

**PENGARUH VARIASI JENIS SERAT ALAMI TERHADAP
KEKUATAN DAN KETAHANAN KOMPOSIT UNTUK
PEMBUATAN BODY PERAHU**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Riska

NIM : 1042254

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG

2025

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGARUH VARIASI JENIS SERAT ALAMI TERHADAP KEKUATAN DAN KETAHANAN KOMPOSIT UNTUK PEMBUATAN BODY PERAHU

Oleh :

Riska

NIM : 1042254

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

Menyetujui,

Pembimbing 1



Yuliyanto, S.S.T., M.T

Pembimbing 2



Boy Rollastin, S. Tr., M. T

Penguji 1



Erwansyah, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Harwadi, S.S.T., M.Ed.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Riska NIM: 1042254

Judul : Pengaruh Jenis Serat Alami Terhadap Kekuatan dan Ketahanan Komposit Untuk Pembuatan Body Perahu.

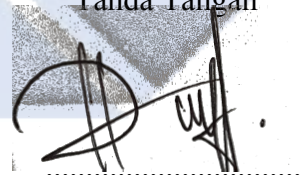
Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 20 Agustus 2025

Nama Mahasiswa

Riska

Tanda Tangan



ABSTRAK

Kelangkaan bahan baku kayu dan peningkatan harga yang signifikan telah menjadi tantangan utama bagi nelayan di Kampung Nelayan, Sungailiat dalam pembuatan lambung perahu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan tiga jenis serat alami yaitu ijuk aren, batang pisang, dan sabut kelapa sebagai penguat komposit berbasis resin polyester terhadap sifat mekanik, khususnya kekuatan lentur dan ketahanan impak. Metodologi penelitian meliputi perlakuan alkalisasi serat menggunakan larutan NaOH 5% untuk meningkatkan adhesi antar muka serat-matriks, dilanjutkan dengan fabrikasi komposit dan pengujian mekanik sesuai standar.

Hasil pengujian kekuatan lentur menunjukkan bahwa komposit sabut kelapa memiliki performa terbaik dengan nilai 69,63 MPa, diikuti oleh komposit batang pisang, sedangkan komposit ijuk aren menunjukkan nilai terendah sebesar 32,6 MPa. Pada pengujian ketahanan impak, komposit sabut kelapa kembali menunjukkan superioritas dengan nilai tertinggi 49,08 kJ/cm², sementara komposit batang pisang memiliki nilai terendah sebesar 13,63 kJ/cm². Hasil penelitian mengonfirmasi bahwa jenis serat alami memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik komposit yang dihasilkan. Komposit sabut kelapa menunjukkan potensi yang menjanjikan sebagai material alternatif untuk aplikasi lambung perahu, memberikan solusi berkelanjutan bagi industri perkapalan skala kecil di wilayah pesisir.

Kata Kunci: Komposit serat alami, lambung perahu, kekuatan lentur, ketahanan impak, sabut kelapa, ijuk aren, batang pisang

ABSTRACT

Raw material wood scarcity and significant price increases have become major challenges for fishermen in Kampung Nelayan, Sungailiat in boat hull construction. This research aims to analyze the effect of using three types of natural fibers namely sugar palm fiber (ijuk aren), banana stem fiber, and coconut coir as reinforcement in polyester resin-based composites on mechanical properties, particularly flexural strength and impact resistance. The research methodology includes alkalization treatment of fibers using 5% NaOH solution to improve fiber-matrix interfacial adhesion, followed by composite fabrication and mechanical testing according to standard.

Flexural strength test results show that coconut coir composite has the best performance with a value of 69,63 MPa, followed by banana stem composite, while sugar palm fiber composite shows the lowest value of 32.6 MPa. In impact resistance testing, coconut coir composite again demonstrates superiority with the highest value of 49.08kj/cm², while banana stem composite has the lowest value of 13.63 kj/cm². The research results confirm that natural fiber types significantly influence the mechanical properties of the resulting composites. Coconut coir composite shows promising potential as an alternative material for boat hull applications, providing a sustainable solution for small-scale shipbuilding industry in coastal areas.

Keywords: Natural fiber composite, boat hull, flexural strength, impact resistance, coconut coir, sugar palm fiber, banana stem fiber

KATA PENGANTAR

Selamat Pagi, Salam Sejahtera untuk kita semua

Segala puji bagi Tuhan, puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan KasihNya penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada Program Studi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penulis menyadari bahwa Laporan Proyek Akhir ini masih terdapat banyak kesalahan dan jauh dari kata sempurna, baik dari segi penyusunan maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan untuk pembaca yang bersifat membangun ke arah perbaikan dan penyempurnaan laporan ini.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak yang telah membantu pada saat berlangsungnya Proses Pengerjaan Proyek Akhir dan dalam proses penyusunan laporan ini, di antaranya:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala nikmat dan karunia yang telah diberikan kepada penulis.
2. Kepada Kedua Orang Tua dan Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dan bantuan positif baik secara moral maupun materi.
3. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir ini
4. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan saran dan masukan dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
5. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Seluruh Staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dan mendukung penulis dalam proses pengerjaan proyek akhir dan penyusunan laporan proyek akhir

ini.

Penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan yang telah dilakukan oleh semua pihak yang telah membantu penulis, semoga laporan yang penulis susun ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Sungailiat, 24 Juli 2025



DAFTAR ISI

	Hal:
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Komposit	6
2.2 Klasifikasi komposit	6
2.2.1 Jenis Serat pada Komposit	8
2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Komposit	9
2.3. Material Penyusun Komposit	10
2.3.1. Serat	11
2.3.2 Matriks	11
2.3.3 Bahan-Bahan Tambahan	11
2.3.4 Resin Polyester	11
2.4. Pengujian	12
2.4.1 Pengujian Impak	12
2.4.2 Pengujian Bending	14
2.5 Variasi Jenis Serat	14

2.6 Metode Eksperimen.....	15
2.7 Kapal Penangkap Ikan.....	15
2.8 Penelitian Sebelumnya	16
BAB III METEDOLOGI PERANCANGAN	17
3.1. Tahapan–tahapan Penelitian.....	18
2.2.1 Identifikasi masalah	18
3.1.2 Studi literatur	18
3.1.3 Desain Eksperimen.....	18
3.1.4 Faktor dan Level penelitian.....	19
3.1.5 Metode Perancangan	19
3.2. Persiapan Alat Dan Bahan.....	19
3.2.1. Alat	19
3.2.2 Bahan	21
3.2.3 Alat Pengujian	23
3.2.4 Pengolahan Serat Dan Perendaman NaOH.....	24
3.2.5 Pembuatan Spesime	25
3.3 Proses Pembuatan Spesimen Uji Komposit	26
3.4 Validasi spesimen.....	27
3.5 Prosedur Pengujian Penelitian.....	27
3.5.1 Pengujian Bending	27
3.5.2 Pengujian Impak.....	28
3.6 Pengolahan Data.....	28
3.7 Analisis Perbandingan.....	29
3.8 Kesimpulan Dan Rekomendasi	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Uji Bending	30
4.1.1. Perhitungan Rasio Komposit Serat.....	30
4.1.2 Proses Pengambilan Data	30
4.1.3 Hasil Pengujian Bending	32
4.1.3.1 Analisis Pengujian Bending	32
4.1.3.2 Hasil Uji Analisis of Variance	33

4.1.4 Pengujian Impak.....	34
4.1.4.1 Perhitungan Rasio Komposisi Serat	34
4.1.4.2 Proses Pengambilan Data	35
4.1.4.3. Data Pengujian.....	36
4.1.4.4. Analisis Pengujian Impak.....	37
4.1.4.5. Hasil Uji Analisis of Variance	38
BAB V PENUTUP.....	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN 1	41
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	41



DAFTAR TABEL

Hal:

Tabel 3. 1 Perhitungan Rasio Spesimen uji Bending dan Uji Impak.....	26
Tabel 3. 2 Data Pengujian Bending (Mpa)	28
Tabel 3. 3 Data Pengujian Impak.....	29
Tabel 3. 4 Perbandingan Sifat Bending Dan Impak.....	29
Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Rasio Sampel Uji Bending	30
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Bending (MPa)	32
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Rasio Sampel Uji Impak	35
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Impak.....	37

DAFTAR GAMBAR

	Hal:
Gambar 2.1 Komposit partikel	7
Gambar 2.2 Komposit Laminat	7
Gambar 2.3 Komposit Serat	8
Gambar 2.4 Jenis Serat Berdasarkan Penempatan	9
Gambar 2.5 Tata Letak Dan Arah Serat	10
Gambar 2.6 Pengujian Impak Metode Charpy	13
Gambar 2.7 Pengujian Bending.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3.2 Timbangan Digital.....	20
Gambar 3.3 Cetakan Uji Tarik Dan Uji Impak	20
Gambar 3.4 Jangka Sorong	20
Gambar 3.5 Plat Penekan	21
Gambar 3.6 Amplas.....	21
Gambar 3.7 Wadah.....	21
Gambar 3.8 Serat Sabut Kelapa, Serat batang pisang dan serat Ijuk	22
Gambar 3.9 NaOH.....	22
Gambar 3.10 Katalis.....	23
Gambar 3.11 Resin	23
Gambar 3.12 Mesin Uji Bending	24
Gambar 3.13 Mesin Uji Impak.....	24
Gambar 4.1 Sample Uji Bending	31
Gambar 4.2 Proses Uji Bending	31
Gambar 4.3 Sample Setelah Pengujian	32
Gambar 4.4 Grafik Pengujian Bending	33
Gambar 4.5 Sample Uji Impak.....	36
Gambar 4.6 Proses Pengujian Impak	36
Gambar 4.7 Sampel Setelah Dilakukan Uji Impak	36

Gambar 4.8 Grafik Pengujian Impak	37
---	----



DAFTAR LAMPIRAN

Hal:

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	41
Lampiran 2 Perhitungan Rasio Volume Matriks dan Serat	42



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan garis pantai sepanjang 108.000 km memiliki sekitar 13.466 pulau dan lebih dari 2,7 juta nelayan yang tersebar di seluruh wilayah pesisir. Sektor perikanan berkontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional dengan nilai produksi mencapai 23,26 juta ton pada tahun 2020. Sebagai tulang punggung ekonomi maritim, armada perikanan Indonesia didominasi oleh perahu-perahu kecil dengan ukuran di bawah 30 GT yang menjadi andalan para nelayan tradisional.

Salah satu representasi kondisi tersebut dapat ditemukan di Kampung Nelayan, Sungailiat, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Daerah ini memiliki karakteristik geografis yang unik dengan populasi sekitar 1.200 jiwa dimana 85% penduduknya berprofesi sebagai nelayan. Masyarakat setempat sangat bergantung pada perahu sebagai alat utama untuk menjalankan aktivitas penangkapan ikan, dengan rata-rata kepemilikan 2-3 perahu per keluarga nelayan. Kondisi perairan yang bergelombang dan cuaca yang tidak menentu menuntut perahu-perahu tersebut memiliki konstruksi yang kuat, ringan, dan tahan terhadap kondisi laut yang ekstrem.

Secara historis, perahu-perahu nelayan di daerah ini dibuat menggunakan kayu lokal seperti kayu meranti (*Shorea spp.*), kayu kelapa (*Cocos nucifera*), dan kayu tembesu (*Fagraea fragrans*) yang diambil dari hutan-hutan di Pulau Bangka (Azwar Yunus, 2020). Namun, dalam dekade terakhir, industri pembuatan perahu tradisional menghadapi tantangan yang semakin kompleks. Pertama, terjadi kelangkaan kayu berkualitas akibat deforestasi dan alih fungsi lahan untuk pertambangan timah yang intensif di Bangka Belitung. Hal ini menyebabkan harga kayu konstruksi meningkat drastis dari Rp 2,5 juta per meter kubik pada tahun 2015 menjadi Rp 5,8 juta per meter kubik pada tahun 2023.

Kedua, proses pembuatan perahu kayu memerlukan keahlian khusus yang semakin langka, dengan waktu pembuatan yang relatif lama (3-6 bulan untuk satu perahu berukuran 8-12 meter) dan tingkat efisiensi yang rendah karena banyaknya waste material (30-40% dari total kayu yang digunakan). Ketiga, perahu kayu memiliki keterbatasan dalam hal durabilitas, dengan umur pakai rata-rata 8-10 tahun dan memerlukan perawatan intensif setiap 6 bulan sekali untuk mencegah kebocoran dan kerusakan akibat serangan organisme laut seperti teredo (shipworm).

Menghadapi permasalahan tersebut, dunia industri maritim internasional mulai mengembangkan material alternatif berupa komposit yang memanfaatkan serat alami sebagai pengganti material konvensional. Komposit serat alami menawarkan keunggulan yang signifikan, antara lain: densitas yang rendah ($1,2-1,6 \text{ g/cm}^3$ dibandingkan kayu $0,8-1,2 \text{ g/cm}^3$), kekuatan spesifik yang tinggi, ketahanan terhadap korosi, kemudahan dalam pembentukan geometri kompleks, serta dampak lingkungan yang minimal karena sifatnya yang biodegradable (Windra Iswidodo, 2022).

Serat alami memiliki karakteristik unik dibandingkan serat sintetis seperti glass fiber atau carbon fiber. Serat alami memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah (5-40 GPa) namun dengan elongasi yang lebih tinggi (2-10%), sehingga memberikan sifat yang lebih fleksibel dan tahan terhadap beban impact. Dari aspek ekonomi, serat alami memiliki harga yang jauh lebih kompetitif, dengan biaya produksi 60-80% lebih rendah dibandingkan serat sintetis. Selain itu, ketersediaan serat alami di Indonesia sangat melimpah, dengan potensi produksi yang dapat diperbaharui secara berkelanjutan.

Penelitian Ahmad Tsalits Alfain (2023) mengenai komposit serat aren (ijuk) dengan matriks resin polyester menunjukkan hasil yang menjanjikan untuk aplikasi lambung kapal. Hasil pengujian bending menunjukkan kekuatan lentur optimal pada komposisi serat 30% volume dengan nilai 45,2 MPa, yang setara dengan 78% kekuatan kayu meranti. Serat ijuk memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap air laut dengan tingkat absorpsi air hanya 2,8% setelah perendaman 30

hari.

Ali (2022) dalam penelitiannya tentang komposit serat batang pisang menghasilkan bahwa serat ini memiliki kekuatan tarik 250-300 MPa dengan modulus elastisitas 15-20 GPa. Pengujian impak menunjukkan nilai 25-35 kJ/m², yang cukup baik untuk aplikasi struktural. Keunggulan serat batang pisang terletak pada ketersediaannya yang melimpah (limbah pertanian) dan kemudahan proses ekstraksi serat.

Penelitian Herawan et al. (2021) tentang pengaruh komposisi serat sabut kelapa terhadap kekuatan lentur komposit menghasilkan temuan bahwa komposit dengan komposisi serat 20% volume memberikan kekuatan lentur maksimum 52,3 MPa setelah perlakuan alkalisasi NaOH 5% selama 2 jam. Perlakuan alkalisasi ini terbukti meningkatkan adhesi antara serat dan matriks hingga 35% dengan menghilangkan lignin dan hemiselulose dari permukaan serat.

Penelitian Santoso dan Wijaya (2022) mengenai pengaruh konsentrasi larutan natrium hidroksida terhadap sifat mekanis komposit serat sabut kelapa menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 5% memberikan hasil optimal dengan modulus elastisitas 4,2 GPa dan kekuatan impak 28 kJ/m². Konsentrasi yang lebih tinggi (10-15%) justru menurunkan sifat mekanis karena terjadi degradasi berlebihan pada struktur serat.

Dari aspek ketahanan terhadap lingkungan laut, penelitian Firmansyah et al. (2023) menunjukkan bahwa komposit serat sabut kelapa dengan perlakuan yang tepat memiliki ketahanan terhadap degradasi UV hingga 85% setelah paparan 1000 jam, serta absorpsi air yang rendah (1,5-2,2%) yang sangat penting untuk aplikasi maritim.

Dari pembahasan diatas, penelitian ini akan dilakukan untuk Mengembangkan material komposit serat alami berbasis resin polyester sebagai alternatif pengganti kayu untuk konstruksi lambung perahu nelayan di Kampung Nelayan, Sungailiat guna mengatasi masalah kelangkaan dan mahal nya bahan baku kayu.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang ditentukan adalah:

1. Mengevaluasi kekuatan lentur serat alami (ijuk aren, batang pisang, dan sabut kelapa) dengan perlakuan NaOH 5% yang diperkuat dengan resin polyester untuk aplikasi lambung perahu.
2. Mengkaji ketahanan impak komposit serat alami (ijuk aren, batang pisang, dan sabut kelapa) dengan perlakuan NaOH 5% yang diperkuat dengan resin polyester untuk aplikasi lambung perahu.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang ingi dicapai adalah:

1. Mengetahui kekuatan lentur serat alami (ijuk aren, batang pisang, dan sabut kelapa) dengan perlakuan NaOH 5% yang diperkuat dengan resin polyester untuk aplikasi lambung perahu.
2. Mengetahui ketahanan impak komposit serat alami (ijuk aren, batang pisang, dan sabut kelapa) dengan perlakuan NaOH 5% yang diperkuat dengan resin polyester untuk aplikasi lambung perahu.

1.4 Batasan Masalah

Terdapat beberapa faktor yang tidak bisa dikontrol sehingga dapat mempengaruhi pengambilan dan analisis data dalam penelitian ini. Masalah di batasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian ini hanya mencakup jenis serat alami tertentu, seperti batang pisang, pelepah kelapa, dan serat sabut kelapa.
2. Variasi perlakuan kimia terbatas pada alkalisasi dengan NaOH 5% selama durasi tertentu.
3. Pengujian sifat mekanik hanya meliputi kekuatan lentur, dan ketangguhan impak sesuai ASTM yang relavan.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Komposit

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari dua atau lebih material yang terpisah untuk menghasilkan sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Setelah tercampur akan dihasilkan material komposit yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dengan material umum yang biasa digunakan. Proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogen sehingga kita dapat lebih bebas merencanakan kekuatan material komposit yang ingin kita gunakan dengan mengatur komposisi material pembentuknya. (Romels Lumintang F. A., 2019)

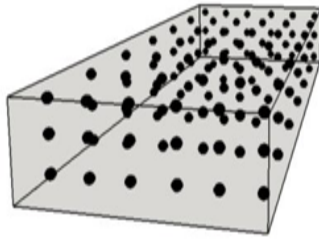
Kata komposit itu sendiri memiliki makna bahan berarti komposit terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda, atau dicampur secara makroskopis. *Composite* berasal dari kata kerja *'to compose'* yang berarti menyusun atau menggabung, jadi secara sederhana berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang beralainan. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat (*fiber*) sebagai bahan pengisi dan bahan utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikatnya menggunakan bahan polimer yang mudah dibentuk dan mempunyai daya pengikat yang tinggi.

2.2 Klasifikasi komposit

Berdasarkan bahan komposit mendasar terhadap geometri penguatnya. Komposit dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu: (Sunardi, 2015)

1. Komposit Partikel (*Particulate composite*):

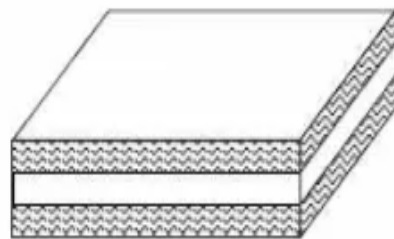
Material komposit yang menggunakan partikel atau serbuk sebagai bahan penguat yang tersebar merata di dalam matriks. Partikel ini juga bias berbentuk bulat, serpih, atau bentuk tidak beraturan dengan ukuran yang relative sama. Komposit ini dihasilkan dengan mengikat partikel-partikel menggunakan matriks melalui proses pemanasan, tekanan, atau kalisator untuk menghasilkan material dengan kekuatan dan kekerasan yang mengikat. Komposit partikel dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Komposit partikel

2. Komposit Laminat (Laminated Composite):

Komposit laminat terdiri dari dua lapis atau yang direkatkan menjadi satu kesatuan, di mana setiap lapisan memiliki karakteristik dan orientasi serat yang berbeda. Gabungan lapisan ini memberikan sifat mekanik yang lebih baik dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi. Komposit laminta dapat di lihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Komposit Laminat

3. Komposit Serat

Komposit serat adalah material komposit yang menggunakan serat sebagai bahan penguat yang diikaat oleh matriks. Serat dapat berupa serat panjang (continuous fiber) atau serat pendek (short fiber), dengan orientasi yang bias acak, satu arah, atau anyaman. Komposit serat dapat di lihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Komposit Serat

2.2.1 Jenis Serat pada Komposit

Berikut ini jenis serat pada komposit berdasarkan penempatannya, yaitu: (Firman Yasa Utama1, 2016)

1. *Continous Fiber Composite* (komposit diperkuat dengan serat kontinu)

Continuous fiber composite mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya dan mempunyai kelemahan pemisahan antar lapisan.

2. *Woven Fiber Composite* (komposit diperkuat dengan serat anyaman)

Woven fiber composite tidak mudah dipengaruhi pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya mengikat antar lapisan. Susunan serat memanjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan keakuan melemah. (komposit yang diperkuat dengan serat anyaman).

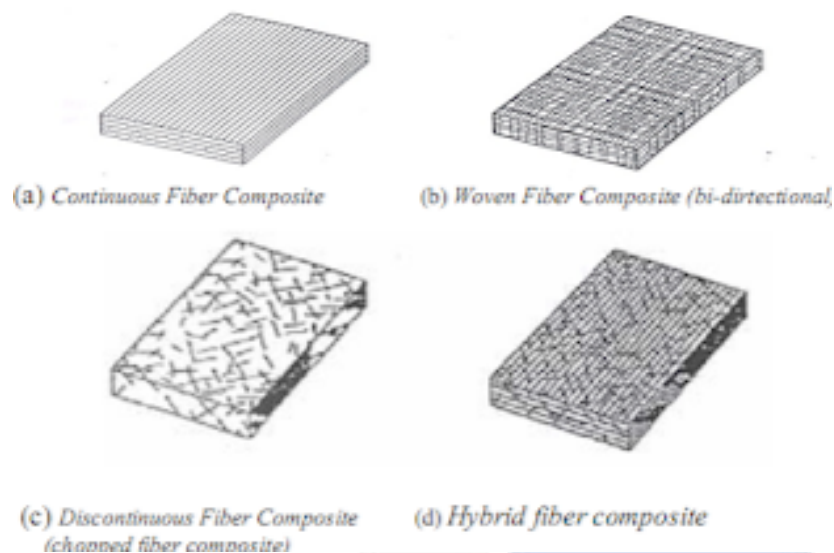
3. *Discontinuous Fiber Composite* (komposit diperkuat serat pendek/acak)

Komposit dengan bahan penguat serat yang dipotong pendek, penyusunannya ada tiga yaitu secara teratur, acak, dan miring. Jika diorientasikann dengan jenis serat ini dapat menghasilkan struktur komposit yang padat

4. *Hybrid Fiber Composite* (komposit diperkuat serat kontinu dan serat acak)

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara serat lurus dengan serat acak. Tipe ini digunakan supaya dapat mengganti kekurangan pada sifat kedua tipe dan dapat digabungkan kelebihan nya

Jenis gabungan dari serat panjang dan serat acak yang berfungsi untuk meminimalisir kekurangan satu sama lain agar dapat menghasilkan komposit yang kuat.



Gambar 2.4 Jenis Serat Berdasarkan Penempatan

2.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Komposit

Berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja komposit yaitu:

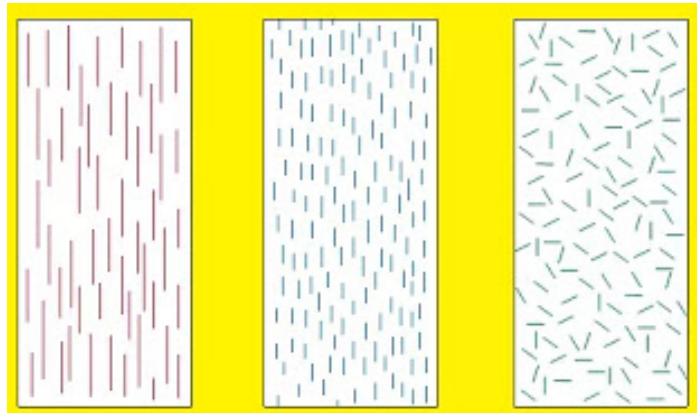
- Faktor Serat

Faktor serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, dan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit.

- Letak Serat

Dalam pembuatan komposit, tata letak dan arah serat dapat menentukan kekuatan komposit, orientasi acak menurunkan kekuatan arah tunggal tapi meningkatkan kekuatan merata ke segala arah. Menurut tata letak dan arah diklasifikasikan menjadi tiga bagian, yaitu:

1. *One dimensional reinforcement*, Memiliki kekuatan dan modulus tinggi pada arah satu sumbu.
2. *Twodimensional reinforcement*, Mempunyai kekuatan yang lebih merata pada dua arah atau memiliki masing-masing arah serat.
3. *There dimensional reinforcement*, Mempunyai kekuatan yang lebih merata dan stabil dalam berbagai arah serat.



Gambar 2.5 Tata Letak Dan Arah Serat

- Ukuran serat

Penentuan ukuran serat adalah dimensi fisik serat, seperti panjang dan diameter, yang mempengaruhi sifat mekanik dan fisik komposit. Serat dengan diameter kecil dan panjang cukup (rasio aspek tinggi) cenderung meningkatkan kekuatan komposit. Karena beban yang efektif dan minim cacat. Serat terlalu pendek atau berdiameter besar dapat menurunkan kekuatan dan keakuan. Pada penelitian ini menunjukkan serat kasar atau panjang lebih baik untuk papan komposit karena meningkatkan kerapatan dan sifat mekanik, meskipun serat kecil juga dapat memperbaiki ikatan matriks-serat jika matriks merata.

- Faktor Matriks

Matriks dalam material komposit adalah menentukan kekuatan komposit yang berfungsi sebagai fase pengikat utama dalam komposit. Faktor matriks pada komposit berfungsi untuk mengikat matriks ke penguat (Richie feriyanto A. M., 2022).

2.3. Material Penyusun Komposit

Material penyusun komposit umumnya terdiri dari dua komponen utama, yaitu matriks dan penguat (reinforcement). Matriks berfungsi sebagai bahan pengikatan yang menyatukan penguat dan mentransfer beban, sedangkan penguat memberikan kekuatan dan keakuan komposit.

2.3.1. Serat

Serat merupakan bahan pokok dalam komposit yang bekerja sebagai penompang tumpukan, sehingga kekuatan komposit bergantung pada bahan penyusunnya. Serat juga terdiri dari dua jenis yaitu serat alam dan serat sintetis. Umumnya serat alam sering digunakan karena memperolehnya mudah yang berasal dari alam. Serat alam biasanya dipisahkan dari bagian tanaman, seperti serat tandan sawit. Penggunaan serat digunakan untuk pengisi bahan komposit dan untuk mengurangi biaya komponen. Dalam ulasan tersebut, serat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat tandan sawit.

2.3.2 Matriks

Matriks sebagai bahan pengikat pada komposit yang berfungsi sebagai unit struktur yang melindungi dari kerusakan eksternal dan sebagai penompang beban dan gaya yang diberikan, sehingga mampu membuat serat melekat pada matriks. Salah satu material matriks yang sering digunakan adalah polimer.

2.3.3 Bahan-Bahan Tambahan

Katalis merupakan bahan pemicu yang berfungsi untuk mempercepat proses pengeringan pada komposit. Semakin banyak katalis yang ditambahkan semakin cepat juga pengeringannya. Namun jika katalis nya berlebihan maka akan menyebabkan material lemah atau panas yang berlebihan, yang akan merusak produk dan membuat komposit lebih getas.

2.3.4 Resin Polyester

Resin polyester adalah jenis polimer sintetis yang sangat populer dan serbaguna. Secara kimia, mereka termasuk dalam kategori polimer yang memiliki gugus fungsional ester berulang dalam rantai utamanya. Meskipun ada beragam jenis poliester, istilah ini paling sering merujuk pada polietilena tereftalat (PET). Poliester dapat ditemukan secara alami, seperti kutin pada kulit ari tumbuhan, maupun disintesis secara kimia, contohnya polikarbonat dan polibutirat. Sebagai termoplastik, poliester dapat diproduksi dalam berbagai bentuk seperti lembaran atau objek tiga dimensi, dan mudah berubah bentuk setelah dipanaskan. Meskipun rentan terbakar pada suhu tinggi, poliester memiliki kecenderungan menyusut menjauhi api dan dapat memadamkan diri sendiri saat terjadi pembakaran. Serat poliester dikenal memiliki kekuatan dan E-modulus yang tinggi, serta

penyerapan air dan pengerutan yang rendah dibandingkan dengan serat industri lainnya.

2.4. Pengujian

2.4.1 Pengujian Impak

Pengujian Impak merupakan salah satu metode pengujian sifat mekanik material yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu bahan mampu menahan beban benturan atau tumbukan secara tiba-tiba. Pengujian ini dilakukan untuk meniru kondisi nyata saat material mengalami gaya kejut dalam aplikasinya, sehingga dapat diketahui tingkat ketangguhan serta keuletan bahan tersebut dalam menahan kerusakan.

Material dikatakan memiliki ketangguhan yang baik apabila mampu menyerap energi tumbukan dalam jumlah besar tanpa mengalami keretakan atau defromasi secara signifikan. Energi yang diserap selamaproses pengujian ini dinyatakan dalam satuan joule, dan hasilnya dapat langsung terbaca melalui penunjuk skala pada alat uji yang telah dikalibrasi sebelumnya.

$$HI = E/A \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

HI : Kekuatan impak (J/mm^2)

E : Energi yang diserap (joule)

A : Luas area penampang dibawah titik (mm^2)

m : Berat massa pendulum (m)

g : Gaya Gravitasi (m/s^2)

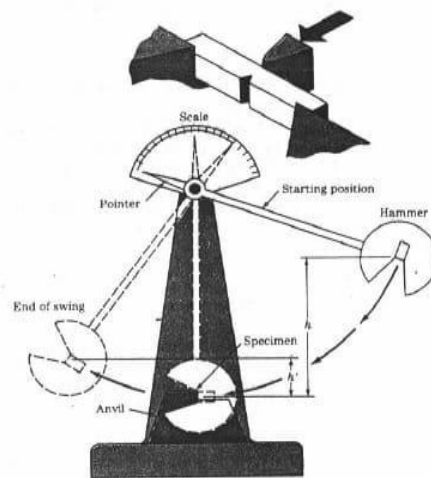
h_1 : Jarak Pendulum Tanpa Benda Uji ($^\circ$) $\cos$

a : Sudut Pendulum Tanpa Benda Uji ($^\circ$) $\cos$

b : Sudut Pendulum Pakai Benda Uji ($^\circ$)

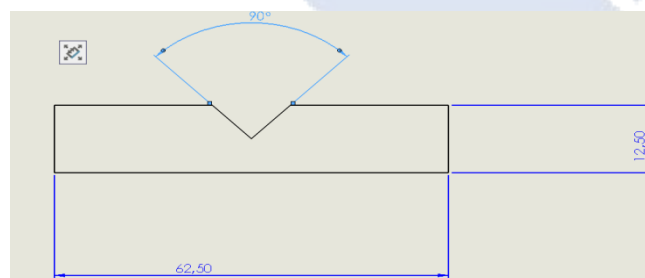
Pengujian impak yang digunakan yaitu metode Charpy

Pengujian impak Charpy merupakan metode yang luas digunakan untuk menilai kualitas dan ketahanan material. Dengan memanfaatkan takikan V berukuran 2mm pada spesimen uji, teknik ini memberikan wawasan penting tentang perilaku material saat mengalami beban kejut. Metode ini sangat populer karena kemampuannya dalam mengungkapkan energi yang diserap material sebelum patah.



Gambar 2.6 Pengujian Impak Metode Charpy

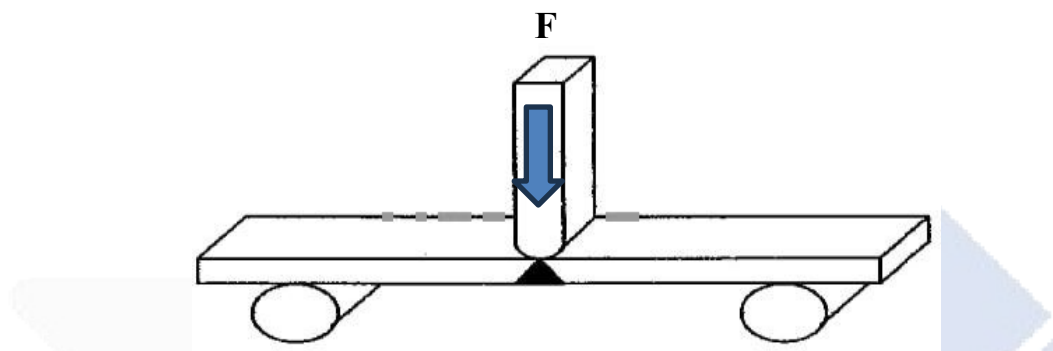
Spesifikasi uji impak dengan standar pengujian yang nantinya dipakai yakni ASTM E-23 secara diameter lebar 12,5mm, panjang cetakan 62,5mm, tebal cetakan 3mm. Standar pengujian ASTM E-23 bisa ditinjau berikut:



Gambar 2.7. Ukuran Sampel Pengujian Impak E-23

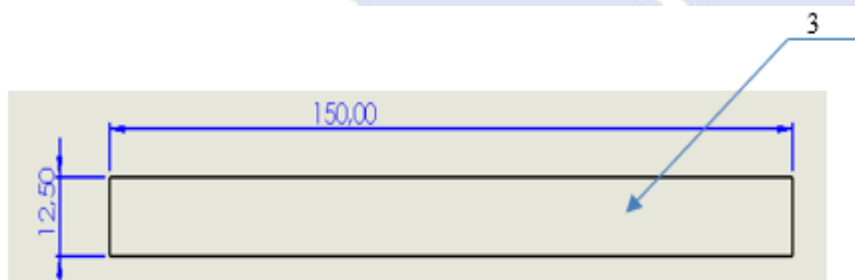
2.4.2 Pengujian Bending

Uji bending adalah metode penting untuk mengevaluasi seberapa baik suatu material mampu menahan beban lentur sebelum mengalami deformasi permanen atau retak. Pengujian ini memberikan wawasan krusial tentang kekuatan dan fleksibilitas material. Uji bending juga merupakan salah satu standar yang ditetapkan oleh Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Gambar 2.8 menunjukkan skema pengujian bendin.



Gambar 2.8 Skema Pengujian Bending

Spesifikasi uji impak dengan standar pengujian yang nantinya dipakai yakni ASTM D790-02 secara diameter lebar 12,5mm, panjang cetakan 150mm, tebal cetakan 3mm. Standar pengujian ASTM D790-02 bisa ditinjau berikut:



Gambar 2.9 Ukuran Sampel Pengujian Bending

2.5 Variasi Jenis Serat

Variasi jenis serat mengacu pada perbedaan jenis serat yang digunakan sebagai penguat dalam komposit. Serat ini juga bisa berupa sintetis seperti serat karbon, serat

kaca)ata serat alam (seperti sabut kelapa, batang pisang, ijuk). Serat berfungsi sebagai komponen utama yang menahan beban dalam komposit, sehingga sifat mekanik material sangat bergantung pada karakteristik serat tersebut, seperti kekuatan tarik, modulus elastisitas, bentuk, dan orientasi serat. Variasi jenis serat mempengaruhi kekuatan, kekakuan, dan sifat lain dari komposit, sehingga pemilihan jenis serat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi (misal kekuatan tinggi, fleksibilitas, atau ringan)

2.6 Metode Eksperimen

Metode eksperimen adalah pendekatan penelitian yang dilakukan dengan cara melakukan percobaan atau pengujian secara sistematis untuk memperoleh data empiris dan mengamati pengaruh variabel tertentu terhadap objek penelitian. Dalam konteks komposit serat, metode eksperimen melibatkan tahapan pembuatan material komposit dengan variasi bahan dan perlakuan tertentu, kemudian melakukan pengujian mekanik seperti uji tarik, impak, dan bending sesuai standar yang berlaku (misalnya ASTM), untuk mengetahui karakteristik dan performa material tersebut. Metode eksperimen ini memberikan data valid dan dapat diulang yang sangat penting untuk mengembangkan material komposit yang optimal dan sesuai kebutuhan aplikasinya, seperti untuk body perahu atau komponen teknik lain. (Sadat N S Sidabutar, 2024)

2.7 Kapal Penangkap Ikan

Menurut Undang-undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan, kapalperikanan adalah kapal, perahu, atau alat apung lain yang dipergunakan untukmelakukan penangkapan ikan, mendukung operasi penangkapan ikan, pembudidayaan ikan, pengangkutan ikan, pengolahan ikan, pelatihan perikanan, dan penelitian atau eksplorasi perikanan.

Kapal penangkap ikan berbeda dengan jenis kapal yang lain sehingga kapal penangkap ikan memiliki beberapa keistimewaaan yang membedakan dengan kapal-kapal jenis lain, salah satunya konstruksi harus kuat karena dalam operasi penangkapan ikan akan menghadapi kondisi alam yang berubahubah. Di samping itu, konstruksi kapal perikanan juga harus dapat menahan beban getaran yang kecil pula. Menurut biro klasifikasi Indonesia (BKI) Standar tegangan untuk aplikasi khusus kapal nelayan adalah **7,44 Mpa** dan Standar energi absorpsi untuk material lambung kapal kecil pada pengujian Impak **24-300 J**.

2.8 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan oleh (Elia Fransisco Manalu, 2025) yang berjudul Pengaruh Variasi Campuran Serat Ijuk dan Serat Sabut Kelapa Dengan Matriks Epoxy Terhadap Kekuatan Mekanik Komposit. Pada penelitian ini, campuran serat ijuk, serat sabut kelapa dan resin epoxy, dilakukan dengan perbandingan 20%:30%:50%, 25%:50%, dan 30%:20%:50%. Hasil pengujian kekuatan bending tertinggi terjadi pada spesimen 3 dengan campuran 50% serat bambu : 50% resin polyester mempunyai nilai kekuatan tarik yaitu 18, 93 Mpa dengan impact sebesar 0,387 Joule/mm² dikarenakan adanya variasi campuran serat ijuuk semakin besar dan semakin kecil serat sabut kelapa dengan resin epoxy.

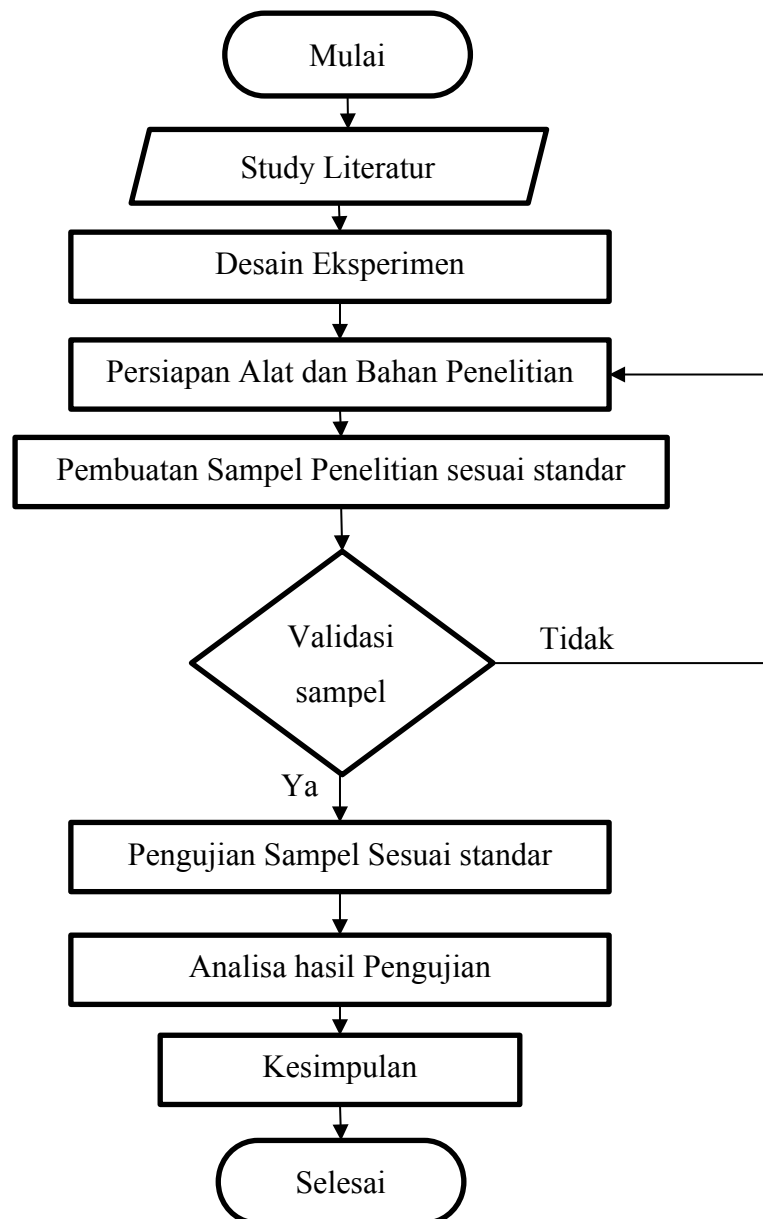
Penelitian yang dilakukan oleh (Untoro Budi Surono, 2016) yang berjudul Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serat Ijuk Dengan Bahan Matrik Poliester. Pada penelitian ini komposit dibuat dengan variasi komposit campuran ijuk dan resin, yaitu 0% (resin murni), 5%, 6%, 7%, 8%, dan 9% berat campuran resin dan katalis. Sedangkan perbandingan antara katalis dan bahan resin adalah 1/40. Untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis komposit dilakukan pengujian densitas, pengujian impact, pengujian bending, pengujian tarik dan pengujian SEM. Pengujian densitas digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan ijuk pada komposit. Pengujian impact digunakan untuk mengetahui kekuatan bahan dari beban kejut. Pengujian bending digunakan untuk mengetahui kelenturan komposit.

Penelitian yang dilakukan oleh (Matius Wahyu Susanta, 2022) yang berjudul Uji Tarik dan Uji Impak Pada Komposit Serat Batang Pisang Dengan Pengaruh Penambahan Alkalisasi dan Tanpa Penambah Alkalisasi. Pada penelitian ini komposit ini dibuat dengan perendaman alkalisasi 5% dan 10% selama 2jam menggunakan teknik hand lay up dengan variasi fraksi volume serat 10% sedangkan resin polyesternya 90%, dengan orientasi serat searah. untuk pengujian impact didapatkan hasil komposit dengan perlakuan alkalisasi 5% mendapatkan nilai tenaga patah rata - rata 10,8583 Joule dan keuletan rata – rata 0,1723 Joule yang paling tinggi, dan dan tanpa perlakuan alkalisasi 0% mendapatkan nilai tenaga patah rata - rata 9,4610 Joule dan keuletan rata – rata 0,1075 Joule terendah

BAB III

METODELOGI PERANCANGAN

Metodologi penelitian ini menjelaskan langkah-langkah pengujian pengaruh variasi serat alami terhadap sifat mekanik dan ketahanan komposit untuk body perahu, seperti ditunjukkan dalam diagram alir berikut:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1. Tahapan–tahapan Penelitian

2.2.1 Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui masalah yang ada di dalam penelitian. Identifikasi masalah didapatkan dalam jurnal-jurnal pada penelitian sebelumnya.

3.1.2 Studi literatur

Studi literatur ini menyoroti potensi serat pelepah kelapa, batang pisang, dan sabut kelapa sebagai penguat komposit untuk body perahu. Setiap serat memiliki karakteristik, kelebihan, dan tantangan tersendiri. Penelitian sistematis yang membandingkan pengaruh ketiga serat terhadap kekuatan dan ketahanan komposit, serta mengevaluasi metode perlakuan dan performa di lingkungan laut, sangat ekonomis, dan ramah lingkungan bagi nelayan. Pemanfaatan sumber daya lokal seperti serat batang pisang juga dapat meningkatkan ketersediaan dan keberlanjutan bahan baku.

3.1.3 Desain Eksperimen

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu

1. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan faktor yang secara sengaja diubah untuk melihat pengaruhnya terhadap hasil. Dalam penelitian ini, variabel bebas adalah pengaruh variasi jenis serat alami yang digunakan sebagai bahan penguat pada komposit. Ada tiga variasi jenis serat alami yang digunakan yaitu: serat sabut kelapa, batang pisang, dan serat ijuk.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variasi jenis serat alami yang diamati untuk menilai dampak dari perubahan pada variabel bebas. Dalam hal ini, variabel terikat berupa hasil dari dua jenis pengujian mekanik, yaitu: pengujian bending dan pengujian impak.

3. Variabel tetap (Kontrol)

Variabel tetap ialah faktor-faktor yang dijaga konstan selama seluruh proses penelitian untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh hanya dipengaruhi oleh variabel bebas. Adapun variabel tetap dalam penelitian ini meliputi: Waktu perendaman serat dalam larutan NaOH 5% yaitu selama 2 jam dan komposisi fraksi volume antara resin *polyester* dan variasi jenis serat dengan rasio 95% : 5%

3.1.4 Faktor dan Level penelitian

Pada penelitian ini terdapat 1 faktor dan juga 3 level yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Faktor dan Penelitian

Faktor	Level
Variasi serat	1.Serat sabut kelapa
	2. Serat Batang pisang
	3. Serat Ijuk

3.1.5 Metode Perancangan

Pada penelitian ini digunakan metode penelitian eksperimental, dimana penelitian ini dapat dengan bebas merubah variabel untuk menghasilkan nilai yang diinginkan. Pada penelitian ini akan menghasilkan 3 Spesimen dan 3 kali replikasi sehingga jumlah sampel yang akan dihasilkan adalah 9, dan 2 jenis pengujian yaitu bending dan impact.

Sebelum melakukan penelitian kita harus mencari permasalahan dan tujuan dalam sebuah penelitian yang akan kita lakukan. Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi jenis serat alamii terhadap kekuatan dan ketahanan komposit untuk pembuatan badan perahu, dengan serat yang disusun sepanjang arah cetakan terhadap kekuatan uji bending dan uji impact. Maka dari itu tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan nilai dari kekuatan uji bending dan uji impact optimal dari serat sabut kelapa, serat batang pisang, serat ijuk dengan fraksi volume serat 5% dengan perendaman NaOH selama 2jam.

3.2. Persiapan Alat Dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah :

a. Timbangan Digital

Timbangan digital dipakai untuk menimbang berat serat, resin, dan katalis, dan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.2 Timbangan Digital

b. Cetakan uji bending Dan Uji impak

Cetakan dipakai untuk mencetak sampel komposit, pada penelitian ini menggunakan dua cetakan yaitu cetakan uji bending ASTM D790-02 dan cetakan uji impak ASTM-E 23, dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.3 Cetakan Uji Tarik Dan Uji Impak

c. Jangka sorong

Jangka sorong berfungsi untuk mengukur dimensi sampel, dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.4 Jangka Sorong

d. Plat penekan

Plat terbuat dari baja yang digunakan untuk menekan cetakan sampel, dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.5 Plat Penekan

e. Amplas

Amplas digunakan untuk menghaluskan/membersihkan sample, dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.6 Amplas

f. Wadah

Wadah digunakan untuk merendam serat, membersihkan serat, dan tempat untuk serat, resin, katalis pada saat penimbangan, dapat dilihat pada gambar.



Gambar 3.7 Wadah

g. Adapun alat bantu lainnya yaitu, pengaduk, gunting, pisau, dan spidol.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah:

- Serat

Serat yang digunakan dalam proses pembuatan komposit adalah serat sabut kelapa, serat batang pisang, serat ijuk. Serat sangat penting dalam pembuatan komposit karena serat sebagai penopang kekuatan dari komposit, hingga tinggi rendahnya kekuatan tergantung serat yang digunakan, dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3. 8 Serat Sabut Kelapa, Serat batng pisang dan serat Ijuk

- NaOH

NaOH digunakan sebagai bahan untuk perlakuan alkali (alkalisasi) pada serat sebelum dicampurkan kedalam komposit, dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 NaOH

- Katalis

Katalis berfungsi untuk mempercepat proses penegringen pada komposit, dapatdilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Katalis

- Resin

Resin digunakan sebagai material pengikat serat dalam pembuatan komposit, dapat dilihat pada gambar 3.10.



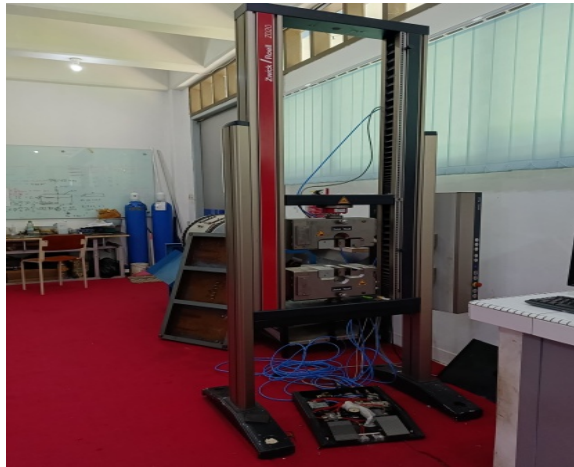
Gambar 3.10 Resin

3.2.3 Alat Pengujian

Alat yang digunakan pada proses pengujian adalah :

- Alat Uji Bending

Dalam pengujian uji bending komposit menggunakan mesin uji bending Universal Testing Machining dengan merek Zwick Roell Z020, dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Mesin Uji Bending

- Alat uji impak

Dalam penelitian ini pengujian impak komposit menggunakan mesin uji impak charpy, dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Mesin Uji Impak

3.2.4 Pengolahan Serat Dan Perendaman NaOH

Pada penelitian ini menggunakan 3 variasi serat yaitu, serat sabut kelapa, serat batang pisang dan serat ijuk. Adapun tahapan proses yaitu:

- Persiapkan serat yang sudah ada
- Melakukan perendaman serat dengan cara direndam selama 1 jam dengan air bersih
- Setelah melakukan perendaman kemudian diuraikan/ dipotong sesuai panjang yang ditentukan lalu dikeringkan
- Setelah dikeringkan kemudian serat direndam dalam larutan NaOH, selama 2 jam
- Kemudian serat dijemur dibawah sinar matahari hingga kering.

3.2.5 Pembuatan Spesime

1. Fraksi Volume Komposit

Langkah awal dalam pembuatan sample untuk pengujian bending adalah mencari perhitungan fraksi volume pada komposit. Dalam perhitungan memerlukan data seperti volume cetakan bending (6mm), volume cetakan impact (), massa jenis serat sabut kelapa (0.34g), massa jenis serat batang pisang (0.32g) dan massa jenis ijuk (0.34g), massa jenis resin polyester (6,92g), massa jenis katalis (0,138). Perhitungan fraksi volume pada komposit menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Rumus Menghitung Volume Cetakan Komposit

- $V_c = p.l.t \dots\dots\dots(3.1.)$

Keterangan :

V_c : Volume Cetakan (cm)

P : Panjang Sampel (cm)

L : Lebar Sampel (cm)

t : Tebal Sampel (cm)

2. Rumus Menghitung Massa Jenis Serat

- $P = \frac{m}{v} \dots\dots\dots(3.2.)$

Keterangan:

ρ : Massa Jenis (g/cm)

m : Massa Serat (gr)

v : Volume Cetakan (cm)

3. Rumus Menghitung Volume Resin Katalis

- $V_{resin} = (V_c \times \%resin) \dots\dots\dots (3.3)$

Keterangan

V_c : Volume Cetakan (cm^3)

ρ : Massa Jenis Matriks (g/mm^3)

- $V_{serat} = V_c \times \%serat \dots\dots\dots (3.4)$

Keterangan:

V_c : Volume Cetakan (cm^3)

ρ_{serat} : Massa Jenis Serat (g/mm^3)

- $V_{katalis} = V_{resin} \times \%katalis \dots\dots\dots (3.5)$

Berikut Format tabel hasil rasio spesimen uji bending dan uji Impak:

Tabel 3. 1 Format Perhitungan Rasio Spesimen uji Bending dan Uji Impak

. No	Jenis Serat	Fraksi	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)
		Volume Serat (%)		
1	Sabut kelapa	5		
2	Batang pisang	5		
3	Ijuk	5		

3.3 Proses Pembuatan Spesimen Uji Komposit

Proses pembuatan uji komposit dari 3 serat yaitu serat sabut kelapa, serat batang pisang, dan serat ijuk dengan menggunakan resin jenis polyester YUKALAC BQTN-157 adalah sebagai berikut:

- Persiapan serat sabut kelapa, serat batang pisang, dan serat ijuk yang telah dibersihkan dan telah melakukan perendaman NaOH selama 2 jam.
- Siapkan cetakan uji bending dan uji impak.

- Kemudian susun serat sepanjang arah cetakan.
- Kemudian melakukan proses untuk membuat serat secara bertagantian sesuai volume cetakan dan sesuai pada ukuran standar untuk proses pengujian bending dan uji impak.
- Kemudian campurkan resin polyester YUKALAC BQTN-157, lalu diaduk secara bersamaan dengan katalis agar mempercepat pengeringan.
- Tuangkan campuran resin polyester YUKALAC BQTN-157 sesuai takaran ke dalam cetakan, kemudian sisa serat yang masih keluar dari cetakan dirapikan dengan menggunakan stik setelah itu di tutup dengan plat baja.
- Lakukan pembuatan dengan variasi serat dan waktu perendaman serat yang berbeda-beda, untuk mendapatkan hasil yang tepat nantinya.
- Pengeringan dilakukan selama 1 jam dan apabila masih belum benar-benar kering, maka proses penegringan dilakukan lebih lama unruk memastikan material benar-benar kering.
- Sample komposit yang telah jadi akan dilakukan pengamplasan hingga sesuai standar metode charpy.
- Komposit siap jadi sample benda uji, yaitu uji bending dan uji impak.

3.4 Validasi spesimen

Sebelum melakukan pengujian sample kekuatan uji bending dan uji impak ada baiknya di periksa terlebih dahulu sample yang sudah dibuat sebelum dilakukan pengujian, dilakukannya pemeriksaan ini agar melihat bentuk dan kelayakan pada sample tersebut apakah sample tersebut sudah sesuai dengan standar yang dipakai atau belum.

3.5 Prosedur Pengujian Penelitian

3.5.1 Pengujian Bending

Proses pengujian material komposit menggunakan mesin uji bending *universal testing machine*. Berikut ini langkah-langkah melakukan pengujian bending:

- Menyiapkan sample dan alat yang akan digunakan pada proses pengujian bending.
- Menempatkan alat uji bending yang akan digunakan.
- Mengontrol alat agar sample yang telah diletakkan di atas dua penumpu dan diberi

beban ditengah (metode threepoint bending) sample mengalami tekanan dan bagian bawah mengalami tegangan tarik.

- Mengamati hasil pengukuran pada monitor control panel uji bending.
- Sample uji bending dibuat sesuai dengan standr ASTM D790 dengan panjang 150mm, lebar 11,5, dan tebal 3mm.
- Dimensi Sample Uji Bending

3.5.2 Pengujian Impak

Proses pengujian material komposit menggunakan mesin uji impak *charpy*. Berikut ini langkah-langkah melakukan pengujian impak:

- Memastikan jarun penunjuk pada posisi nol pada saat godam menggantung bebas.
- Meletakkaan bahan sample diatas penopang, dan pastikan godam tepat memukul bagian tengah takikan.
- Kemudian tekan tombola tau tuas pembebas kunci, sehinggaa godam tersebut mengayun kebawah dan akan mematahkan benda uji tersebut.
- Setelah uji tersebut patah, lakukan pengamatan dengan membuat data tertulis.

3.6 Pengolahan Data

Data hasil pengujian akan keluar setelah melakukan pengujian uji bending dan impak, bentuk nilai yang di dapatkan berupa table dan grafik. Pengujian ini dilakukan untuk melihat hasil dari pengujian sample komposit berpenguat serat sabut kelapa, serat batang pisang, serat ijuk. Berikut dibawah ini adalah table yang digunakan dalam pengujian bending dan pengujian impak dapat dilihat pada table 3.2 dan 3.3 :

Tabel 3. 2 Format Data Pengujian Bending (Mpa)

No.	Jenis Serat	Fraksi Volume Serat (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)
1	Sabut kelapa	5		
2	Batang pisang	5		
3	Ijuk	5		

Tabel 3. 3 Format Data Pengujian Impak

No.	Lama Perendaman Serat (Jam)	Fraksi Volume (%)	Kekuatan Impak (kj/m²)			Rata-rata (Mpa)
			Sample			
			1	2	3	
1	2	5				
2	2	5				
3	2	5				

3.7 Analisis Perbandingan

Analisis perbandingan pengaruh variasi jenis serat alami (sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk) pada komposit berdasarkan pengujian bending dan impact:

Tabel 3. 4 Perbandingan Sifat Bending Dan Impact

Jenis Serat	Kekuatan Bending	Kekuatan Impact	Karakteristik Utama
Sabut Kelapa	Sangat Baik	Tertinggi	Keras, tahan lentur, elongasi tinggi
Batang Pisang	Sangat Baik	Sedang	Kuat tarik & impact tinggi, tahan benturan
Ijuk	Sedang-Baik	Baik	Fleksibel, tahan lingkungan

3.8 Kesimpulan Dan Rekomendasi

Berdasarkan analisis perbandingan pengaruh variasi jenis serat alami (sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk) pada komposit untuk body perahu dengan uji bending dan impact. Serat batang pisang yang unggul untuk body perahu dikarenakan kekuatan lentur dan ketangguhan impactnya tinggi. Serat sabut kelapa cocok untuk yang butuh fleksibilitas dan kekerasan sedang, sedangkan ijuk baik untuk bagian yang langsung dengan air karena tahan lingkungan. Dari kombinasi ketiga serat bisa digunakan untuk hasil yang optimal. Perlakuan alkali pada serat dianjurkan untuk meningkatkan ikatan dengan matriks dan kekuatan k

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan 3 variasi jenis serat sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui berpengaruh atau tidak variasi jenis serat sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk terhadap kekuatan uji bending dan uji impk. Pengujian bending menggunakan alat uji *Univer sal Testing Machining* merek *Zwick Roell Model Z20 Xforce K* dan pengujian impak menggunakan alat uji impak *GOTECH* model *GT-7045*. Data yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan kesimpulan tentang variasi faktor yang akan menghasilkan nilai kekuatan uji bending dan uji impak yang diharapkan.

4.1 Uji Bending

4.1.1. Perhitungan Rasio Komposit Serat

Pada proses penelitian dengan menggunakan tiga variasi jenis serat alami (sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kekuatan dan ketahanan serat sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk dengan volume serat 5% dan waktu perendaman serat menggunakan larutan NaOH selama 2 jam. Perhitungan rasio untuk sample uji dapat dilihat pada lampiran 2. Hasil perhitungan rasio sample uji bending dapat dilihat pada table 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Perhitungan Rasio Sampel Uji Bending

Jenis Serat	Fraksi Volume Serat (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)	Berat Katalis (g)
Sabut kelapa	5	0,34	6,92	0,13
Batang pisang	5	0,34	6,92	0,13
Ijuk	5	0,34	6,92	0,13

4.1.2 Proses Pengambilan Data

Pada proses pengambilan data terdapat beberapa proses yang harus dilakukan secara

berurutan. Proses ini diawali dengan studi literature, maka selanjutnya membuat sample uji bending menggunakan resin YUKALAC polyester BQTN 157 dengan berpenguat tiga variasi jenis serat (sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk), fraksi volume serat 5% dan waktu perendaman 2 jam sehingga di dapatkan 9 sample. Sample uji bending mengacu pada ASTM D790-02 dengan ukuran 150 mm, lebar 12,5 mm, dan tebal 3 mm. hasil cetakan sample uji telah diberi tanda dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Sample Uji Bending

Ketika semua benda uji telah dibuat akan diberi tanda, maka selanjutnya menyiapkan mesin uji bending dan komputer yang akan dipakai, selanjutnya memasang dan mengatur titik nol pada benda uji dalam mesin uji, kemudian mengisi data material pada *Method Window* dan melakukan pengujian dengan menekan tombol *TEST* pada computer untuk menghasilkan kekuatan lentur sampel. Kegiatan pengujian bending sampel ditunjuk pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Proses Uji Bending

Ketika semua sample sudah melakukan pengujian bending, maka menghasilkan sample uji dengan kondisi yang telah patah. Hasil specimen uji yang telah di uji bending menggunakan mesin dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Sample Setelah Pengujian

4.1.3 Hasil Pengujian Bending

Pengujian tarik dilakukan menggunakan alat uji tarik model Universal Machining Zwick Roell Xforce K. Dimana, nilai kekuatan tarik didapatkan secara otomatis setelah sampel terpatah. Nilai kekuatan uji bending ditunjukkan pada table 4.2.

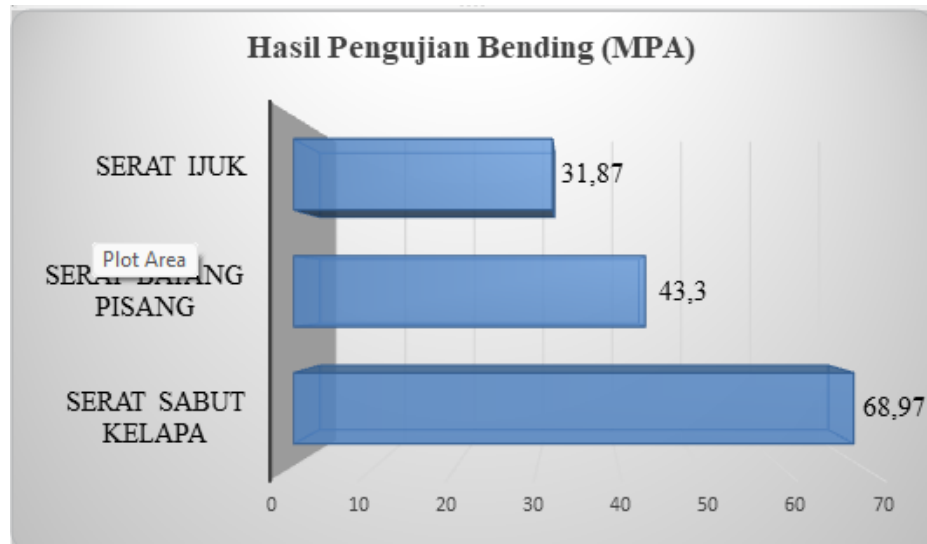
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Bending (MPa)

No	Jenis Serat	Fraksi Volume Serat dan Resin (%)	Lama Perendaman (Jam)	Hasil Pengujian Bending (Mpa)			
				1	2	3	Rata-rata
1	Serat Sabut Kelapa	5/95	2	69,3	68,4	69,2	68,97
	Serat			43,5	41,1	45,3	43,30
	Batang Pisang						
3	Serat Ijuk			30,7	31,8	33,1	31,87

4.1.3.1 Analisis Pengujian Bending

Performa Kekuatan Bending Serat sabut kelapa menunjukkan kekuatan bending tertinggi dengan nilai rata-rata 68,97 Mpa, diikuti oleh serat batang pisang (43,30 Mpa) dan serat ijuk (31,87 Mpa). Hal ini menunjukkan bahwa serat sabut kelapa memiliki sifat mekanis yang paling unggul dibandingkan kedua serat lainnya. Berikut grafik hasil

pengujian bending dari rata-rata pengujian.



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Bending

Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara ketiga jenis serat terhadap pengujian bending:

- Serat sabut kelapa 59% lebih kuat dari serat batang pisang
- Serat sabut kelapa 116% lebih kuat dari serat ijuk
- Serat batang pisang 36% lebih kuat dari serat ijuk

Ketiga serat menunjukkan konsistensi yang baik dalam pengujian, dengan variasi data yang relatif kecil antara specimen 1, 2, dan 3, mengindikasikan stabilitas sifat mekanis material. Artinya Serat sabut kelapa sangat Cocok untuk aplikasi struktural ringan yang membutuhkan kekuatan bending tinggi.

4.1.3.2 Hasil Uji Analisis of Variance

Berikut adalah analisis ANOVA (Analysis of Variance) dari data kekuatan uji bending untuk ketiga jenis serat alam: serat sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk, dengan perlakuan perendaman NaOH selama 2 jam pada fraksi volume 5%. Berikut Hasil Analysis of Variance untuk Pengujian Bending

Tabel 4. 3 Anova Pengujian Bending

Sumber Variasi (source)	SS	df	MS	F-VALUE
Antar Kelompok (Between Groups)	2165,91	2	1082,95	530,26
Dalam Kelompok (Within Groups)	12,25	6	2,04	-
Total	2178,16	8	-	-

Berdasarkan analisis ANOVA yang telah dilakukan, kesimpulannya adalah:

- Ada perbedaan sangat signifikan antara ketiga jenis serat ($p < 0,001$)
F hitung 48 kali lebih besar dari F tabel ($530,28 \div 10,92 = 48,5$)
Maka p-value mendekati nol atau $p < 0,001$
- Jenis serat menentukan **99,44%** dari kekuatan bending komposit
- Semua perbandingan antar serat menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana perbandingan serat yang paling kuat (serat kelapa) dan serat yang terkecil (serat Ijuk) ($68,97 \text{ Mpa} : 31,87 \text{ MPa} = 2,16 \text{ Mpa}$)

Artinya pemilihan jenis serat sangat menentukan kekuatan komposit. Serat sabut kelapa terbukti secara statistik adalah pilihan terbaik dengan kekuatan 2,16 kali lebih kuat dari serat ijuk. Ketiga serat dapat digunakan sesuai kebutuhan aplikasi dengan tingkat kepercayaan yang sangat tinggi.

4.1.4 Pengujian Impak

Pengujian impak dilakukan untuk mengetahui kemampuan material komposit berbasis serat alami dalam menyerap energi serta menahan beban benturan secara tiba-tiba. Pada percobaan ini, digunakan tiga jenis serat alami yaitu serat sabut kelapa, serat batang pisang, dan serat ijuk, masing-masing dengan persentase campuran serat sebesar 5% dan lama perendaman selama 2 jam. Pengujian ini adalah untuk membandingkan ketahanan impak dari ketiga jenis serat tersebut dalam kondisi perlakuan yang sama, sehingga dapat diketahui mana serat yang paling efektif meningkatkan sifat mekanik komposit.

4.1.4.1 Perhitungan Rasio Komposisi Serat

Pada proses penelitian dengan menggunakan tiga variasi jenis serat alami (sabut

kelapa, batang pisang, dan ijuk). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan kekuatan dan ketahanan serat sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk dengan volume serat 5% dan waktu perendaman serat menggunakan larutan NaOH selama 2 jam. Perhitungan rasio untuk sample uji dapat dilihat pada lampiran 2. Hasil perhitungan rasio sample uji impak dapat dilihat pada table 4.4.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Rasio Sampel Uji Impak

Jenis Serat	Fraksi Volume Serat (%)	Berat Serat (g)	Berat Resin (g)	Berat Katalis (g)
Sabut kelapa	5	0,13	2,70	0,05
Batang pisang	5	0,13	2,70	0,05
Ijuk	5	0,13	2,70	0,05

4.1.4.2 Proses Pengambilan Data

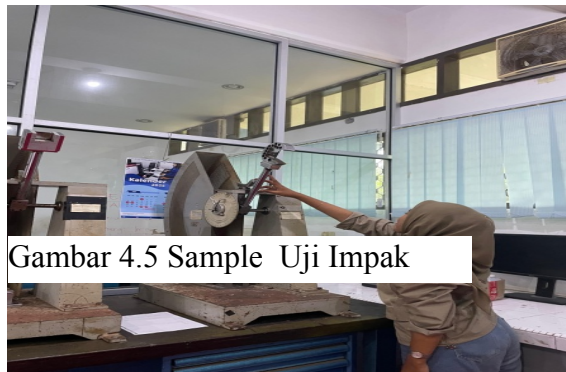
Pada proses pengambilan data terdapat beberapa proses yang harus dilakukan secara berurutan. Proses ini diawali dengan studi literature, maka selanjutnya membuat sample uji bending menggunakan resin YUKALAC polyester BQTN 157 dengan berpenguat tiga variasi jenis serat (sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk), fraksi volume serat 5% dan waktu perendaman 2 jam sehingga di dapatkan 9 sample. Sample uji impak mengacu pada ASTM E23 dengan ukuran 150 mm, lebar 11,5 mm, dan tebal 3 mm. hasil cetakan sample uji telah diberi tanda dapat dilihat pada gambar 4.5.

Sample uji impak yang sudah tercetak dan diberi tanda selanjutnya menyiapkan

alat uji impak dan melakukan pengujian dengan melepas pendulum untuk



mendapatkan akhir cos dari specimen yang telah dicetak. Kegiatan pengujian impak specimen ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.5 Sample Uji Impak

Gambar 4.6 Proses Pengujian Impak

Ketika semua sample uji telah melakukan pengujian impak, maka dapat menghasilkan sampel uji dengan kondisi deformasi atau mengalami kerusakan. Hasil sample uji yang telah di uji impak menggunakan mesin dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Sampel Setelah Dilakukan Uji Impak

4.1.4.3. Data Pengujian

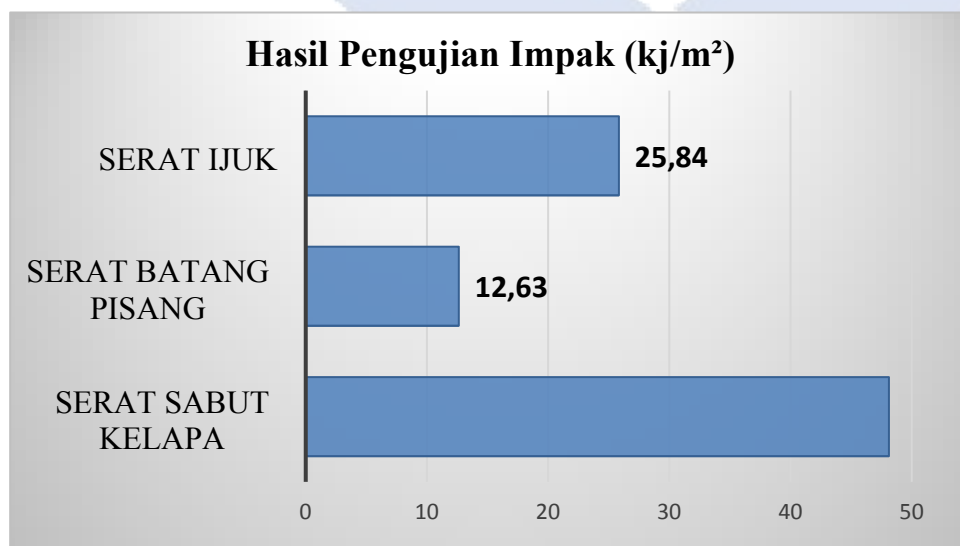
Pengujian impak dilakukan menggunakan alat uji impak model *GOTECH* tipe *GT-7045 Impact Tester*. Dimana sudut akhir cos akan dihitung untuk menghasilkan nilai kekuatan impak dan data akan diolah menghasilkan data yang dihasilkan sesuai dengan tujuan penelitian. Nilai kekuatan impak dihitung secara manual menggunakan persamaan

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Impak

No	Jenis Serat	Fraksi		Hasil Pengujian Impak			
		Volume Serat dan Resin (%)	Lama Perendaman (Jam)	(kJ/m ²)			Rata-rata
1	Serat Sabut Kelapa			49,37	45,62	49,37	48,12
2	Serat Batang Pisang	5/95	2	13,76	10,38	13,76	12,63
3	Serat Ijuk			25,84	25,84	25,84	25,84

4.1.4.4. Analisis Pengujian Impak

Dari ketiga jenis serat alami yang diuji, serat sabut kelapa memberikan kekuatan impak tertinggi sebesar 49,12 kJ/m², menunjukkan bahwa serat ini paling efektif dalam menyerap energi benturan. Perlakuan kimia atau proses perendaman memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap sifat mekanik serat alam terhadap pengujian impak. Berikut Grafik pengujian Impak pada tabel berikut:



Gambar 4.8 Grafik Pengujian Impak

4.1.4.5. Hasil Uji Analisis of Variance

Berikut adalah analisis ANOVA (Analysis of Variance) dari data kekuatan uji impact untuk ketiga jenis serat alam: serat sabut kelapa, batang pisang, dan ijuk, dengan perlakuan perendaman NaOH selama 2 jam pada fraksi volume 5%.

Tabel 4. 6 Anova Pengujian Impak

Sumber Variasi (source)	SS	df	MS	F-VALUE
Antar Kelompok (Between Groups)	1970.28	2	985.14	348.33
Dalam Kelompok (Within Groups)	16.97	6	2,83	-
Total	1987.25	8	-	-

Interpretasi Hasil ANOVA

- Nilai F hitung = 135.2
- Dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$), nilai F kritis ($df_1 = 2$, $df_2 = 6$) sekitar 5.14
- Karena F hitung > F kritis, maka H_0 ditolak

Kesimpulan Hasil Pengujian Impak

Dari ketiga jenis serat alami yang diuji, serat sabut kelapa memberikan kekuatan impact tertinggi sebesar 48.12 kJ/m², menunjukkan bahwa komposit dengan serat kelapa paling efektif dalam menyerap energi benturan. Serat ijuk memiliki nilai impact sedang namun sangat stabil, dengan hasil yang sama pada setiap pengulangan pengujian. Sedangkan serat batang pisang memiliki kekuatan impact terendah dan menunjukkan ketidakkonsistenan. Jenis serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan impact komposit pada kondisi treatment yang sam

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Kekuatan lentur komposit serat alami sesuai standar ASTM D790 memberikan variasi hasil pengujian, dimana komposit serat kelapa menunjukkan kekuatan bending tertinggi dengan nilai rata-rata 68,97 Mpa. Bearti komposit ini bisa dijadikan bahan atau kontruksi pada lambung kapal nelayan dimana menurut Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) Standar tegangan untuk aplikasi khusus kapal nelayan adalah 7,44 Mpa.
2. Ketahanan impak komposit serat sabut kelapa memberikan kekuatan impak tertinggi sebesar 48.12 kJ/m², menunjukkan bahwa komposit dengan serat kelapa paling efektif dalam menyerap energi benturan dan menurut biro klasifikasi Indonesia (BKI) Standar energi absorpsi untuk material lambung kapal kecil pada pengujian Impak 24-300 J. Artinya Komposit ini bisa dijadikan bahan atau kontruksi pada lambung kapal nelayan.

5.2 Saran

Perlu dilakukan pengembangan teknik produksi dan pengolahan serat alami agar diperoleh kualitas komposit yang lebih stabil dan unggul.

Disarankan untuk melakukan pengujian lanjutan terkait ketahanan komposit terhadap faktor lingkungan laut seperti air asin, sinar ultraviolet, dan korosi untuk menjamin daya tahan jangka panjang.

Pemberian pelatihan dan pendampingan kepada para nelayan dan pembuat perahu sangat penting agar teknologi komposit berbasis serat alami dapat diterapkan secara luas dan berkelanjutan.

Studi ekonomi yang mendalam perlu dilakukan guna mengkaji biaya produksi dan keuntungan ekonomi dari penggunaan komposit serat alami dibandingkan material tradisional.

Eksplorasi kombinasi serat alami dengan berbagai jenis matriks dan bahan tambahan lainnya dapat meningkatkan performa mekanik dan ketahanan komposit sehingga lebih sesuai untuk aplikasi dalam pembuatan perahu.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvariza Farrel, D., Zulfitriyanto. (2022). *Pengaruh Sifat Mekanik Komposit Serat Sabut Kelapa Bermatrik Polyester Terhadap Pengujian Tarik*. JITT. vol.3(2).
- Fawaid, M., Rasyid Noor, F. M., &. (2015). *Variasi Campuran Fly Ash Batubara Untuk Material Komposit*. Jurnal Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Feriyanto, R., Mujiyanto, A., Tri Waluyo, H., Nugroho, A.. (2022). *Pengaruh Susunan Serat pada Komposit Serat Hibrid Laminat Berpenguat Serat Kaca dan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Kekuatan Bending*. Jurnal teknik mesin samarinda. Vol. 7
- Iswidodo, W., Lungiding, A., & Prasetyo, T. (2022). *Seminar Nasional TREnD Technology of Renewable Energy and Development FTI Universitas*.
- Lumintang, R., Rauf, F. A., & Soplanit, G. D. (2019). *Ketahanan Bending Komposit Matriks Poliester Berpenguat Serat Sabut Kelapa*. Jurnal Tekno Mesin (Vol. 5).
- P., Fido Andretta, R., & Arif Irfai, M. (2010). *Pengaruh Panjang Serat Rami Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Sebagai Material Penyusun Kaki Palsu*.
- Tsalits Alfain, A., Tri, D., Ningsih, H., & Studi, P. (2023). *Pengaruh Fraksi Volume Komposit Serat Pohon Aren Terhadap Pengujian Bending*. Agustus, 2(1), 57–66. <https://jurnal.poliwangi.ac.id/index.php/jinggo>
- Yunus, A., & Arifin, D. (2020). *Kekuatan lentur komposit sandwich kayu bakal lambung perahu sebagai core dan polyester serat gelas sebagai skin*. In Jurnal Polimesin (Vol. 18, Issue 1).
- Yusuf Ali, M., & Kekuatan Uji Impak Komposit Serat Alam, A. (2020.). *Analisis Kekuatan Uji Impak Komposit Serat Alam (Serat Batang Pisang)*.
- Budi Surono, U. (2016). Prosiding Seminar Nasional XI "Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi". In Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Yogyakarta (Vol. 298).
- Kurniawan, N. A., Setiawan, F., & Sofyan, E. (2022). *pengujian tarik komposit spesimen campuran serat pisang alur diagonal dan pasir besi dengan matrik resin polyester dengan metode hand lay-up*. Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine, 8(2), 281–288. <https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.65>

LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Data Pribadi

Nama lengkap : Riska

Tempat & tanggal lahir : Sungailiat, 28 maret 2004

Alamat rumah : Jl. Nelayan II Sungailiat

Telp: 083861898635

Hp: 083861898635

Email: riskaoppo250@gmail.com

Jenis kelamin : Perempuan

Agama : Islam

Riwayat Pendidikan

SD Negeri 06 Sungailiat	Tahun 2011 – 2016
SMP SetiaBudi Sungailiat	Tahun 2016 – 2019
MAN 1 Sungailiat	Tahun 2019 – 2022

Lampiran 2. Perhitungan Rasio Volume Matriks dan Serat

1. Perhitungan Spesimen Uji Bending

Diketahui : Panjang Cetakan = 150 mm
Lebar Cetakan = 12,5 mm
Tebal Cetakan = 3 mm

Ditanya : Volume cetakan uji bending

Jawab :

Vcetakan = Panjang x Lebar x tebal
= 150 mm x 12,5 mm x 3 mm
= 5.625 mm³

Diketahui = Vcetakan = 5,625 cm³
= Massa Jenis Serat Sabut Kelapa = 1,15gr/cm³
=Fraksi Volume = 95% : 5%
= Massa Jenis Resin = 1,215 g/cm³
= Massa Jenis Katalis = 1,25 g/cm³

Ditanya : Volume serat, volume resin, dan volume katalis

Jawab : Serat sabut kelapa

Vserat : Vcetakan x Persentase serat x Massa jenis serat
= 5,625 cm³ x 5% x 1,15g/cm³
= 0,32gr

Vresin : Vecetakan x Persentase Resin x Massa jenis resin
= 5,625 cm³ x 95% x 1,215g/cm³
= 6,49gr

$$\begin{aligned}
 V_{\text{katalis}} &= V_{\text{resin}} \times \text{Persentase Katalis} \times \text{Massa Jenis Katalis} \\
 &= 6,49 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 0,16 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Spesimen Uji Bending

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang Cetakan} &= 150 \text{ mm} \\
 \text{Lebar Cetakan} &= 12,5 \text{ mm} \\
 \text{Tebal Cetakan} &= 3 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Ditanya : Volume cetakan uji bending

Jawab :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{cetakan}} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{tebal} \\
 &= 150 \text{ mm} \times 12,5 \text{ mm} \times 3 \text{ mm} \\
 &= 5.625 \text{ mm}^3
 \end{aligned}$$

Diketahui

$$\begin{aligned}
 &= V_{\text{cetakan}} = 5,625 \text{ cm}^3 \\
 &= \text{Massa Jenis Batang Pisang} = 0,29 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= \text{Fraksi Volume} = 95\% : 5\% \\
 &= \text{Massa Jenis Resin} = 1,215 \text{ g/cm}^3 \\
 &= \text{Massa Jenis Katalis} = 1,25 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

Ditanya : Volume serat, volume resin, dan volume katalis

Jawab : Serat Batang pisang

$$\begin{aligned}
 V_{\text{serat}} &: V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase serat} \times \text{Massa jenis serat} \\
 &= 5,625 \text{ cm}^3 \times 5\% \times 0,29 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 0,81 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$V_{\text{resin}} : V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase Resin} \times \text{Massa jenis resin}$$

$$= 5,625 \text{ cm}^3 \times 95\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3$$

$$= 6,49 \text{ gr}$$

$$V_{\text{katalis}} = V_{\text{resin}} \times \text{Persentase Katalis} \times \text{Massa Jenis Katalis}$$

$$= 6,49 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3$$

$$= 0,16 \text{ gr}$$

3. Perhitungan Spesimen Uji Bending

Diketahui : Panjang Cetakan = 150 mm

Lebar Cetakan = 12,5 mm

Tebal Cetakan = 3 mm

Ditanya : Volume cetakan uji bending

Jawab :

$$V_{\text{cetakan}} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 150 \text{ mm} \times 12,5 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$$

$$= 5.625 \text{ mm}^3$$

Diketahui = $V_{\text{cetakan}} = 5,625 \text{ cm}^3$

= Massa Jenis Serat Ijuk = $1,136 \text{ gr/cm}^3$

= Fraksi Volume = $95\% : 5\%$

= Massa Jenis Resin = $1,215 \text{ g/cm}^3$

= Massa Jenis Katalis = $1,25 \text{ g/cm}^3$

Ditanya : Volume serat, volume resin, dan volume katalis

Jawab : Serat Ijuk

$$V_{\text{serat}} = V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase serat} \times \text{Massa jenis serat}$$

$$= 5,625 \text{ cm}^3 \times 5\% \times 1,136 \text{ g/cm}^3$$

$$=0,31\text{gr}$$

Vresin : Vecetakan x Persentase Resin x Massa jenis resin

$$=5,625 \text{ cm}^3 \times 95\% \times 1,215\text{g/cm}^3$$

$$=6,49\text{gr}$$

Vkatalis =Vresin x Persentase Katalis x Massa Jenis Katalis

$$=6,49 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3$$

$$=0,16\text{gr}$$

1. Perhitungan Spesimen Uji Impak

Diketahui:	Panjang Cetakan	= 62,5 mm = 6,25 cm
	Lebar Cetakan	= 12,5 mm = 1,25 cm
	Tebal Cetakan	= 3 mm = 0,3 cm
	Alas Tukik	= 0,25 mm = 0,025cm
	Tinggi Tuki	= 1,15 mm = 0,115cm

Ditanya : Volume cetakan Impak

Jawab :

$$\begin{aligned} V_{\text{cetakan}} &= (\text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal}) - (1/2 \times \text{Alas Tukik} \times \text{Tinggi} \times \text{Tebal}) \\ &= (6,25\text{cm} \times 1,25\text{cm} \times 0,3 \text{ cm}) - (1/2 \times 0,025\text{cm} \times 0,115\text{cm} \times 0,3\text{cm}) \\ &= (2,343 \text{ cm}^3) - (0,00043125) \\ &= (2,343) \end{aligned}$$

$$\text{Diketahui } V_{\text{cetakan}} : =2,343 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa jenis serat sabut kelapa} = 1,15\text{gr/cm}^3$$

$$\text{Fraksi Volume} = 95\% : 5\%$$

$$\text{Massa jenis resin} = 1,215 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis katalis} = 1,25 \text{ g/cm}^3$$

Ditanya : Volume serat, Volume resin dan Volume katalis

Jawab : Serat Sabut Kelapa

$$\begin{aligned} V_{\text{serat}} &= V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase serat} \times \text{Massa jenis serat} \\ &= 2,343 \text{ cm}^3 \times 5\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,13 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{resin}} &= V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase resin} \times \text{Massa jenis resin} \\ &= 2,343 \text{ cm}^3 \times 95\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3 \\ &= 2,70 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{katalis}} &= V_{\text{resin}} \times \text{Persentase katalis} \times \text{Massa jenis katalis} \\ &= 2,70 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,06 \text{ gr} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Spesimen Uji Impak

Diketahui:	Panjang Cetakan	= 62,5 mm = 6,25 cm
	Lebar Cetakan	= 12,5 mm = 1,25 cm
	Tebal Cetakan	= 3 mm = 0,3 cm
	Alas Tukik	= 0,25 mm = 0,025cm
	Tinggi Tuki	= 1,15 mm = 0,115cm

Ditanya : Volume cetakan Impak

Jawab :

$$\begin{aligned} V_{\text{cetakan}} &= (\text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal}) - (1/2 \times \text{Alas Tukik} \times \text{Tinggi} \times \text{Tebal}) \\ &= (6,25 \text{ cm} \times 1,25 \text{ cm} \times 0,3 \text{ cm}) - (1/2 \times 0,025 \text{ cm} \times 0,115 \text{ cm} \times 0,3 \text{ cm}) \\ &= (2,343 \text{ cm}^3) - (0,00043125) \\ &= (2,343) \end{aligned}$$

$$\text{Diketahui } V_{\text{cetakan}} : = 2,343 \text{ cm}^3$$

$$\text{Massa jenis batang pisang} = 0,29 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Fraksi Volume} = 95\% : 5\%$$

$$\text{Massa jenis resin} = 1,215 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Massa jenis katalis} = 1,25 \text{ g/cm}^3$$

Ditanya : Volume serat, Volume resin dan Volume katalis

Jawab : Serat Sabut Kelapa

$$\begin{aligned} V_{\text{serat}} &= V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase serat} \times \text{Massa jenis serat} \\ &= 2,343 \text{ cm}^3 \times 5\% \times 0,29 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 0,33 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{resin}} &= V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase resin} \times \text{Massa jenis resin} \\ &= 2,343 \text{ cm}^3 \times 95\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3 \\ &= 2,70 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{katalis}} &= V_{\text{resin}} \times \text{Persentase katalis} \times \text{Massa jenis katalis} \\ &= 2,70 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3 \\ &= 0,06 \text{ gr} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Spesimen Uji Impak

Diketahui:	Panjang Cetakan	= 62,5 mm = 6,25 cm
	Lebar Cetakan	= 12,5 mm = 1,25 cm
	Tebal Cetakan	= 3 mm = 0,3 cm
	Alas Tukik	= 0,25 mm = 0,025 cm
	Tinggi Tuki	= 1,15 mm = 0,115 cm

Ditanya : Volume cetakan Impak

Jawab :

$$\begin{aligned} V_{\text{cetakan}} &= (\text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal}) - (1/2 \times \text{Alas Tukik} \times \text{Tinggi} \times \text{Tebal}) \\ &= (6,25 \text{ cm} \times 1,25 \text{ cm} \times 0,3 \text{ cm}) - (1/2 \times 0,025 \text{ cm} \times 0,115 \text{ cm} \times 0,3 \text{ cm}) \\ &= (2,343 \text{ cm}^3) - (0,00043125) \\ &= (2,343) \end{aligned}$$

Diketahui V_{cetakan} :	$= 2,343 \text{ cm}^3$
Massa jenis ijuk	$= 1,136 \text{ gr/cm}^3$
Fraksi Volume	$= 95\% : 5\%$
Massa jenis resin	$= 1,215 \text{ g/cm}^3$
Massa jenis katalis	$= 1,25 \text{ g/cm}^3$

Ditanya : Volume serat, Volume resin dan Volume katalis

Jawab : Serat Sabut Kelapa

$$\begin{aligned}
 V_{\text{serat}} &= V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase serat} \times \text{Massa jenis serat} \\
 &= 2,343 \text{ cm}^3 \times 5\% \times 1,136 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 0,13 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{resin}} &= V_{\text{cetakan}} \times \text{Persentase resin} \times \text{Massa jenis resin} \\
 &= 2,343 \text{ cm}^3 \times 95\% \times 1,215 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 2,70 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{katalis}} &= V_{\text{resin}} \times \text{Persentase katalis} \times \text{Massa jenis katalis} \\
 &= 2,70 \text{ gr} \times 2\% \times 1,25 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 0,06 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

Lampiran 3

Perhitungan Uji Impak

- Serat Sabut Sampel 1**

Diket : $l = 400 \text{ mm}$ Ditanya : h_0 ?

$\cos \alpha = \cos 150$ h_1 ?

$\cos b = \cos 135$ E ?

$M = 2,5 \text{ kg}$ A ?

$G = 10 \text{ m/s}^2$ H /

$P = 12,5$

$L = 1,15$

Jawab: $h_0 = 1(1 - \cos \alpha)$

$h_0 = 400 \text{ mm} (1 - \cos 150)$

$h_0 = 746,4101 \text{ mm}$

$h_1 = 1(1 - \cos b)$

$h_1 = 400 \text{ mm} (1 - \cos 135)$

$h_1 = 682,8427$

$E = m \times g (h_0 - h_1)$

$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s} \times (746,4101 \text{ mm} - 682,8427)$

$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s} \times 0,0635$

$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s} \times 0,0635$

$E = 1,5875 \text{ kg m/s}$

$E = 1,587,5 \text{ J}$

$A = p \times l$

$A = 34,05 \text{ mm}$

$H = e/a$

$H = 1,587,5 \text{ J} / 34,05 \text{ mm}^2$

$$H = 46,6226 \text{ J/mm}$$

$$H = 46,22 \text{ J}$$

• **Serat Sabut Kelapa 2**

Diket : $l = 400 \text{ mm}$ Ditanya : h_0 ?

$$\cos \alpha = \cos 150 \quad h_1 ?$$

$$\cos b = \cos 132 \quad E ?$$

$$M = 2,5 \text{ kg} \quad A ?$$

$$G = 10 \text{ m/s}^2 \quad H/$$

$$P = 12,5$$

$$L = 1,15$$

Jawab: $h_0 = 1(1 - \cos \alpha)$

$$h_0 = 400 \text{ mm} (1 - \cos 150)$$

$$h_0 = 746,4101 \text{ mm}$$

$$h_1 = 1(1 - \cos b)$$

$$h_1 = 400 \text{ mm} (1 - \cos 132)$$

$$h_1 = 667,652$$

$$E = m \times g (h_0 - h_1)$$

$$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (746,4101 \text{ mm} - 667,652)$$

$$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,07875$$

$$E = 1,96875 \text{ kg m/s}^2$$

$$E = 1,968,75 \text{ J}$$

$$A = p \times l$$

$$A = 34,05 \text{ mm}^2$$

$$H = E/A$$

$$H = 1,968,75 \text{ J} / 34,05 \text{ mm}^2$$

$$H = 0,0578 \text{ J/mm}^2$$

$$H = 57,8 \text{ kJ/m}^2$$

• **Sabut Kelapa 3**

Diket : $l = 400 \text{ mm}$ Ditanya : h_0 ?

$$\cos \alpha = \cos 150 \quad h_1 ?$$

$$\cos \beta = \cos 143 \quad E ?$$

$$M = 2,5 \text{ kg} \quad A ?$$

$$G = 10 \text{ m/s}^2 \quad H/$$

$$P = 12,5$$

$$L = 1,15$$

Jawab: $h_0 = l(1 - \cos \alpha)$

$$h_0 = 400 \text{ mm} (1 - \cos 150)$$

$$h_0 = 746,4101 \text{ mm}$$

$$h_1 = l(1 - \cos \beta)$$

$$h_1 = 400 \text{ mm} (1 - \cos 143)$$

$$h_1 = 376,99$$

$$E = m \times g (h_0 - h_1)$$

$$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (746,4101 \text{ mm} - 376,99)$$

$$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,3694$$

$$E = 9,235 \text{ kg m/s}^2$$

$$E = 9,23 \text{ J}$$

$$A = p \times l$$

$$A = 34,05 \text{ mm}^2$$

$$H = E/A$$

$$H = 9,23 \text{ J} / 34,05 \text{ mm}^2$$

$$H = 0,271 \text{ J/mm}^2$$

$$H = 52,11 \text{ kJ/m}^2$$

- **Batang pisang 1**

Diket : $l = 400 \text{ mm}$ Ditanya : h_0 ?

$\cos \alpha = \cos 150$ h_1 ?

$\cos b = \cos 145$ E ?

$M = 2,5 \text{ kg}$ A ?

$G = 10 \text{ m/s}^2$ H /

$P = 12,5$

$L = 1,15$

Jawab: $h_0 = 1(1 - \cos \alpha)$

$h_0 = 400 \text{ mm} (1 - \cos 150)$

$h_0 = 746,4101 \text{ mm}$

$h_1 = 1(1 - \cos b)$

$h_1 = 400 \text{ mm} (1 - \cos 145)$

$h_1 = 46,454$

$E = m \times g (h_0 - h_1)$

$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times (746,4101 \text{ mm} - 46,454)$

$E = 2,5 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 \times 0,6998$

$E = 0,6998 \text{ kg m/s}^2$

$E = 0,69$

$A = p \times l$

$A = 34,05 \text{ mm}^2$

$H = e/a$

$H = 0,6998 \text{ J} / 34,05 \text{ mm}^2$

$H = 0,020 \text{ /mm}$

$H = 20 \text{ kJ/m}^2$

- **Batang pisang 2**

Diket : l = 400 mm Ditanya : h0 ?

$\cos \alpha = \cos 150$ h1 ?

$\cos b = \cos 146$ E ?

M = 2,5 kg A ?

G = 10 m/s² H/

P = 12,5

L = 1,15

Jawab: h0 = 1(1 - cos α)

h0 = 400 mm (1 - cos 150)

h0 = 746,4101 mm

h1 = 1(1 cos b)

h1 = 400 mm (1 - cos 146)

h1 = 731,6150

E = m x g (h0 - h1)

E = 2,5 kg x 10 m/s x (746,4101 mm - 731,6150)

E = 2,5 kg x 10 m/m x 0,0147951

E = 0,3969 j

E = 0,95

A = p x l

A = 34,05 mm

H = e/a

H = 0,95 J 34,05 mm²

H = 23,828/mm

H = 10,86 kJ/m²

- **Batang pisang 3**

Diket : l = 400 mm Ditanya : h0 ?

$\cos \alpha = \cos 150$ h1 ?

$\cos b = \cos 145$ E ?

M = 2,5 kg A ?

G = 10 m/s² H/

P = 12,5

L = 1,15

Jawab: h0 = 1(1 - cos α)

h0 = 400 mm (1 - cos 150)

h0 = 746,4101 mm

h1 = 1(1 cos b)

h1 = 400 mm (1 - cos 145)

h1 = 46,454

E = m x g (h0 - h1)

E = 2,5 kg x 10 m/s x (746,4101 mm - 46,454)

E = 2,5 kg x 10 m/m x 0,6998

E = 0,6998 kg m/s

E = 0,69

A = p x l

A = 34,05 mm

H = e/a

H = 0,6998 J 34,05 mm²

H = 0.020/mm

H = 20 kJ/m²

- **Ijuk 1**

Diket : l = 400 mm Ditanya : h0 ?

$\cos \alpha = \cos 150$ h1 ?

$\cos b = \cos 146$ E ?

M = 2,5 kg A ?

G = 10 m/s² H/

P = 12,5

L = 1,15

Jawab: h0 = 1(1 - cos α)

h0 = 400 mm (1 - cos 150)

h0 = 746,4101 mm

h1 = 1(1 cos b)

h1 = 400 mm (1 - cos 146)

h1 = 731,6150

E = m x g (h0 - h1)

E = 2,5 kg x 10 m/s x (746,4101 mm - 731,6150)

E = 2,5 kg x 10 m/m x 0,0147951

E = 0,3969 j

E = 0,95

A = p x l

A = 34,05 mm

H = e/a

H = 0,95 J 34,05 mm²

H = 23,828/mm

H = 10,86 kJ/m²

• **Ijuk 2**

Diket : l = 400 mm Ditanya : h0 ?

$\cos \alpha = \cos 150$ h1 ?

$\cos b = \cos 141$ E ?

M = 2,5 kg A ?

G = 10 m/s² H/

P = 12,5

L = 1,15

Jawab: h0 = 1(1 - cos α)

h0 = 400 mm (1 - cos 150)

h0 = 746,4101 mm

h1 = 1(1 cos b)

h1 = 400 mm (1 - cos 141)

h1 = 710,85

E = m x g (h0 - h1)

E = 2,5 kg x 10 m/s x (746,4101 mm - 710,85

E = 2,5 kg x 10 m/m x 35,560

E = 889 j

E = 0,88

A = p x l

A = 34,05 mm

H = e/a

H = 0,88 J 34,05 mm²

H = 25,84/mm

H = 25,840 kJ/m²

• **Ijuk 3**

Diket : l = 400 mm Ditanya : h0 ?

$\cos \alpha = \cos 150$ h1 ?

$\cos b = \cos 143$ E ?

M = 2,5 kg A ?

G = 10 m/s² H/

P = 12,5

L = 1,15

Jawab: h0 = 1(1 - cos α)

h0 = 400 mm (1 - cos 150)

h0 = 746,4101 mm

h1 = 1(1 cos b)

h1 = 400 mm (1 - cos 143)

h1 = 791,45

E = m x g (h0 - h1)

E = 2,5 kg x 10 m/s x (746,4101 mm - 791,45)

E = 2,5 kg x 10 m/m x 0,7194

E = 17,985 kg m/s

E = 17,98 J

A = p x l

A = 34,05 mm

H = e/a

H = 17,98 J 34,05 mm²

H = 0,5211 j/mm

H = 521,159 kj/m²

Lampiran 4

Perhitungan ANOVA

• Pengujian Bending

a. Hitung Rata-rata tiap kelompok

- Sabut Kelapa: $(69,3+68,4+69,2)/3 = 206,9/3 = 68.97$
- Batang Pisang: $(43.5+41.1+45.3)/3 = 129.9/3 = 43.30$
- Ijuk: $330.7+31.8+33.1=395.6=31.87$

b. Rata-rata keseluruhan (grand mean)

$$\text{Grand Mean} = (68.97+43.30+31.87)/3 = 144.14/3 = 48.05$$

c. Jumlah Kuadrat Antar Kelompok (SSB)

$$SSB = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$$

Dengan:

- $n_i = 3$ (jumlah replikasi)
- $\bar{x}_1 = 68.97, \bar{x}_2 = 43.30, \bar{x}_3 = 31.87$
- $\bar{x} = 48.05$

$$\begin{aligned} SSB &= 3[(68.97-48.05)^2 + (43.30-48.05)^2 + (31.87-48.05)^2] \\ &= 3[(20.92)^2 + (-4.75)^2 + (-16.18)^2] = 3 [437.65+22.56+261.79] = \\ &3(722.00) \\ &= 2166.00 \end{aligned}$$

d. Jumlah Kuadrat Dalam Kelompok (SSW)

$$SSW = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

Sabut Kelapa: $(69.3 - 68.97)^2 + (68.4 - 68.97)^2 + (69.2 - 68.97)^2 = 0.11 + 0.32 + 0.05 = 0.48$

Batang Pisang: $(43.5 - 43.30)^2 + (41.1 - 43.30)^2 + (45.3 - 43.30)^2 = 0.04 + 4.84 + 4.00 = 8.88$

Ijuk: $(30.7 - 31.87)^2 + (31.8 - 31.87)^2 + (33.1 - 31.87)^2 = 1.37 + 0.005 + 1.51 = 2.885$

Maka $SSW = 0.48 + 8.88 + 2.885 = 12.245$

e. Derajat Kebebasan (df)

Tabel 4.2. Tabel Derajat Kebebasan (df)

Sumber Variasi	df
Antar Kelompok	$K - 1 = 3 - 1 = 2$
Dalam Kelompok	$N - k = 9 - 3 = 6$
Total	$N - 1 = 9 - 1 = 8$

(k = jumlah grup; N = total data)

f. Rata-Rata Jumlah Kuadrat (MS)

MSB (antar kelompok): $MSB = SSB / df_{between} = 2166.00 / 2 = 1083.00$

MSW (dalam kelompok): $MSW = SSW / df_{within} = 12.245 / 6 \approx 2.041$

Nilai F: $F = MSB / MSW = 1083.00 / 2.041 \approx 530.6$

Pengujian Impak

g. Hitung Rata-rata tiap kelompok

- Sabut Kelapa: $(49.37+45.62+49.37)/3 = 144,36/3 = 48.12 \text{ kJ/m}^2$
- Batang Pisang: $(13.76+10.38+13.76)/3 = 37.90/3 = 12.63 \text{ kJ/m}^2$
- Serat Ijuk: $(25.84+25.84+25.84)/3=395.6/3 = 25.84 \text{ kJ/m}^2$

h. Rata-rata keseluruhan (grand mean)

$$\begin{aligned}\text{Grand Mean} &= (49.37+45.62+49.37+13.76+10.38+13.76+25.84+25.84+25.84 \\ &= 240.78)/9 = 26,76\end{aligned}$$

i. Jumlah Kuadrat Antar Kelompok (SSB)

$$SSB = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$$

Dengan:

- $n = 3$ (jumlah replikasi)

n = jumlah ulangan = 3

Untuk masing-masing kelompok:

- Sabut Kelapa: $3 \times (48.12 - 26.76)^2 = 3 \times (21.36)^2 = 3 \times 456.25 = 1368.75$
- Batang Pisang: $3 \times (12.63 - 26.76)^2 = 3 \times (-14.13)^2 = 3 \times 199.66 = 598.98$
- Ijuk: $3 \times (25.84 - 26.76)^2 = 3 \times (-0.92)^2 = 3 \times 0.85 = 2.55$

Derajat bebas Antar (df Antar) = $k - 1 = 3 - 1 = 2$

$$SSB = 1368.75 + 598.98 + 2.55 = 1970.28$$

j. Jumlah Kuadrat Dalam Kelompok (SSW)

$$SSW = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$$

Serat Sabut Kelapa:

$$(49.37-48.12)^2=1.56$$

$$(45.62-48.12)^2=6.25$$

$$(49.37-48.12)^2=1.56$$

$$\rightarrow \text{Total} = 1.56 + 6.25 + 1.56 = 9.37$$

Serat Batang Pisang:

$$(13.76-12.63)^2=1.27$$

$$(10.38-12.63)^2=5.06$$

$$(13.76-12.63)^2=1.27$$

$$\rightarrow \text{Total} = 1.27 + 5.06 + 1.27 = 7.60$$

Serat Ijuk:

Karena semua nilai sama, maka deviasi = 0 $\rightarrow$ Total = 0

$$\text{df Dalam} = N - k = 9 - 3 = 6$$

$$\text{Maka } SSW = 9.37 + 7.60 + 0 = 16.97$$

k. Derajat Kebebasan (df)**Tabel 4.2. Tabel Derajat Kebebasan (df)**

Sumber Variasi	df
Antar Kelompok	$K - 1 = 3 - 1 = 2$
Dalam Kelompok	$N-k = 9 - 3 = 6$
Total	$N - 1 = 9 - 1 = 8$

(k = jumlah grup; N = total data)

l. Rata-Rata Jumlah Kuadrat (MS)

$$\text{MSB (antar kelompok): } MSB = SSB / df_{between} = 1970.28 / 2 = 985.14$$

$$\text{MSW (dalam kelompok): } MSW = SSW / df_{within} = 16.97 / 6 = 2.83$$

$$\text{Nilai F: } F = MSB/MSW = 985.14 / 2.83 \approx 348.33$$

Berikut Hasil Analysis of Variance untuk Pengujian impak





