,24%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan melalui penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode pengujian dengan tabung impedansi agar data yang didapatkan lebih akurat.
2. Penelitian selanjutnya menggunakan inovasi dengan mencampur lebih banyak fraksi volume serat dari pada fraksi volume matriks.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Sanjaya Putra, Jason Kartolo, Deviyanti Yosuanita, Wheryn Tandi, (2015), “Pengaruh Penambahan Unsaturated Polyester Resin terhadap Mutu Beton K-350”, *Jurnal Inersia*, vol. 7, no. 2, pp. 11-15.
- Aditya Putri Kusuma Wardani, Dian Widiawati, (2014), “Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Material Tekstil Dengan Pewarna Alam untuk Produk Kriya”, *Jurnal Tingkat Sarjana Senirupa dan Desain*, vol. 1, no. 3, pp. 1-10.
- Alexander Bismarck, Ibon Aranberri-Askargorta, Jürgen Springer, Thomas Lampke, Bernhard Wielage, Artemis Stamboulis, Ilja Shenderovich, Hans-Heinrich Limbach, (2002), “Surface Characterization of Flax, Hemp and Cellulose Fibers; Surface Properties and the Water Uptake Behavior”, *Polymer Composites*, vol. 23, no. 5, pp. 872-894.
- British Standards Institution, *Acoustics : Sound Absorbers For Use In Buildings : Rating Of Sound Absorption (EN ISO 11654:1997)*.
- Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian RI, *Webinar; Ngopini Sawit#2*, diakses pada 28 Juni 2022, <<http://ditjenbun.pertanian.go.id>>.
- Efata Anugrah Harita, (2021), “Karakteristik Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu Resin Polyester dengan Filler Serabut Kelapa”, *Laporan Akhir Proyek Akhir*, Politeknik Manufaktur Bangka Belitung, Sungailiat
- Elvi Lisdayani, Ameliyani, (2021), ”Dampak Industri Perkebunan Kelapa Sawit Terhadap Lingkungan di Desa Paya Kulbi, Aceh Tamiang”, *Pros. SemNas. Peningkatan Mutu Pendidikan*, vol. 2, no. 1, pp. 101-105.
- Emedya Murniwaty Samsudin, Lokman Hakim Ismail, Aeslina Abd Kadir, Ida Norfaslia Nasidi, Noor Sahidah Samsudin, (2018), *Rating of Sound Absorption for EFBMF Acoustic Panels according to ISO 11654:1997*, Matec Web of Conferences 150, diakses pada 28 Juni 2022, <<https://doi.org/10.1051/mateconf/201815003002>>

- Fitri Citra Murdani, (2017), "Pengolahan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Alternatif Material Tekstil dengan Teknik Rekarakit Tekstil", *e-Proceeding of Art & Design*, vol. 4, no. 3, pp. 1187-1206.
- Harris, Sjamsjul Anam, Syarifuddin Mahmudsyah, (2013), "Studi Pemanfaatan Limbah Padat dari Perkebunan Kelapa Sawit pada PLTU 6 MW di Bangka Belitung", *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, no. 1, pp. 73-78.
- Haswarno M. Zarkasi Sunanda Sumarno, (2021), "Analisa Pengaruh Kombinasi Serat Kelapa Dan Lidah Mertua Terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Bunyi Sebagai Alternatif Peredam Bunyi", *Laporan Akhir Proyek Akhir*, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Harmaja Simatupang, Andi Nata, Netti Herlina, (2012), "Studi Isolasi dan Rendemen Lignin dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)", *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 1, no. 1, pp. 20-24.
- Irwan Soejanto, (2009), *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Kris Josua Pardede, Robert Napitupulu, Shanty Dwi Krisnaningsih, (2021), "Analisis Pengaruh Suhu Dan Waktu Proses Pengepresan Cup Sambal Menggunakan Aluminium Foil Lid", *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan*, pp. 49-54.
- Kris Witono, Yudy Surya Irawan, Rudy Soenoko, Heru Suryanto, (2013), "Pengaruh Perlakuan Alkali (NaOH) Terhadap Morfologi dan Kekuatan Tarik Serat Mendong", *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 4, no. 3, pp. 227-234.
- Marian Perlikowski, (2005), "Noise Suppressor for the Textile Industry", *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, vol. 13, no. 1, pp. 80-84.
- M. Aditya Pradana, (2017), "Analisa Koefisien Serat Suara dan Penyerapan Gelombang Mikro Komposit Silicone Rubber berpenguat Barium Heksaferrit Dopping Zn dan Serat Mikro Tandan Kosong Kelapa Sawit", *Laporan Akhir Proyek Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- M. Dede Pramono, (2016), "Studi Material Biokomposit untuk Aplikasi Bahan Akustik dengan Matriks Polyester Berpenguat Serat Alam", *Laporan Akhir Proyek Akhir*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

- M. L. S. Vercammen, (2010), *Improving the accuracy of sound absorption measurement according to ISO 354*, Proceeding of the International Symposium on Room Acoustic, Melbourne.
- M. Roganda L Lumban Gaol, Roganda Sitorus, Yanthi S, Indra Surya, Renita Manurung, (2013), "Pembuatan Selulosa Asetat Dari A-Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit", *Jurnal Teknik Kimia USU* vol. 2, no. 3, pp. 33-39.
- M. Yusuf R. Siahaan, Darianto, (2020), "Karakteristik Koefisien Serap Suara Material Concrete Foam Dicampur Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Metode Impedance Tube", *Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy*, vol. 4, no. 1, pp. 85–93.
- Ninda Ramita, Rudy Laksmono, (2011), "Pengaruh Kebisingan dari aktifitas bandara Internasional Juanda Surabaya", *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, vol. 4, no. 1, pp. 19-26.
- Putri Mutia, Ngatijo, Helga Dwi Fahyuan, (2019), "Pengaruh Jenis Serat Alam Terhadap Koefisien Absorpsi Bunyi sebagai Peredam Kebisingan", *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya*, vol. 3, no. 1, pp. 18-23.
- Rifaida Eriningsih, Mukti Widodo, Rini Marlina, (2014), "Pembuatan dan Karakterisasi Absorpsi Suara dari Bahan Baku Serat Alam", *Arena Tekstil*, vol. 29, no. 1, pp. 1-8.
- R. Hari Setyanto, Ilham Priyadithama, Natalia Maharani, (2011), "Pengaruh Faktor Jenis Kertas, Kerapatan dan Persentase Perekat Terhadap Kekuatan Bending Komposit Panel Serap Bunyi Berbahan Dasar Limbah Kertas dan Serabut Kelapa", *Performa*, vol. 10, no. 2, pp. 89-94.
- Shirley Saveltana, Andreans Andriyanto, (2012), "Sifat-sifat Mekanik Komposit Serat TKKS-Poliester", *Jurnal Mechanical*, vol. 3, no. 1, pp. 45-50.
- Utami, Shinta Elystia, Yelmida Aziz, (2017), "Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Karbon Aktif Dari Tandan", *Jom Fteknik*, vol. 4, no. 1, pp. 1-7.
- V. Vadivelvivek, (2013), *Mechanical Behaviour of Natural Fibre Composites (Palm Sprout Fibre Composite)*, Mechanical Behavior of Epoxy Reinforced Natural Fiber Composites, diakses pada 28 Juni 2022, <<https://www.researchgate.net/publication/315696646>>

LAMPIRAN

Lampiran 1 :

Daftar Riwayat Hidup



1. Data Pribadi

Nama lengkap : Firzan Mar'i Akbar
Tempat & tanggal lahir : Belinyu, 16 Juli 2001
Alamat rumah : Jln. Raya Belinyu, Desa Riau, rt03, rw 00,
Kecamatan Riau-Silip, Kabupaten Bangka,
Provinsi Bangka-Belitung
Telp: -
Hp: 085890800809
Email: whatcrin664@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD	SD NEGERI 1 RIAU-SILIP	2013
SMP	SMP NEGERI 1 RIAU-SILIP	2016
SMA	SMA NEGERI 1 RIAU-SILIP	2019

3. Pendidikan Non-Formal

-	-	-
-	-	-
-	-	-

Sungailiat, 15 Januari 2023

Firzan Mar'i Akbar

Lampiran 2 :

Data Hasil Uji Absorpsi Suara

DATA HASIL PENGUJIAN ABSORPSI SUARA							
Uji Coba Ke-	Replikasi	Frekuensi (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
1	I	33,2	50,3	74,5	60,5	78	76,1
	II	33,1	51,1	75	59,7	77,7	76,5
	III	33,4	51,6	74,9	59,9	78,1	75,9
	Rata-rata	33,23	51,00	74,80	60,03	77,93	76,17
2	I	33,1	49,3	74,1	55,2	75,2	75,3
	II	33,4	48,6	74,6	56	74,8	74,9
	III	33,1	48	73,5	55,6	75	75
	Rata-rata	33,20	48,63	74,07	55,60	75,00	75,07
3	I	32,8	48,7	72,8	53	74,3	72,9
	II	33,1	47,4	71,5	52,9	73,7	72,3
	III	33	47,7	72,4	53,2	73,8	72,6
	Rata-rata	32,97	47,93	72,23	53,03	73,93	72,60
4	I	33,4	49,3	74,2	61,1	76,8	76
	II	33,4	49	74,9	61,3	75,4	75,9
	III	33,6	48,8	74,8	61,1	75,7	75,9
	Rata-rata	33,47	49,03	74,63	61,17	75,97	75,93
Tanpa Sekat Komposit	I	38,7	60,7	85,4	78,6	82,8	93,9
	II	38,7	60,6	85,5	78,5	82,7	93,7
	III	37,2	60,8	85,5	78,6	82,6	93,8
	Rata-rata	38,20	60,70	85,47	78,57	82,70	93,80

Lampiran 3 :

Tabel t Uji

TABEL NILAI KRITIS DISTRIBUSI T

df	One-Tailed Test						
	0,25	0,10	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001
	Two-Tailed Test						
	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,002
1	1,000000	3,077684	6,313752	12,706205	31,820516	63,656741	318,308839
2	0,816497	1,885618	2,919986	4,302653	6,964557	9,924843	22,327125
3	0,764892	1,637744	2,353363	3,182446	4,540703	5,840909	10,214532
4	0,740697	1,533206	2,131847	2,776445	3,746947	4,604095	7,173182
5	0,726687	1,475884	2,015048	2,570582	3,364930	4,032143	5,893430
6	0,717558	1,439756	1,943180	2,446912	3,142668	3,707428	5,207626
7	0,711142	1,414924	1,894579	2,364624	2,997952	3,499483	4,785290
8	0,706387	1,396815	1,859548	2,306004	2,896459	3,355387	4,500791
9	0,702722	1,383029	1,833113	2,262157	2,821438	3,249836	4,296806
10	0,699812	1,372184	1,812461	2,228139	2,763769	3,169273	4,143700
11	0,697445	1,363430	1,795885	2,200985	2,718079	3,105807	4,024701
12	0,695483	1,356217	1,782288	2,178813	2,680998	3,054540	3,929633
13	0,693829	1,350171	1,770933	2,160369	2,650309	3,012276	3,851982
14	0,692417	1,345030	1,761310	2,144787	2,624494	2,976843	3,787390
15	0,691197	1,340606	1,753050	2,131450	2,602480	2,946713	3,732834
16	0,690132	1,336757	1,745884	2,119905	2,583487	2,920782	3,686155
17	0,689195	1,333379	1,739607	2,109816	2,566934	2,898231	3,645767
18	0,688364	1,330391	1,734064	2,100922	2,552380	2,878440	3,610485
19	0,687621	1,327728	1,729133	2,093024	2,539483	2,860935	3,579400
20	0,686954	1,325341	1,724718	2,085963	2,527977	2,845340	3,551808
21	0,686352	1,323188	1,720743	2,079614	2,517648	2,831360	3,527154
22	0,685805	1,321237	1,717144	2,073873	2,508325	2,818756	3,504992
23	0,685306	1,319460	1,713872	2,068658	2,499867	2,807336	3,484964
24	0,684850	1,317836	1,710882	2,063899	2,492159	2,796940	3,466777
25	0,684430	1,316345	1,708141	2,059539	2,485107	2,787436	3,450189
26	0,684043	1,314972	1,705618	2,055529	2,478630	2,778715	3,434997
27	0,683685	1,313703	1,703288	2,051831	2,472660	2,770683	3,421034
28	0,683353	1,312527	1,701131	2,048407	2,467140	2,763262	3,408155
29	0,683044	1,311434	1,699127	2,045230	2,462021	2,756386	3,396240
30	0,682756	1,310415	1,697261	2,042272	2,457262	2,749996	3,385185
31	0,682486	1,309464	1,695519	2,039513	2,452824	2,744042	3,374899
32	0,682234	1,308573	1,693889	2,036933	2,448678	2,738481	3,365306
33	0,681997	1,307737	1,692360	2,034515	2,444794	2,733277	3,356337
34	0,681774	1,306952	1,690924	2,032245	2,441150	2,728394	3,347934
35	0,681564	1,306212	1,689572	2,030108	2,437723	2,723806	3,340045
36	0,681366	1,305514	1,688298	2,028094	2,434494	2,719485	3,332624
37	0,681178	1,304854	1,687094	2,026192	2,431447	2,715409	3,325631
38	0,681001	1,304230	1,685954	2,024394	2,428568	2,711558	3,319030
39	0,680833	1,303639	1,684875	2,022691	2,425841	2,707913	3,312788
40	0,680673	1,303077	1,683851	2,021075	2,423257	2,704459	3,306878

Lampiran 4 :

LoA Jurnal



e-ISSN : XXXX-XXXX

JITT :

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**
Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

SURAT KETERANGAN

Nomor : 021/PL.28.C/PB/2023

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“KARAKTERISTIK SERAT TANDAN KOSONG KELAPA
SAWIT SEBAGAI KOMPOSIT RESIN POLYESTER UNTUK
MENGETAHUI NILAI ABSORPSI SUARA”**

Atas nama :

Penulis : **FIRZAN MAR'I AKBAR, ROBERT NAPITUPULU, EKO YUDO**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 16 Januari 2023.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 17 Januari 2023
Kepala P3KM,

Dr. Parulian Silalahi, M.Pd
NIK. 1901010201640006


Lampiran 5 :

Cek Plagiasi

Cek Turnitin		
ORIGINALITY REPORT		
17% SIMILARITY INDEX	17% INTERNET SOURCES	3% PUBLICATIONS
		4% STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES		
1	repository.its.ac.id Internet Source	3%
2	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	1%
3	repository.uma.ac.id Internet Source	1%
4	repository.usd.ac.id Internet Source	1%
5	ojs.uma.ac.id Internet Source	1%
6	media.neliti.com Internet Source	1%
7	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	1%
8	123dok.com Internet Source	1%
9	repositori.uin-alauddin.ac.id Internet Source	<1%

Lampiran 6 :

Poster




Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

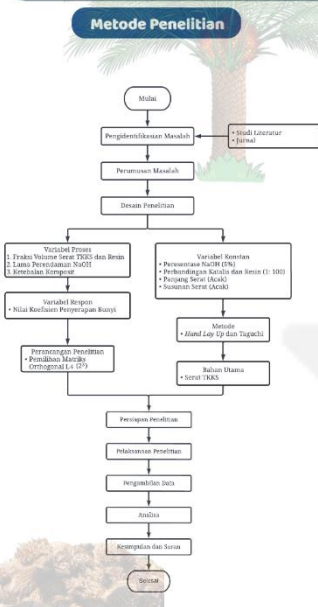
"ANALISA SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI FILLER DALAM KOMPOSIT RESIN POLYESTER UNTUK MENINGKATKAN NILAI KOEFISIEN ABSORPSI SUARA SEBAGAI ALTERNATIF PEREDAM"

LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara yang mempunyai tingkat kebisingan yang cukup tinggi yang disebabkan dari sektor transportasi maupun produksi. Untuk mencegah kebisingan tersebut dibutuhkan peredam dari serat alam yang dapat mengurangi resiko dari gangguan kesehatan dari suara dan bahan serat tersebut. TKKS memiliki kandungan selulosa dan hemiselulosa yang tinggi, dimana pada umumnya bahan absorpsi suara memiliki sifat-sifat tersebut. Oleh karena itu diperlukan adanya penelitian yang mengkaji mengenai potensi TKKS sebagai material serat alam yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan peredam suara.



Metode Penelitian



Rancangan Penelitian Matriks Orthogonal L4 (2³)

Pengulangan	Fraksi Volume Serat TKKS (1)	Waktu perendaman NaOH	Tebal perendaman	Ketebalan komposit
1	50% : 50%	1 jam	1 mm	5 mm
2	50% : 50%	2 jam	2 mm	10 mm
3	60% : 40%	1 jam	1 mm	10 mm
4	60% : 40%	2 jam	2 mm	5 mm

Data Hasil Pengujian Absorpsi Suara

Uj. Celah	Replika	Frekuensi (Hz)			
		125	250	500	1000
1	I	33,2	59,3	74,5	80,3
	II	33,4	59,3	75	80,7
	III	33,4	59,3	74,9	80,9
2	I	33,4	60,2	74,4	80,3
	II	33,4	60,8	74,8	80,8
	III	33,4	60,8	74,8	80,8
3	I	33,6	60,2	74,8	80,8
	II	33,1	60,4	75,5	80,9
	III	33,1	60,4	75,4	80,8
4	I	33,4	60,3	74,2	80,1
	II	33,6	60	74,8	80,3
	III	33,6	60,8	74,8	80,1
Tangpa Komposit	I	30,7	60,7	65,4	70,6
	II	30,7	60,6	65,5	70,9
	III	31,2	60,8	65,5	70,6

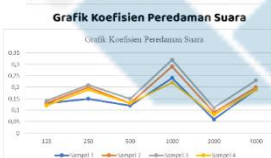
Rumus Menentukan Nilai Koefisien Absorpsi Suara

nilai mean tanpa serat – nilai mean dengan serat komposit / nilai mean tanpa serat

Koefisien Absorpsi Suara

No. Frekuensi	I	II	III	IV
1. 125	6,13	0,13	0,14	0,12
2. 250	6,13	0,20	0,21	0,19
3. 500	6,12	0,13	0,15	0,13
4. 1000	6,34	0,20	0,22	0,22
5. 2000	6,06	0,09	0,11	0,08
6. 4000	6,19	0,20	0,23	0,19

Grafik Koefisien Peredaman Suara




Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan dari hasil dan pembahasan pengujian, bisa diketahui bahwa sampel komposit terbaik pada penelitian ini adalah komposit dengan fraksi volume serat dan matrik 60% : 40%, lama perendaman serat menggunakan NaOH 1 jam, dan ketebalan komposit 10 mm yang menghasilkan nilai rata-rata keseluruhan frekuensi koefisien peredaman suara dengan $\alpha = 0,19$. Faktor yang paling berkontribusi adalah faktor ketebalan komposit dengan kontribusi sebesar 81,54% pada rata-rata nilai koefisien dan 71,24% pada nilai rasio S/N koefisien absorpsi suara.


Mahasiswa Firman Mar'i Akbar

Pembimbing 1 Robert Napitupulu, S.ST., M.T

Pembimbing 2 Eko Yudo, S.ST., M.T



Remmi



PROYEK AKHIR
TAHUN 2022/2023

+62 858-9080-0809

whatcrin664@gmail.com